

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**В.Р. Мустакимов**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ**

**Учебное пособие**

Казань  
2016

УДК 721.011+699.841

ББК 38.2

М91

**Мустакимов В.Р.**

М91 Проектирование сейсмостойких зданий: Учебное пособие / В.Р. Мустакимов. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2016. – 343 с.

ISBN 978-5-7829-0529-3

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

В учебном пособии приведены современные конструктивные и объемно-планировочные решения для проектирования сейсмостойких зданий и сооружений. Изложены основные условия и правила выбора и назначения конструктивных и расчетных схем сейсмостойких зданий и сооружений, общие принципы конструирования при выполнении курсового и дипломного проектов. Учебное пособие предназначено для бакалавров, магистров, аспирантов архитектурно-строительных направлений подготовки в высших учебных заведениях и молодых ученых, а также может быть полезным при реальном проектировании сейсмостойких зданий и сооружений.

Рецензенты:

Доктор технических наук, заместитель генерального директора по научной работе ГУП «Татинвестгражданпроект»

**И.С. Абдрахманов**

Кандидат архитектуры, доцент кафедры «Проектирование зданий», заместитель директора Института архитектуры и дизайна Казанского государственного архитектурно-строительного университета

**Ф.Д. Мубаракшина**

Ил. 89; табл. 11; прил. 12; библиогр. 83 наименов.

УДК 721.011+699.841

ББК 38.2

© Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет, 2016

ISBN 978-5-7829-0529-3

© Мустакимов В.Р., 2016



## Введение

Сейсмическими называют районы, подверженные природным или техногенным явлениям, вызванным землетрясениями и другими сейсмособытиями. Сейсмические явления (землетрясения) природного происхождения вызываются глобальными процессами в пределах земной коры, мантии и ядра земного шара, к числу которых относятся: тектонические процессы, происходящие в связи с тектоническими движениями земной коры; вулканические – зависящие от вулканической деятельности в пределах ядра, мантии и земной коры; денудационные – связанные с карстовыми провалами, горными обвалами, взрывами бомб в грунтовой массе, а также динамикой, обусловленной производством различных работ на поверхности земли и под землей. Причем, вулканические и денудационные процессы имеют местный характер своего происхождения, а тектонические процессы, в силу природы происхождения, охватывают огромные территории и объемы.

Очаги землетрясений, называемые гипоцентрами, обычно находятся под землей на глубине 10–700 км. Место над очагом землетрясения (перпендикуляр к касательной плоскости поверхности земного шара, проведенный от гипоцентра очага землетрясения) называется эпицентром. От гипоцентра во всех направлениях распространяются в виде волн упругие колебания: продольные (сжатия и растяжения) и поперечные (сдвиговые, перпендикулярные продольным волнам), вызывающие в породах деформации сдвига. При этом скорость поперечных волн в 1,7 раза меньше чем скорость продольных волн. Кроме того, от эпицентра по поверхности земли распространяются во все стороны поверхностные волны (как по поверхности воды от вертикально брошенного в воду камня).

Как показывает накопленный опыт наблюдений за землетрясениями, продолжительность землетрясений чаще всего измеряется несколькими секундами и реже - минутами. Силу землетрясения оценивают в баллах по 12-балльной шкале. При силе землетрясения менее 6 баллов качественно возведенные здания и сооружения, в соответствии требованиям нормативно-проектной документации для обычных условий, являются вполне устойчивыми. В связи с этим вся территория СНГ (бывший СССР), включая Российскую Федерацию, районирована с учетом сейсмических воздействий 6–10 баллов. Районы с сейсмическим воздействием в 6 и более баллов на территории СНГ распространены преимущественно по южной границе от Карпат до Сахалина и занимают огромные территории Средней Азии, Якутии, всю Камчатку и Алеутские острова. В современных условиях с целью уточнения сейсмичности конкретной строительной площадки выполняется сейсмическое микрорайонирование, которое производится с учетом особенностей инженерно-геологических и гидрогеологических условий по таблице 1 [40].

## **Глава 1. Сейсмичность, как явление природного происхождения и ее влияние на устойчивость зданий и сооружений**

Многие здания и сооружения, возведенные в несейсмических районах без учета основных конструктивных требований по обеспечению прочности, сейсмоустойчивости имеют большую уязвимость при землетрясениях даже с магнитудой  $M < 6$ . Поэтому гарантировать полную безопасность сооружений во время землетрясений практически невозможно. Имеется определенный риск при эксплуатации и строительстве зданий и сооружений на территориях, включающих: старую застройку со зданиями, возведенными без современного комплекса антисейсмических мероприятий; районы с высокой плотностью населения. В этих условиях МЧС РФ, другие государственные и местные органы, в соответствии со специальной долговременной программой «По уменьшению уровня сейсмического риска», проводят аттестацию всех существующих эксплуатируемых зданий и сооружений с периодическим обследованием технического состояния и выявлением фактического уровня их сейсмостойкости. На этой основе принимаются решения о сносе неудовлетворительных и усилении ослабленных объектов. Опыт разрушительного воздействия землетрясений и других сейсмособытий приведен в приложении настоящего издания. В соответствии с уровнем ответственности и статусом объектов, первоочередное внимание по усилению уделяется зданиям и сооружениям с большим скоплением людей, включая: дошкольные учреждения; школы; больницы; места проведения массовых спортивных и культурных мероприятий; а также объекты жизнеобеспечения (теплоэлектростанции, объекты водо-газообеспечения). Для повышения сейсмостойкости эксплуатируемых объектов в современных условиях используются эффективные методы повышения уровня сейсмо-вооруженности, которые позволяют осуществить это без прекращения эксплуатации функционирующих зданий. К таким методам относятся: сейсмоизоляция существующего сооружения путем поэтапной установки резинометаллических подушек (демпферов), располагаемых на уровне верхнего обреза фундаментов (приложение 3 и рис. 1., 2); возведение над существующим зданием верхнего неэксплуатируемого гибкого этажа с инерционной массой, выполняющей функцию «гасителя» сейсмического колебания во время землетрясения (рис. 3); соединение верха существующего здания с вновь построенным жестким консольным сооружением и др.

Накопленный отечественный опыт и анализ результатов разрушительных землетрясений в Зангезуре (1968 г.); Газли (1976 г.); Спитаке (1988 г.); Ноемберяне (1994 г.), подкрепленный научными исследованиями отечественных и зарубежных ученых, позволил выработать и реализовать целую систему эффективных, практичных и действенных архитектурно-конструктивных мероприятий по развитию новых и усовершенствованию существующих инженерных решений сейсмостойкости зданий и сооружений.

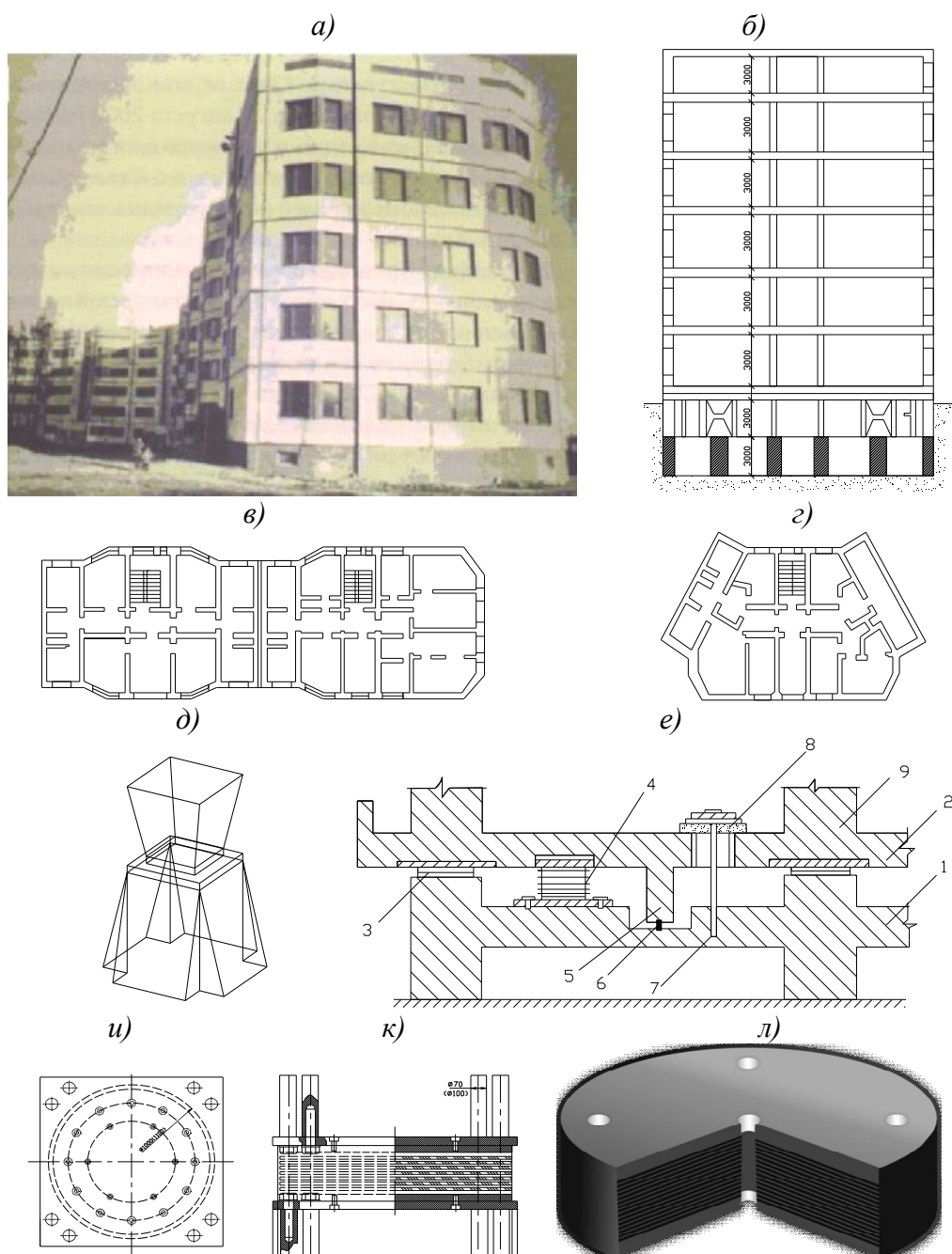


Рис. 1. Сейсмоизоляция существующих зданий и сооружений путем поэтапной установки резинометаллических подушек

Пример сейсмоизоляции крупнопанельного жилого дома серии 122 с адаптивной системой сейсмозащиты, где *а*-фасад, *б*-разрез, *в*-план рядовой блок-секции, *г*-план угловой блок-секции, *д*-контрфорс с выключающимися элементами; *е*-вариант конструктивного решения сейсмоизолирующего фундамента с опорами сухого трения; *и*, *к*, *л*-конструкция резинометаллической опоры с высокодемпфирующей резиной типов SI-H 1000/168 и SI-H 1100/168 в полной комплектации, где: *и*-план, *к*-разрез; *л*-сейсмоизолирующая опора из высокодеформирующей резины с металлическими пластинами; 1-нижняя неподвижная опора фундамента; 2-то же, верхняя подвижная; 3-элемент сухого трения; 4-резинометаллическая опора; 5-ограничитель горизонтального перемещения; 6-фиксатор; 7-гибкая связь; 8-упругая прокладка; 9-конструкция здания

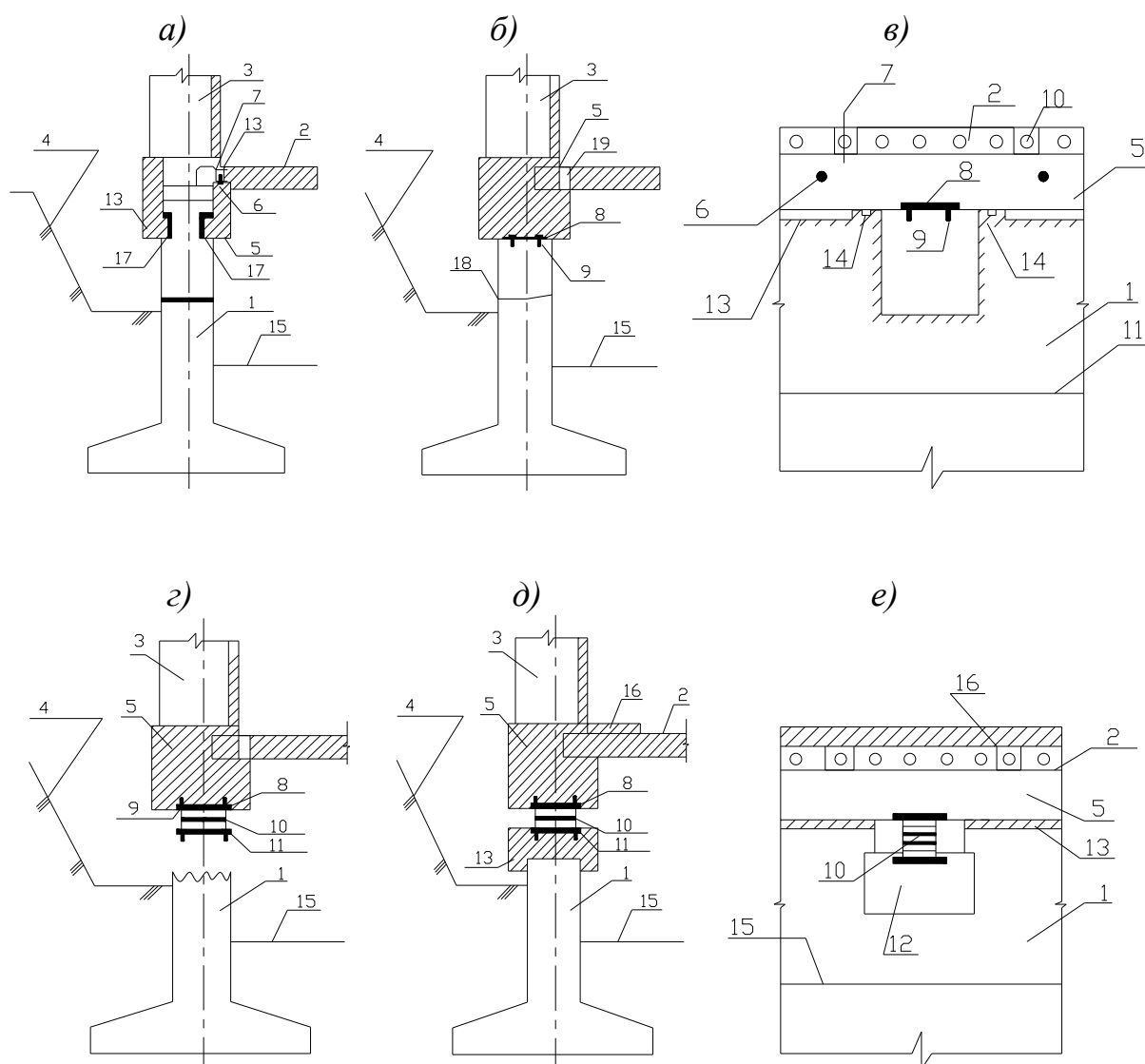


Рис. 2. Принципиальная схема устройства конструкций сейсмоизоляции для существующих зданий с использованием резинометаллических сейсмоизолирующих опор (PMCO) и технологическая последовательность (*а→б→в→г→д→е*) выполнения работ на объекте с кирпичным остовом:

1-стена подвала; 2-плита перекрытия; 3-несущая стена; 4-траншея; 5-антисейсмический пояс; 6-стяжной болт; 7-анкер; 8-верхняя закладная деталь сейсмической опоры; 9-болты крепления сейсмоопоры (съемные); 10-резинометаллическая сейсмоизолирующая опора (PMCO); 11-нижняя закладная деталь сейсмоопоры; 12-нижняя опорная подушка; 13-горизонтальный антисейсмический шов; 14-опорные участки (временные); 15-пол подвала; 16-армированная набетонка; 17-горизонтальные борозды в стене подвала; 18-отверстие в стене подвала в месте установки сейсмоопоры; 19-отверстие в плите перекрытия

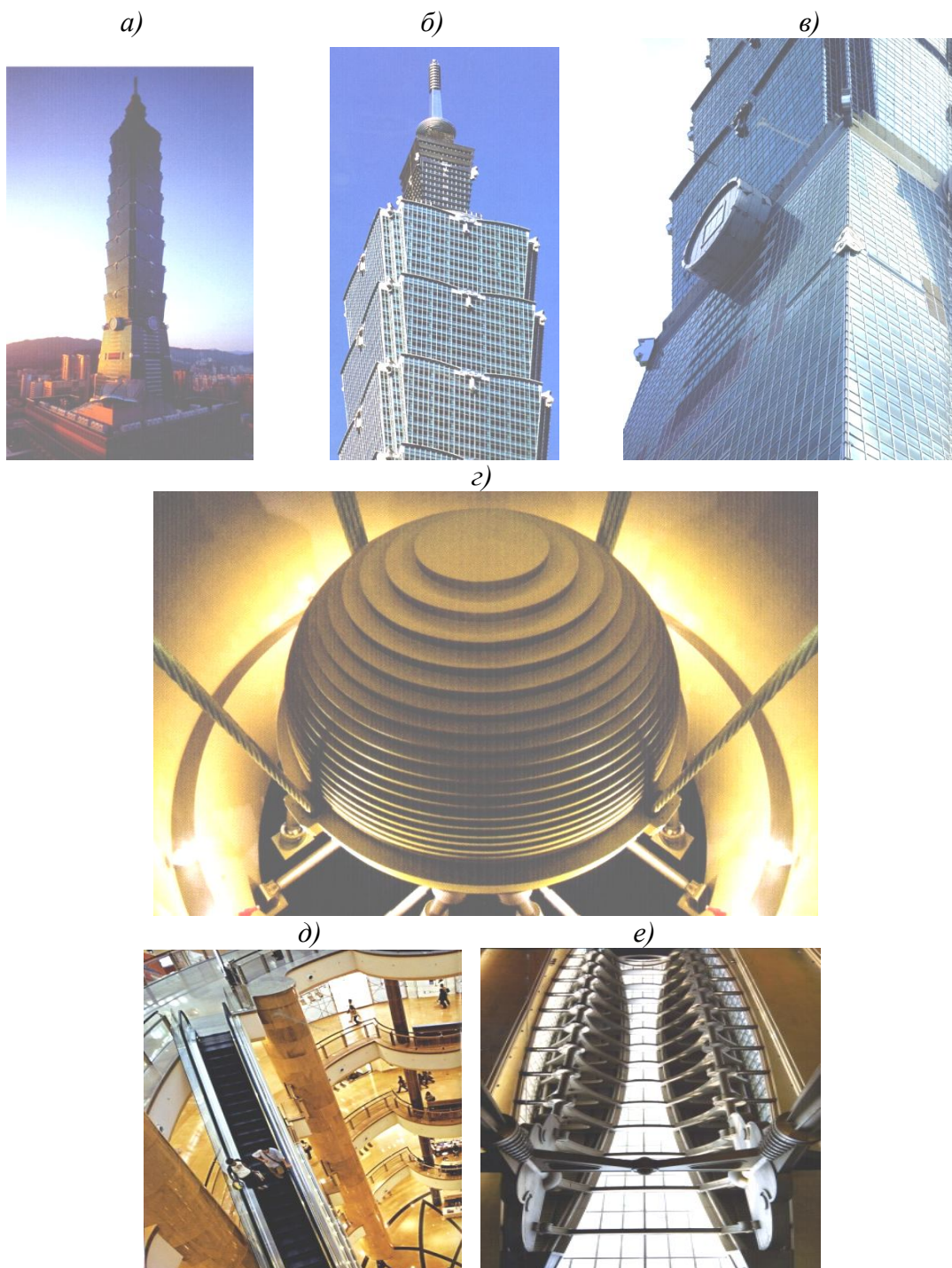


Рис. 3. Практическое использование инерционной массы, выполняющей функцию «гасителя» сейсмического колебания во время землетрясения на примере 101-этажного небоскреба Тайбэй-101, высотой 1671 фут или 509 метров, возведенного в 2004 году по проекту архитектора китайского происхождения Чан-Юн-Ли, расположенного в столице Тайваня - городе Тайбэй в Китайской Республике:

*a* - общий вид фасада здания; *б*, *в* - фрагменты фасадов небоскреба напоминающего побег бамбука и состоящего из сегментов; *г* - 800 тонный отвес сейсмоветрогаситель, расположенный на уровне 92-го этажа и служащий для обеспечения требуемой устойчивости небоскреба при землетрясениях и ветровой нагрузках; *д* - скоростные лифты, движущиеся со скоростью 1008 метров в минуту, достигая крыши с закрытой смотровой площадкой всего за 39 секунд; *е* - адаптерная система в составе остова здания

К основным из этих мероприятий, включенных в действующий свод правил СП 14.13330.2014[40], относятся:

- объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений, расположенных в сейсмически активных районах, должны удовлетворять условиям симметрии и равномерного распределения жесткостей и масс;

- при проектировании новых объектов, предпочтение отдается конструктивным системам с малым шагом несущих элементов, меньшим количеством проемов, малыми размерами и симметричным расположением;

- здания сложной, неправильной формы при землетрясениях подвергаются дополнительным крутильным воздействиям, что резко увеличивает их повреждаемость от сейсмических воздействий;

- вертикальные несущие элементы различных остовов зданий и сооружений проектируются таким образом, чтобы конструкции колонн, пилонов, стен, диафрагм жесткости, ядер жесткости, вертикальных связей проходили по высоте здания или сооружения от уровня обреза фундамента до крыши, без разрывов и изменения материала вертикальной конструкции;

- конструктивные решения по несущему остову здания или сооружения принимаются из условия обеспечения строительных конструкций и систем определенной «адаптивностью», с целью исключения их хрупкого и внезапного разрушения, а также создания возможности их пластического деформирования без обрушения. Для обеспечения этих принципов, сжимающие усилия в несущих вертикальных элементах остова зданий от действия постоянных статических нагрузок ограничиваются, по сравнению с их реальной несущей способностью;

- при выборе наиболее приемлемого и относительно надежного строительного материала для сейсмостойкого строительства предпочтение отдается строительным конструкциям, изготовленным из стали и сталежелезобетона;

- при проведении расчетов, создании и формировании расчетных плоских и пространственных моделей различных конструктивных остовов зданий или сооружений, предпочтение отдается многократно статически неопределимым конструктивным системам;

- основные несущие элементы и конструкции остова сейсмостойких зданий и сооружений проектируются и возводятся из однородных и монолитно связанных между собой в единую прочную, и вместе с тем «гибкую» (податливую в пределах нормативных параметров) конструктивную систему;

- критерием для расчетно-конструктивной модели сейсмостойкого здания или сооружения по его высоте является условие, при котором вертикально расположенные конструктивные элементы остова проектируются «гибкими» (податливыми в пределах нормативных параметров), а на уровнях расположения конструкций междуэтажных перекрытий и покрытия – жесткими;

- при проектировании сборных железобетонных конструкций предпочтение отдается, как правило, укрупненным размерам элементов, при этом обра-



щается особое внимание на надежность и прочность монтажных стыков соединения крупноразмерных элементов, а также их место расположения в общей конструктивной системе. Монтажные стыки соединения крупноразмерных элементов располагаются вне зон максимальных усилий по расчетной схеме;

-монтажные узлы соединения между отдельными конструктивными элементами сейсмостойкой системы проектируются по критерию равнопрочности между узлом соединения и конструктивными элементами. При этом проектное решение должно обеспечивать возможность качественного конструктивного воплощения при выполнении строительно-монтажных работ с нормативными монтажными зазорами. В сейсмически активных районах для стальных и комбинированных конструкций болтовые соединения предпочтительны по сравнению со сварочными соединениями.

-с целью предотвращения возможных аварий предусматриваются гибкие (податливые) и герметичные соединения между элементами водо-газо-энергопроводящих инженерных коммуникаций внутри сооружения и магистральными инженерными системами в грунтовом массиве, в котором они проложены;

-сопоставительным анализом установлено, что разница между начальной сметной стоимостью здания, возведенного изначально с учетом сейсмозащитных мероприятий, по отношению к зданиям без сейсмозащитных мероприятий в условиях минимальной и высокой сейсмостойкости составляет всего 5%. Вместе с тем следует отметить, что вынужденное усиление уже готового здания обходится в 50 и более процентов от его первоначальной стоимости;

-многие здания и сооружения старой постройки имеют декоративные элементы на фасадах, включая: лепнину; скульптурные украшения; карнизы и т. п., которые, имея дополнительную относительно большую массу, во время землетрясения могут представлять опасность на предмет обрушения от сейсмических воздействий. Поэтому на основании новых нормативных документов декоративные элементы на фасадах или удаляют, если они не являются предметами охраны для объектов культурного наследия, или дополнительно прикрепляют к конструкциям остова здания;

-при выборе площадок для строительства объектов в условиях сейсмической активности накладываются ограничения на строительство в сложных инженерно-геологических, гидрогеологических условиях, а также вблизи активных разломов на крутых склонах, оползневых зонах, участках возможного разжижения, проседания и набухания грунтов, зонах возможного затопления в случае обрушения плотин и т.д. На таких территориях предпочтительно размещаются парки, зоны отдыха и другие аналогичные объекты без капитальных построек;

-важными критериями при разработке генеральных планов застройки

территорий городов являются: стремление к простой застройке; возможно широкие улицы и проезды; минимальная плотность заселения. При этом отдается предпочтение возведению зданий высотой не более 9 этажей;

-следует отметить, что современные строительные нормы сейсмостойкого строительства устанавливают лишь минимальные требования для обеспечения сопротивления сооружения землетрясению. Они не могут предусмотреть все возможные случаи сейсмособытий. Поэтому инженер-проектировщик несет индивидуальную ответственность за сейсмостойкость своего проекта;

-в соответствии с таблицей 1 СП 14.13330.2014 скальные и другие надежные грунты I и II категории по сейсмическим свойствам являются наиболее приемлемыми и предпочтительными при выборе строительной площадки, с целью обеспечения требуемой сейсмостойкости зданий и сооружений;

-известно, что причиной большинства повреждений, нарушений целостности и обрушений отдельных конструктивных элементов зданий или сооружений в целом во время землетрясения является резонанс, при котором происходит совпадение, накладка и суммирование внешнего и внутреннего периода основного тона свободных колебаний. В связи с этим значение периода основного тона свободных колебаний проектируемого здания или сооружения принимается в 1,5 раза (в ту или другую сторону) отличающимся от преобладающего периода грунтового массива, на котором оно возводится;

-общепризнанными критериями сейсмостойкого проектирования с точки зрения обеспечения безопасности людей и экономии материальных ресурсов считаются:

-при слабых землетрясениях с магнитудой  $M < 5,0$  здания должны остаться неповрежденными или получить небольшие повреждения;

-при умеренных землетрясениях с магнитудой  $5,0 < M < 7,0$  допускаются некоторые повреждения, однако здания должны сохранять целесообразность их восстановления;

-при сильных землетрясениях с магнитудой  $M > 7,0$  здания должны сохранять жизни людей и не обрушиться, хотя позже они могут быть снесены.

В вопросе защиты населения и окружающей его инфраструктуры от негативных последствий землетрясений важное место занимает работа по воспитанию и выработке у людей общественного сознания о непредсказуемых и опасных результатах сейсмособытий. Поэтому в районах с высокой сейсмической активностью в нашей стране и за рубежом работниками органов государственного и муниципального управления, проектировщиками, архитекторами и строителями практикуются общественные и социальные мероприятия по систематическому и регулярному напоминанию всему населению о горьких уроках прошлых разрушительных землетрясений и других сейсмособытий (приложение 1). С этой целью на видных и доступных для обзора местах фасадов наиболее уязвимых зданий и сооружений размещается специальная разъяснительно-предупредительная информация о возможной опасности в случае землетрясения. Не подготовленное к сейсмособытиями население, кото-



рому еще не приходилось пережить необычные ситуации во время и после землетрясений, как правило, подвергается большим нервным потрясениям и люди могут прибегнуть к неразумным действиям. Поэтому все население сейсмоактивных зон должно иметь элементарные знания о землетрясениях и способах защиты от них. Детям и школьникам рекомендуется в обязательном порядке иметь элементарные знания о землетрясениях, уметь преодолевать чувство страха и спокойно переживать само землетрясение. Широким слоям населения необходимо систематически обучаться элементарным навыкам обеспечения как собственной безопасности, так и безопасности других членов общества как в течение всего землетрясения, так и непосредственно после завершения землетрясения. Для этих целей в современных условиях используются все средства массовой информации, включая: радио, телевидение, проводной и сотовый телефон, интернет и т.д. Практикуется проведение плановых учебных сейсмических тревог с привлечением всех аварийно-спасательных служб. Сразу после землетрясения на средства массовой информации возлагается большая нагрузка и ответственность. Обычно после сильного землетрясения распространяются всякого рода необоснованные слухи о вымышленных причинах землетрясения, об ожидаемых более мощных толчках, о большем количестве жертв и огромных масштабах повреждений, как правило, не соответствующих действительности, которые становятся причиной дополнительной дестабилизации и без того нарушенного общественного сознания. Средства массовой информации не только не должны способствовать распространению таких слухов, но и в тесном сотрудничестве с представителями власти и специалистами в области сейсмологии и строительства способствовать доведению до сознания широких слоев населения истинной информации о произошедшем землетрясении или сейсмособытии. Землетрясения всегда становятся причиной существенного материального ущерба. Поэтому государственные органы рекомендуют населению заблаговременно страховать свое имущество, как это практикуется на случай пожара, засухи, наводнения, цунами и других природных стихийных явлений. С целью оперативной ликвидации негативных последствий землетрясений и оказания помощи пострадавшим, государством создано и функционирует на постоянной основе Министерство по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации (МЧС РФ). МЧС РФ оснащено современными техническими средствами спасения, укомплектовано профессиональными специалистами по спасательным работам, обученными быстрому восстановлению условий жизнеобеспечения, соблюдению общественного правопорядка, организации медицинского обслуживания и снабжения населения продуктами питания и других неотложных мер.

Землетрясение, без сомнения, страшное природное явление. Современной сейсмической науке известно, где может произойти землетрясение, но до сих пор ученые и специалисты еще не научились определять, когда очередное землетрясение может произойти, и с какой интенсивностью. Как правило,

землетрясение происходит неожиданно. С точки зрения современной науки с землетрясением можно «сотрудничать», против него можно «бороться» и сдерживать его разрушительное воздействие и даже можно «победить» его.

С самого начала развития сейсмологии как самостоятельной науки, с конца XIX века, причинам возникновения землетрясений уделяли больше внимания, чем причиненным им огромным негативным последствиям. Научные аспекты причин возникновения землетрясений и их прогноза в иерархии актуальности всегда занимали более высокое положение, чем аспекты практического обеспечения сохранности зданий и сооружений (сейсмостойкости) при землетрясениях и подготовка населения и государства к ним. На сейсмологические научные исследования во всех странах уровень государственного финансирования всегда в десятки раз выше, чем на исследования по сейсмостойкому строительству. Сейсмологическими вопросами всегда занималось большое количество титулованных ученых и всемирно известных академических организаций, тогда как вопросы обеспечения сейсмостойкости сооружений и снижение уровня сейсмического риска были на втором плане. О природе формирования и прохождения землетрясений (сейсмособытий) человечество знает достаточно много, а о сейсмостойкости зданий или сооружений и снижении уровня сейсмического риска знаний, исследований и опыта, еще недостаточно. По мнению современных учёных, XXI век должен стать веком всемирной защиты населения, животного мира, окружающей среды и инфраструктуры от пагубных воздействий и последствий землетрясений (сейсмособытий). Только после решения глобальных задач по обеспечению надежной сейсмозащиты, в широком смысле этого термина, человечество можем быть уверенным, что при будущих землетрясениях число жертв и уровень ущерба минимизируется. Поэтому вопросы изучения, исследования, анализа, оценки, проектирования, расчета, возведения и квалифицированной эксплуатации сейсмостойких зданий и сооружений являются актуальными. Настоящее издание призвано помочь читателям в решении вопросов по сейсмостойкому проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений, расположенных в районах с сейсмической активностью.

В приложении 1 настоящего издания в качестве поучительного примера приводится краткий обзор хронологии сейсмических событий, природных воздействий и разрушений зданий и сооружений, произошедших за последние 10 лет в период с 2006 по 2015 годы.

### **1.1. История формирования, развития и совершенствования сейсмостойкого строительства зданий и сооружений**

История архитектуры знает много примеров зданий, хорошо перенесших многочисленные землетрясения благодаря отработанным архитектурным и конструктивным приемам, позволяющим возводить здания пластически мно-

гообразных архитектурных форм. Греческие периптеры, мусульманские храмы, многоярусные японские храмы-пагоды являются такими примерами, в которых логика построения формы и расположения деталей соответствует логике сейсмически устойчивой конструктивной структуре.

Основы зарождения, формирования и развития архитектурно-конструктивных решений сейсмостойких зданий и сооружений изучались и исследовались на историческом материале, при этом отмечалось большое значение сейсмостойких архитектурных приемов, использованных древними зодчими. На роль архитектурных приемов при возведении зданий в условиях сейсмической активности указывалось в трактатах многих ведущих специалистов в области сейсмостойкости.

Решение проблемы взаимосвязи строительных конструкций, функционального содержания и художественного замысла является важным признаком формирования архитектурных систем в истории развития архитектурных форм. Ордерная система Древней Греции, архитектура готических соборов показывает, как художественное осмысление работы элементов конструктивной структуры здания создает тектоническую основу его архитектурного облика. Примеры традиционной японской архитектуры, постройки Древнего Рима, проекты зданий конструктивизма, сооружения современных архитекторов Пьера Луиджи Нерви, Кензо Танге, К. Курокава, О. Фрея и др. показывают, что конструктивное строение системы остова здания может служить органической частью архитектурной композиции. П.Нери отмечает: «Техника открывает источник почти безграничных статических возможностей, конструктивных и функциональных, которые сами по себе невыразительны, но в том случае, когда они оживляются чувством композиции, гармонии и пропорции, а также заботой о деталях, они могут стать яркими выразителями архитектоники».

Чтобы понять и осмыслить историю формирования современного сейсмостойкого строительства, необходимо рассмотреть мир сейсмостойких строительных конструкций и в историческом аспекте, ведь большинство известных идей и принципов разработки современных многообразных конструкций были открыты еще в глубокой древности и применяются до сих пор. Основные фундаментальные принципы расчета, конструирования, проектирования, возведения и эксплуатации сейсмостойких зданий и сооружений, лежащие в основе не только древних, но и современных антисейсмических конструктивных решений, включены в действующие нормативные документы СП 14.13330.2014 [40] и приведены ниже.

1. Принцип симметрии. Сейсмические массы и жесткости остова здания или сооружения, а также его отдельных конструктивных элементов должны быть распределены равномерно и симметрично относительно осей и плоскостей симметрии, проходящих через центр тяжести сооружения.

2. Принцип гармонии. Необходимо выдерживать пропорциональность в геометрических размерах здания, при этом длина или высота его не должны быть чрезвычайно большими.

3. Принцип «антитяжести» (снижение массы). Необходимо проектировать и возводить здания или сооружения, как можно более легкими, с центром тяжести, расположенным как можно ниже.

4. Принцип эластичности (предельная податливость). Строительные материалы в несущих и ограждающих конструкциях зданий должны применяться прочные, легкие, обладающие упругими свойствами, и конструкции, изготовленные из них, должны иметь однородные свойства.

5. Принцип замкнутого контура. Несущие элементы конструкции должны быть связаны между собой, образуя замкнутые контуры, как в вертикальном направлении, так и в горизонтальном.

6. Принцип фундаментальности. Фундаменты сейсмостойких зданий или сооружений и их отдельные конструктивные элементы должны быть: прочными; достаточно глубоко заложенными; желательно на податливых прослойках или специальных конструкциях, заменяющих слабые грунты, для обеспечения однородности и прочности грунтового основания.

7. Принцип сейсмоизоляции. Применять специальные устройства, позволяющие снизить интенсивность колебательных процессов, передаваемых от грунта на фундаменты и на здание в целом.

При отступлении от вышеприведенных основных принципов, можно возводить очень высокие и несимметричные здания и сооружения, но в таком случае необходимо предусматривать комплекс дополнительных конструктивных мер для обеспечения требуемой прочности, устойчивости, безопасности и длительной эксплуатационной пригодности объектов при землетрясении. Для всех случаев предполагается, что качество должно быть отличное. Соблюдение всех семи основных принципов сейсмостойкости позволяет обеспечить нормативную работу такой конструктивной системы и ее элементов, в которой не возникнет сверхнормативное перенапряжение.

В современном проектировании сейсмостойких зданий и сооружений используются три основных, принципиально отличных друг от друга подхода:

-первый подход, самый распространенный, состоит в том, чтобы создавать конструкции повышенной прочности, способные без значительных повреждений переносить землетрясения, ожидаемые в данном районе. При этом здания необходимо усиливать и соответственно удорожать, так чтобы не превзойти экономически обоснованные пределы.

-второй подход основан на следующем. Известно, что чем прочнее фундаменты здания связаны с грунтом, тем выше возникающие сейсмические нагрузки, формирующиеся в остове здания. Так как в этом случае лучше передаются колебания от грунта к зданию через фундаменты. Поэтому ученые и проектировщики задались вопросом: а что если снизить эту нагрузку за счет ослабления связи между грунтом и сооружением? Для этой цели предложены,

апробированы и используются различные элементы сейсмозащиты или сейсмоизоляции, включая: песчаные прослойки, глиняные подушки, камышовые пояса, скользящие пояса из металлических пластин, резиновые прокладки, шары, эллипсоиды, воздушные подушки, пружины (приложение 3). Простейшие из этих способов существовали уже в глубокой древности. В современных условиях, уже в более сложных модернизированных вариантах, они активно развиваются и применяются в отечественном и зарубежном строительстве, так как позволяют создавать дешевые и надежные сейсмостойкие конструкции. Это направление сейсмозащиты зданий и сооружений в современной науке получило название «пассивная сейсмозащита» (приложение 3, п.3.4).

-третий подход основан на использовании систем «активной сейсмозащиты» (приложение 3, п.3.5). Такие здания оснащаются специальными устройствами, которые изменяют их динамические свойства и выводят из состояния резонанса. Это самый современный и эффективный способ создания сейсмостойких зданий, так как в этом случае в здании устраиваются различные силовые приводы, управляемые современными компьютерными системами, обрабатывающими на месте информацию от происходящего землетрясения. Здания и сооружения, оснащенные системой активной сейсмозащиты, получили научный термин «здания-роботы». Вместе с тем изучение истории формирования и развития сейсмостойкого строительства объектов позволяет констатировать, что это самый древний способ защиты зданий от землетрясений.

Самые древние сейсмостойкие сооружения – это мегалитические однотипные сооружения, которые распространены в сейсмически активных зонах земного шара от Японии, на востоке, до Франции и Англии на западе. Многие из этих сооружений, возведенные в сейсмически опасных районах, за свою тысячелетнюю историю перенесли множество землетрясений и все же сохранились до наших дней. Примерами могут служить целый ряд сооружений, возведенных нашими предками еще в древности, например: менгиры; одно- и двухэтажные дольмены; кромлехи (рис. 4).

Характерным примером является гармонично сложенный двухэтажный дольмен, расположенный вблизи селения произошедшем Горикди в Азербайджане (рис. 4в). В этом древнем сейсмостойком сооружении дольмена воплощены практически все современные принципы сейсмостойкого строительства, в том числе: жесткости и массы в нем распределены равномерно и симметрично; в узлах опирания каменных конструкций остова имеются податливые шарниры; при превышении определенного уровня смещения плиты упираются друг в друга и образуются включающиеся связи, ограничивающие амплитуду колебания системы. Таким образом, пространственная конструкция древнего дольмена сначала работает как податливая. Затем, с ростом смещения – как жесткая, нелинейная конструктивная система.

Из изложенного становится ясно, что именно в этот исторический период были заложены основы современного сейсмостойкого строительства.

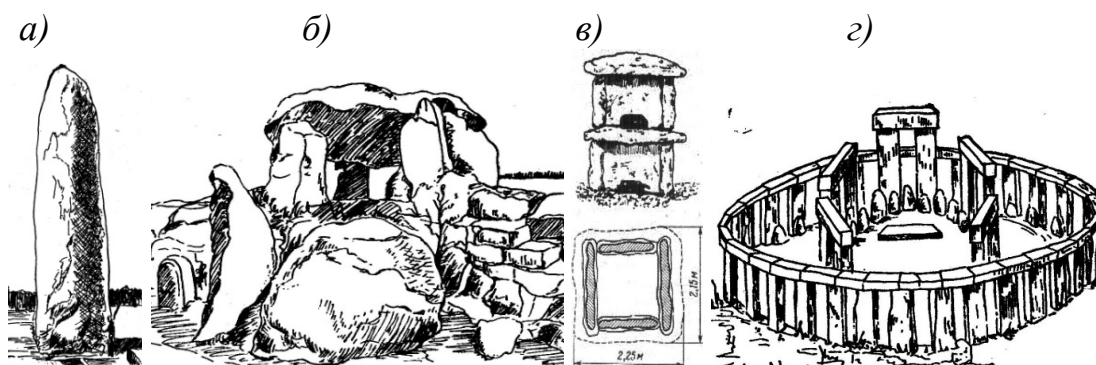


Рис. 4. Мегалитические сооружения эпохи первобытно-общинного строя:  
*а*-менгир; *б*-дольмен эпохи позднего неолита; *в*-двухэтажный сейсмостойкий дольмен, расположенный вблизи селения Горикди в Азербайджане; *г*-кромлех в Стронхендже (Англия) с кругом диаметром 30 м

С позиций изучения истории сейсмостойкости сооружений неоспоримый интерес представляют особенности конструкций стен, возводимых в Двуречье. Основной массив кладки стен, облицованных полнотелым обожженным (керамическим) кирпичом, состоял из кирпича--сырца (не обожженного) на растворе из местной глины и битума. Через каждые 5-13 рядов кладки, укладывалась цинковка, плетеная из стеблей тростника (горизонтальное армирование кладки), пропитанная битумом, которая также способствовала предохранению кладки от влаги и воздействия солевой агрессии подземных вод. Известковый кладочный раствор стал применяться значительно позже, в середине I-го тысячелетия до нашей эры. Обожженный, или керамический, полнотелый кирпич применялся, главным образом, для облицовки стен. Из историко-архивного описания конструкций такой стены и переосмысления с учетом современных знаний, можно охарактеризовать, что она обладала упругопластическими свойствами, которые придавала ей центральная часть, состоящая из кладки непрочного (пластичного) сырцового кирпича на аналогичном кладочном растворе из местной глины и битума. Колебания грунта при землетрясении, передававшиеся многослойной стене, гасились в ней за счет особенности ее кладки, обладающей податливостью и вязкостью. Общая же устойчивость стены здания обеспечивалась поперечными стенами и контрфорсами (рис. 5*а*).

Такая конструкция сейсмостойкой стены применялась более 5 тысяч лет тому назад. Примером этому может служить Великая Китайская стена, протяженностью около 6000 км, высотой 10 метров, возведенная в эпоху Мин, по приказу императора Цинь Ши-хуанди (правил с 221 по 210 гг. д н.э.). Великая Китайская стена расположена в сейсмически активной зоне земного шара и сохранилась до настоящего времени. Визуализированное изображение возведения конструкции участка стены с технологическими приемами строительных процессов приведено на рис. 5*б*. Время показывает, что такая стена способна без обрушений противостоять не только сейсмическим воздействиям, но и неравномерным деформациям осадки грунта в основании ленточных фунда-

ментов. Идея конструкции массивной стены, состоящей из жесткой облицовки и податливого сердечника, встречается и в более поздние периоды, вплоть до нашего времени. Меняются строительные материалы и типы конструкций зданий и сооружений, а проверенный историей принцип трехслойной кладки стен остается тем же.

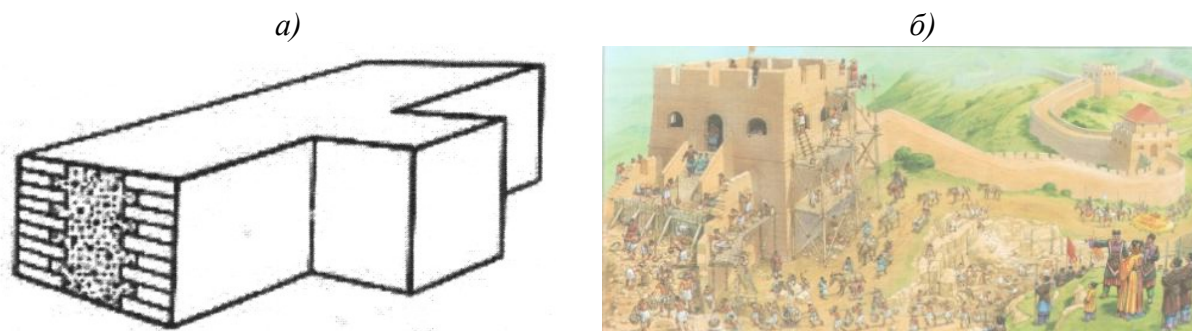


Рис. 5. Сейсмостойкие конструкции древней многослойной кладки стен:  
*а*-фрагмент древней многослойной массивной кладки с контрфорсом, состоящей из среднего податливого слоя, выполненного из кладки сырцового кирпича на глиняном растворе и облицованной с двух сторон слоями из кладки обожженным (керамическим) кирпичом;  
*б*-Великая Китайская стена с технологическими приемами строительных процессов

Еще одно антисейсмическое мероприятие, которое применялось в далеком прошлом – это строительство монументальных сооружений (храмов, дворцов) на огромных платформах с колесами (рис. 6*а*).

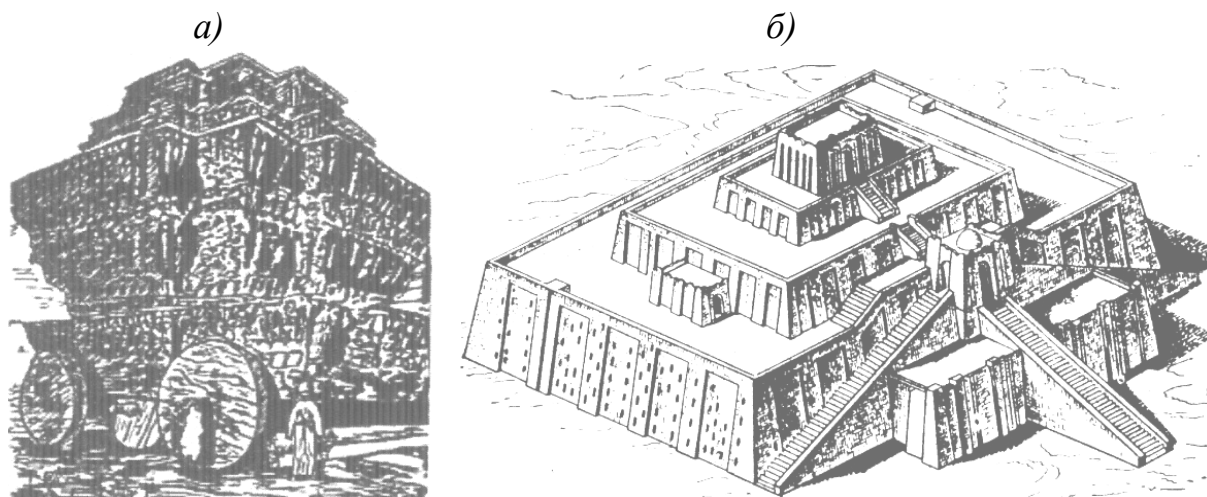


Рис. 6. Примеры древних сейсмостойких монументальных сооружений:  
*а* - древний индийский храм на платформе с колесами; *б* - Зиккурат в Уре, конец III века д н.э. высотой 15 м над поверхностью земли, покоящийся на платформе 43х65 м

Такие сейсмостойкие сооружения на платформах возводились во многих древних государствах от Китая, Персии, Египта до Мексики. Зиккурат в Уре высотой 15 метров над поверхностью земли, возведенный в конце III века до

нашей эры, покоится на огромной прямоугольной платформе размером в плане 43 x 65 метров (рис. 6б).

У греческих строителей была своя теория устойчивых сооружений, в том числе и своя уже сформировавшаяся теория сейсмостойкого строительства. В конструкциях греческих храмов применялась чрезвычайно простая стоечно-балочная система с податливыми связями. На вертикальные несущие конструктивные элементы стен и колонн уложены горизонтальные и наклонные балки, поддерживающие конструкции настила перекрытий. Податливая связь между несущими элементами остова осуществлялась при помощи железных штырей и скреп, залитых свинцом. Такая стоечно-балочная система господствовала в греческой архитектуре как в классический период (V век до нашей эры), так и в архаический (VIII--V века до нашей эры). Строители Древней Греции обеспечивали достаточно податливую и сейсмостойкую конструкцию своих уникальных храмов за счет особенностей фундаментов. Конструкции фундаментов сооружений классической эпохи, как и эпохи архаики, возводились без связи с несущими элементами (стенами, колоннами) надземной части остова. При неравномерных осадках таких фундаментов не возникали дополнительные напряжения ни в гибко связанных элементах перекрытий, ни в несущих конструкциях стен и колонн, ни в конструкциях фундамента. Остова греческих храмов состоят из отдельных каменных элементов, имеющих между собой упругопластические связи и высокий коэффициент затухания за счет точной подгонки и шлифовки узлов соединения отдельных каменных блоков. Даже колонны, состоящие из отдельных барабанов, являются достаточно гибкими. Поэтому греческие храмы по современным оценкам, отвечают почти всем принципам сейсмостойкости, включая следующие: конструкции фундаментов имеют простейшие демпферные прослойки; почти всегда обеспечена симметрия расположения сейсмических масс и жесткости элементов; обладают способностью к подвижке с высоким коэффициентом затухания колебаний за счет податливой связи между несущими элементами остова сооружения. Созданная греками ордерная система в архитектуре способствовала не только развитию эстетики и красоты, но и отвечала требованиям основных принципов сейсмостойкости сооружений. Анализ сейсмостойких конструктивных систем греческих храмов позволяет вскрыть их некоторые важные архитектурно-конструктивные особенности. Если смотреть на фасад греческого храма, окруженного со всех сторон колоннами, то наблюдателю будет казаться, что все колонны имеют одну и ту же толщину, возведены абсолютно вертикально и на одинаковом расстоянии друг от друга. В действительности это не так. Такая регулярность восприятия получается за счет визуализированного исправления оптического искажения. На самом деле крайние колонны выполнены толще других, расстояние от них до ближайших колонн уменьшено, кроме того, все колонны имеют невидимый для наблюдателя наклон во внутрь здания (храма).



Сейсмостойкое строительство в Римской империи осуществлялось из строительных конструкций, возводимых с применением монолитного «римского» бетона. Сооружения из монолитного бетона получались прочными с однородными свойствами, а в совокупности с симметричностью и регулярностью распределения сейсмических масс и жесткостей - еще и сейсмостойкими. Совершенно понятно, что римские конструкции, выполненные из монолитного бетона, обладают совсем другими свойствами, чем конструкции греческих храмов, выполненные из каменных блоков, соединенных между собой податливыми связями. Древние строители учитывали это при возведении конструкций фундаментов. Если в греческих храмах устраивались независимые конструкции фундаментов под несущие элементы здания, и их неравномерные деформации осадки не вызывали в податливой конструкции надземного остова дополнительных напряжений, то в римских сооружениях, которые работают как единое целое, это уже недопустимо. Поэтому в них конструкция фундамента должна работать как единое жесткое целое. В связи с этим появился новый тип - плитный фундамент размером под все сооружение в целом.

Характерным представителем монолитной (литой) бетонной строительной техники и технологии с применением облицовочной «одежды» можно назвать «Колизей» - амфитеатр династии Флавиев (75 - 80 гг.). Это древнее гигантское сооружение не разрушили многочисленные землетрясения. Сооружение амфитеатра высотой 48,5 м представляет собой овальную в плане замкнутую форму размерами 156x189 м с ареной в его центральной части (рис. 7).

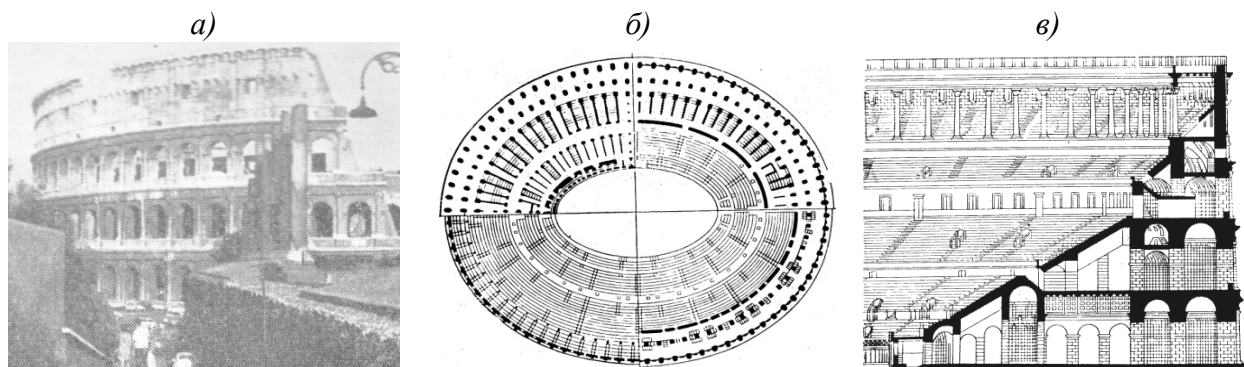


Рис. 7. Колизей в Риме, 75 - 80-е годы:

*а*-общий вид; *б*-план на разных уровнях в пределах сегментов; *в*-фрагмент разреза

Сооружение амфитеатра возведено в низине на намывных грунтах. С целью обеспечения надежного, прочного и мало сжимаемого искусственного грунтового основания, отвечающего римским правилам строительства, древним строителям пришлось вырыть глубокий котлован в слабых грунтах и удалить под подошвой фундамента плывуны на глубину до 12–13 метров на площади, которая больше, чем площадь застройки Колизея.

Вместо удаленного слабого грунта была выполнена целая система субструкций (конструктивных мероприятий), которые предназначены для того,

чтобы выдерживать огромную массу сооружения, перемещающуюся массу зрителей, насчитывающую до 50 тысяч человек, и обеспечить его сейсмостойкость.

Субструкции были устроены под всем сооружением Колизея, и их конструкция, как показывает многовековая история, является удачно подобранной и надежной. Это следует из того, что в Колизее имеется много следов перенесенных им землетрясений, но существенных обрушений несущих конструкций не наблюдается. Исследованиями установлено, что в систему субстанций, обеспечивающих многовековую сейсмостойкость остова Колизея, признано относить следующие конструктивные элементы, включая следующие:

1. Оптимальная, обтекаемая и замкнутая в плане геометрическая форма сооружения, система стен которого выполнена из кладки тесаного известняка и травертина на кладочном известковом растворе.

2. Фундамент, снабженный сейсмогасителями (демпферами) в виде мощной грунтовой подушки (субструкции) под подошвой и слоистой системы между обрезом фундамента и низом кладки кирпичного остова сооружения.

3. Конструкции несущего остова выполнены из монолитного (литого) бетона, облицованного кладкой.

Применялись два способа возведения литых конструкций - монолитный и слоистый. Монолитный способ заключался в непрерывном бетонировании без трамбования бетонной смеси, при этом в каждый слой раствора толщиной 30 – 40 мм набрасывался крупный щебень.

При такой технологии получается довольно прочная и однородная монолитная структура бетона. При применении слоистого способа создания системы литой бетонной конструкции использовалась такая технология: в стенах между облицовочной каменной кладкой или в фундаментах укладывались слои известково-пуццоланового раствора толщиной каждый по 100–150 мм, на которые набрасывался и втапливался слой мелкого щебня аналогичной толщины.

Созданная таким образом известково-пуццоланово-щебёнистая смесь утрамбовывалась и посыпалась мелкой каменной крошкой и пылью. Благодаря каменной пыли в монолитной конструкции стен и фундаментов создаются слои из прочных плит, которые при сейсмических воздействиях могут проскальзывать друг относительно друга независимо, уменьшая силу толчков и движения, передаваемые землетрясением через грунт.

Эта идея в результате переосмысления специалистами воплощается через 2000 лет в современную систему сейсмозащиты зданий и сооружений, возводимых на скользящих поясах.

Римский Пантеон – уникальное по замыслу и совершенное по воплощению строительной техники того времени сооружение (рис. 8). С точки зрения сейсмостойкости в нем соблюдены все принципы, сформулированные выше.

Пантеон можно назвать идеалом сейсмостойкого сооружения, ведь он просуществовал почти 2000 лет, и при всех многочисленных сейсмособытиях

в его бетонно-кирпичном каркасно-стеновом остове образовались незначительные дефекты в виде трещин, которые не представляют опасности для дальнейшей эксплуатации в качестве исторического памятника. Пантеон (Храм всех богов) возведен в период с 118 по 128 гг. при императоре Адриане. Сооружение имеет чрезвычайно простую геометрическую форму в плане.

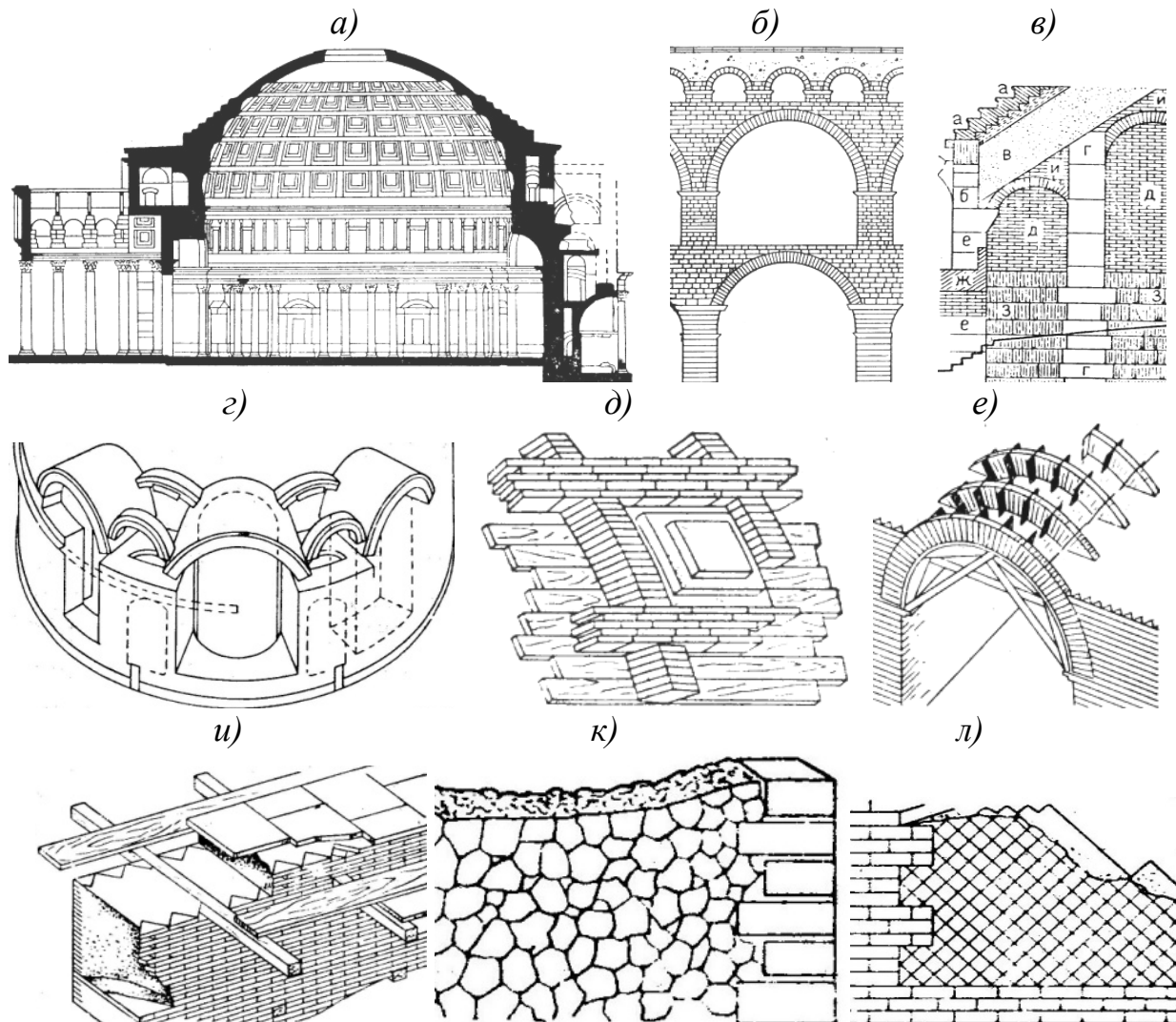


Рис. 8. Сейсмостойкие конструктивные системы древнеримского Пантеона: а-разрез; б-арочная конструкция из каменных квадратов насухо (акведук в Ниме, начало II в.); в-смешанная бетонно-каменная конструкция амфитеатра (Колизей, I в.); г-конструктивная схема ротонды; д, е-технологические схемы возведения кирпично-бетонных сводов; и-бетонная стена с кирпичной облицовкой; к-облицовка стен способом «инцерт» с нерегулярным рисунком фасада; л-то же, способом «ретикулат» с правильной формой фасада

Состоит из приземистого цилиндра с внутренним диаметром 43,5 м., перекрытого сферическим куполом диаметром 48,2 м, при общей высоте 43 м. Толщина литой бетонной стены с кирпичной облицовкой составляет 6,7 метров (рис. 8 и, к, л). Толщина оболочки купола переменная и изменяется от 1800 мм у его

основания, до 1200 мм в его вершине. Цилиндрическая форма стен сооружения Пантеона опирается на ленточный фундамент кольцевой в плане формы шириной 7300 мм глубиной 4,5 м. Конструкция фундамента слоистая, схожая с конструкцией фундамента Колизея, представляющая собой сейсмоизолирующую систему с проскальзыванием одного прочного слоя римского бетона по другому слою за счет прослойки песка. Таким образом, можно констатировать, что с точки зрения сейсмостойкости, прочности и устойчивости формокомпановочные решения древних зодчих Пантеона оцениваются как идеальные. Это идеально цилиндрическое по форме сооружение, у которого все жесткости и сейсмические массы распределены осесимметрично. Стены сооружения облицованы мелкоштучным кирпичом с прокладкой через каждый метр по высоте более крупных кирпичных плит, которые надежно связывают облицовку с монолитным бетоном стены. Для восприятия распора от конструкции купола, который считался самым большим и массивным во всем мире того времени с удельным показателем 7,3 тонны на один метр перекрываемой площади, зодчими были предусмотрены мероприятия по упрочнению и снижению массы конструктивных элементов остова сооружения. На одну треть была снижена масса конструкций стен за счет устройства восьми основных ниш шириной по 8,9 м, глубиной по 4,5 м и более мелких ниш в стенах толщиной 6,7 м. Поэтому нижняя часть стен Пантеона представляет собой восемь связанных между собой мощных устоев-пилонов. Более сложная в конструктивном отношении верхняя часть стен, где происходит их сочленение с купольной конструкцией покрытия, выполнена таким образом, что осуществлен плавный переход (без скачков линий и контуров конструкций) между опорной частью купола и верхней частью стен. Другими словами, осуществлен плавный «перелив» сейсмических масс. Полуциркульные кирпичные арки двоякой кривизны в конструкции стены работают подобно упругим волнистым рессорам, на которые опирается конструкция купола с двойным каркасом из кирпичной кладки. Особый интерес у современных исследователей вызывает конструкция древнего купола сооружения Пантеона. Для придания его конструкции некоторой упругости, однородности прочностных свойств и равномерности усадки при его бетонировании, в массив укладываемой бетонной смеси сферического купола заложены две связанные каркасные системы, выполненные из кирпичной кладки «в распор».

Архитектура Средней Азии в начале XIV века во времена Золотой орды имеет существенное отличие от античной архитектуры. Поэтому основные принципы обеспечения сейсмостойкости конструкций и сейсмоизолирующих мероприятий зданий и сооружений имели другой вид. Для их описания рассмотрим на конкретных примерах, сохранившихся до настоящего времени ряда наиболее известных и значимых объектов.

Сооружение мавзолея Ахмеда Ясави возведено в особых инженерно-геологических условиях на просадочных грунтах и расположено в зоне повышенной сейсмичности. За время эксплуатации уникального культового соору-

жения просадочные грунты основания неравномерно увлажнялись выше начальной просадочной влажности  $W_{sl}$ , что вызывало неравномерные деформации фундаментов в пределах контура объекта. Но сложное и протяженное в плане сооружение, имеющее разновысокие блоки, уже при строительстве было разделено осадочными швами на восемь отдельных пространственных и относительно жестких блоков (рис. 9).

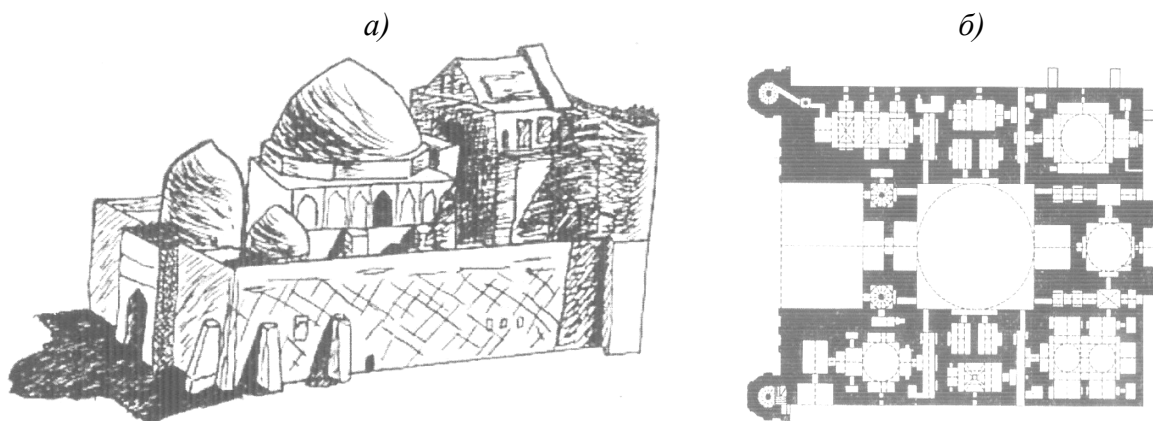


Рис. 9. Сооружение мавзолея Ахмеда Ясави:  
а-общий вид, б-план мавзолея с разделением на восемь независимых объемных блоков осадочными швами

Это мероприятие позволило совместить функции антисейсмических швов с осадочными швами, разрезающими сложное в плане здание на простые сейсмостойкие блоки. Конструктивно антисейсмические швы выполнены в виде четырех сквозных двухэтажных коридоров, которые позволили отдельным частям сооружения независимо перемещаться во время землетрясения или при неравномерных осадках, не вызывая дополнительных перегрузок в большеразмерном сооружении мавзолея. В ансамбле мавзолея обнаружена арка, выполненная из обожженного (керамического) полнотелого кирпича на кладочном растворе с очень высокими упругими свойствами.

Этот раствор представляет собой смесь неустановленной исследователями смолы с песком и местным лёссовым грунтом. Нанесенный на кирпич в подогретом состоянии раствор схватывается с ним необычайно прочно, придавая конструкции стены, выполненной из такой кладки, высокую прочность и повышенные упругопластические свойства. Такой раствор, использованный при кладке стен и таких ответственных конструктивных элементов стен и покрытия, как арки и купола, придают им исключительную долговечность и сейсмостойкость. Яркими примерами сохранившихся до наших дней сейсмостойких сооружений, являются всемирно известные памятники истории и архитектуры, расположенные в сейсмических районах на территории СНГ, в Средней Азии, приведенные на рис. 10.

Высоким уровнем сейсмозащиты на протяжении многих веков обладают японские храмы – пагоды (рис. 11). Их конструктивная схема состоит из двух систем различной жесткости. Конструкция из ярусов с тяжелой кровлей явля-

ется гибкой системой. В середину этой гибкой системы вставлена еще одна более гибкая система, выполненная в виде столба из гигантского ствола дерева, или составленная из нескольких частей. Этот столб пронизывает все ярусы башни и выступает над крышей в виде шпиля, на котором традиционно укрепляется девять бронзовых колец. Нижней частью столб опирается на каменное основание и закрепляется в нем шипом, как в среднеазиатских колоннах.

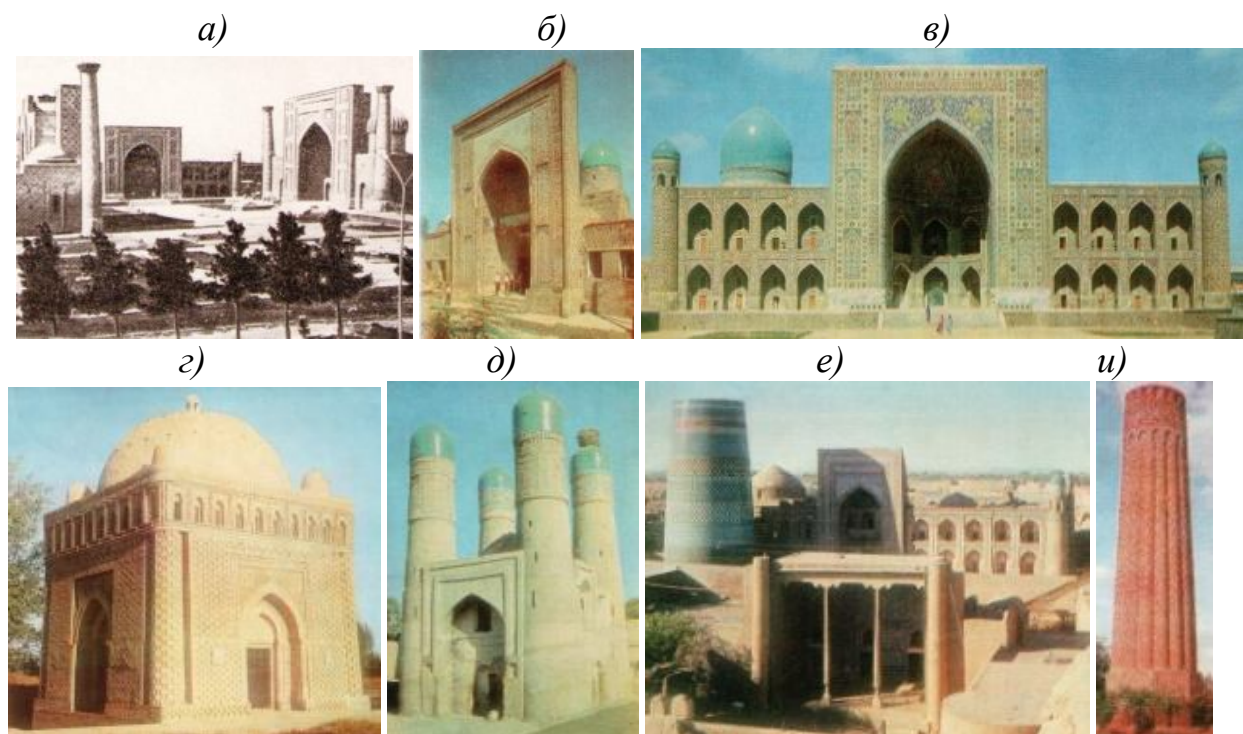


Рис. 10. Сохранившиеся до наших дней сейсмостойкие сооружения, расположенные в сейсмических районах на территории СНГ:

*а*-комплекс монументальных сооружений на площади Регистан в Самарканде (более 2500 лет); *б*-Шахи-Зинда. Входной портал мавзолея в Самарканде (XI в); *в*-медресе Тилля-Кори в Самарканде (XVII в); *г*-мавзолей Саманидов в Бухаре (X в); *д*-медресе Халифа Ниязкула Чар-Минар в Бухаре (XIX в); *е*-Кук Минар и медресе Мухаммада Амин-хана в Хиве (XIX в); *и*-Джар-Курганский минарет в Сурхандарьинской области Узбекистана (XII в)

Внешний каркас и внутренний гибкий столб соединены между собой только на уровне двух ярусов. Вся пагода покоится на каменном основании. Один из секретов исключительной сейсмостойкости и способности противостоять тайфунам этих пагод заключается в том, что они состоят из двух систем различной жесткости. Землетрясения и тайфуны (как воздействия динамические и имеющие свои преобладающие периоды колебаний) будут сильнее воздействовать на одну из систем, гибкую или более жесткую, в зависимости от того, к какой ближе их периоды. В этом случае другая система, как бы противоположная, будет меньше раскачиваться и служить гасителями колебаний для первой системы, затрудняя ее раскачивание.

Сохранившаяся до наших дней деревянная пагода Сакья Муни монастыря Фогунсы, возведенная в 1056 году в провинции Шаньси (Китай) (рис. 11к), имеет восьмигранную в плане геометрическую форму, симметричную относительно центра. Высота пагоды достигает 66,6 метров. На доске у ее основания имеется запись, прославляющая творческое начало зодчества «Дьявольское мастерство, божественное искусство». На всю высоту первого этажа, выполненного из 113 рядов каменной кладки, выполнены стены в форме восьмигранника, образующие внутреннее пространство из несущих стен, на которые опираются деревянные конструкции верхних этажей пагоды. Все узлы конструкции каменно-деревянного остова сооружения китайской пагоды выполнены с податливыми шарнирами, которые имеют более гибкую конструкцию, чем японские пагоды. По конструктивной схеме все девять этажей сооружения имеют возможность свободного смещения друг относительно друга в любом направлении. Еще одной особенностью монастыря Фогунсы, является то, что на самом верху крыши имеется небольшая площадка, выполненная из кирпичной кладки, на которую смонтирована тяжелая металлическая стука (инерционная масса в современном представлении), выполняющая функцию гасителя колебаний.

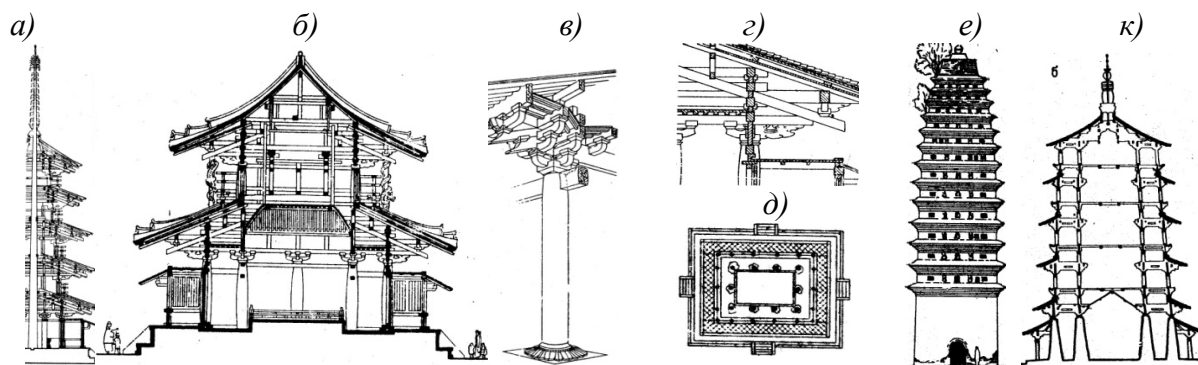


Рис. 11. Сейсмостойкие конструкции и тектонические особенности зданий и сооружений в архитектуре Японии и Китая: а-фрагмент разреза сооружения монастыря Хорюдзи в Нара (Япония), VII в.; б-поперечный разрез кондо; в-ордер с системой «доугун»; г-конструкция опирания крыши на стойки; д-план конда; е-фасад кирпичной пагоды Цзючжобуа в провинции Сычуань (Китай) 1000 г; ж-разрез по пагоде в провинции Шаньси (Китай) 1056 г

Таким образом, на примере целого ряда древних архитектурных сооружений, возведенных в сейсмических районах, можно проследить присутствие основных принципов сейсмостойкого строительства, с их преемственностью и воплощением в современных конструктивных системах. Изучение истории сейсмостойкого строительства позволяет установить, что новыми в сейсмостойком строительстве следует считать лишь современные строительные материалы, технико-технологические приемы, возможности и моделирование сейсмоситуации с расчетами при помощи современных суперкомпьютеров, а основные идеи для развития систем сейсмозащиты и сейсмоизоляции зданий и сооружений были придуманы и использовались еще в древности.



## 1.2. История зарождения и развития теории сейсмостойкости

Начало зарождения современной теории сейсмостойкости следует отнести к рубежу конца XIX – начала XX века, когда в результате обследования последствий разрушительного землетрясения, произошедшего в 1891 году в Мино-Овари (Япония), японскими учеными были впервые получены данные максимальных сейсмических ускорений грунта. Это позволило поставить задачу определения сейсмических сил, воздействующих на сооружения при землетрясениях. С этой целью в 1906 году японский исследователь Омори провел серию экспериментов по определению сейсмических сил, возникающих в кирпичных столбах, расположенных на платформе, подвергающейся горизонтальным гармоническим колебаниям, аналогичным сейсмическим. Увеличивая интенсивность колебаний, экспериментальные столбы доводились до разрушения, фиксируя при этом наибольшие ускорения и определяя соответствующие инерционные силы. Конструкции кирпичных столбов считались недеформируемыми. Потому ускорение в любой точке столба по его высоте принималось таким же, как ускорение в уровне его основания. Эти положения легли в основу теории, получившей название статической теории сейсмостойкости. Согласно теории Омори, максимальные значения сейсмических сил « $S$ » определяются по формуле (1):

$$S = k_S \cdot Q, \quad (1)$$

где  $Q$  – масса части сооружения;  $k_S$  – коэффициент сейсмичности, представляющий собой отношение максимального значения ускорения основания « $a$ » к ускорению свободного падения « $g$ ».

В этой теории величина коэффициента сейсмичности  $k_S$  принималась на основе макросейсмических данных разрушительных землетрясений в соответствии с ожидаемой силой землетрясения. Следует заметить, что такая трактовка коэффициента сейсмичности  $k_S$  сохранялась до последнего времени. Статическая теория сейсмостойкости сыграла огромную роль в развитии теории сейсмостойкости хотя бы потому, что впервые удалось получить количественную оценку сейсмических сил, вызывающих разрушение сооружения. Однако очень скоро выявились и ее недостатки, связанные с предпосылкой о недеформируемости (абсолютной жесткости) сооружения при колебаниях. Поэтому статическая теория сейсмостойкости с определенным приближением может быть признана справедливой только лишь для достаточно жестких конструктивных систем.

Дальнейшее развитие статической теории сейсмостойкости, основанное на необходимости учёта деформируемости сооружения при колебаниях, привело к созданию динамической теории сейсмостойкости, с достаточной полнотой описывающей динамическое поведение конструкции на основе хорошо разработанных методов расчета динамики сооружений. При этом возникли новые существенные трудности, связанные с недостаточной информацией о



характере движения грунтового массива при сейсмическом воздействии. Если в статической теории сейсмостойкости достаточно было иметь данные только лишь о максимальных значениях ускорений, то в динамической теории сейсмостойкости возникает необходимость в описании закона движения грунта основания во времени.

Первая попытка решения задачи расчета с одной степенью свободы была предпринята в 1920 году японским ученым Мононобе и Сато. Движение основания было принято по синусоидальному закону. Рассматривался процесс стационарных гармонических колебаний консервативной системы с одной степенью свободы. В результате было получено решение, следующее из динамики сооружений и представленное в виде выражения (2):

$$S = k_s \cdot \beta \cdot Q, \quad (2)$$

где  $\beta$  – коэффициент динамичности, зависящий от периода (частоты) собственных колебаний рассматриваемой системы сооружения и от периода (частоты) колебаний грунтового основания при землетрясении.

Позднее, в 1927 году, отечественный исследователь К.С. Завриев устранил недостаток теории Мононобе, состоящей в использовании установившихся (стационарных) колебаний, и обосновал необходимость рассмотрения переходных процессов. Это выражалось в том, что для движения основания принимался конусоидальный закон, что давало возможность отразить внезапный характер начала сейсмического воздействия. В последующих работах А.Г. Назарова была развита концепция сейсмического удара, предполагающая возможность представления сейсмического воздействия в виде импульса.

Динамическая теория придала существенное ускорение развитию теории сейсмостойкости сооружений, однако при имеющейся в то время ограниченной информации относительно действительного характера движения грунта при землетрясении она могла основываться только лишь на схематическом его представлении в виде гармонического воздействия.

Следующим этапом в истории развития теории сейсмостойкости является спектральная теория, представляющая собой существенное усовершенствование динамической теории за счет введения в обращение спектральных кривых, представляющих собой кривые, описывающие зависимости максимальных ускорений, скоростей или перемещений линейного осциллятора в функции периода его собственных колебаний. Идея спектрального метода определения сейсмических сил впервые была предложена М. Био в 1933 году.

Разработка спектральной теории сейсмостойкости в значительной степени стимулировала широкое развитие экспериментальных исследований и способствовала совершенствованию инструментальных методов, появлению численных методов обработки инструментальных данных.

### 1.3. Основы современного сейсмостойкого строительства

Как уже отмечалось, в практике сейсмостойкого строительства зданий и сооружений используются три способа защиты, включая: 1) создание системы конструкций повышенной прочности; 2) создание «пассивной сейсмозащиты»; 3) создание системы «активной сейсмозащиты». Как показывает отечественный и зарубежный опыт, первые два способа сейсмозащиты в настоящее время - самые распространенные и широко применяемые. Они будут применяться еще достаточно долго, так как проявили себя как надежные и относительно эффективные. Отдельные примеры уникальных сейсмостойких зданий и сооружений, возведенных из конструкций повышенной прочности после разрушительного землетрясения в 1966 году в городе Ташкенте (Узбекистан), приведены на рис. 12.

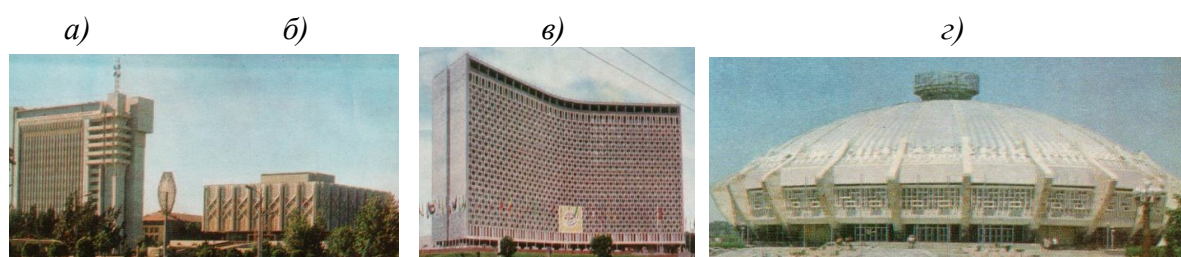


Рис. 12. Сейсмостойкие здания и сооружения, возведенные после разрушительного Ташкентского землетрясения в 1966 году:

а - многоэтажное здание дома печати (арх. Р. Блезз, Н. Горбенко, Л. Христич, Л. Владимиров, О. Гришко. 1975 г.); б - здание центрального музея (арх. Е. Розанов, В. Шестопалов, Ю.А. Болдычев. 1970 г.); в - высотное здание гостиницы «Узбекистан» в Ташкенте (И.А. Мерпорт, Л.И. Ершова. 1974 г.); г - круглое в плане с уникальной конструкцией купола здание цирка (арх. С.Б. Беркович. 1976 г)

Перспективным считается третий способ - «активная сейсмозащита». Широкомасштабное его воплощение в практику сейсмостойкого строительства пока сдерживается в связи с тем, что эта относительно новая система еще недостаточно апробирована. В целом система «активной сейсмозащиты» состоит из трех блоков. Первый блок – это комплект специальных приборов и оборудования, которые в мониторинговом режиме на постоянной основе фиксируют землетрясения и передают сейсмические сигналы на следующий, второй блок. Второй блок, который состоит из программного устройства, выполняет функцию оперативной обработки сейсмических сигналов, полученных от первого блока, и принимает решения о дальнейших действиях для всей системы активной сейсмозащиты. Если землетрясение не представляет опасности для защищаемого объекта, то система второго блока не срабатывает и соответствующий сигнал на третий блок не передается. В противном случае от второго блока подается соответствующая команда на третий блок. В третьем блоке, в зависимости от параметров подходящей сейсмической волны, выполняется

соответствующая корректировка параметров защищаемого сооружения. В качестве третьего блока, оборудованного силовой установкой, используются электромагниты. В этом случае при приближении сейсмической волны с максимальной амплитудой в 2,5 см достаточно, чтобы магниты заработали и приподняли здание над поверхностью колеблющейся земли на 3 см, для того, чтобы «пропустить» под зданием эту сейсмическую волну и сохранить здание в покое. В качестве такой силовой установки можно будет использовать струи воздуха, воды. Когда-нибудь изобретут экраны против поля гравитации, тогда достаточно будет под зданием включить такой экран и оно торжественно всплывает над всеми подземными стихиями. Но для активной сейсмозащиты необязательно, чтобы здание всплывало над своим фундаментом, тем более что это дело далекого будущего. В настоящее время гораздо проще в зависимости от параметров проходящих сейсмических волн менять жесткостные характеристики здания и, соответственно, его динамические параметры так, чтобы в нем возникли колебательные процессы, близкие к резонансным параметрам. Для моделирования такого процесса специалисты Японии применяют специальное устройство, располагаемое на первом этаже здания, которое позволяет проводить автоматически отстройку от резонансного режима. Схематическое изображение такого устройства приведено на рис. 13а.

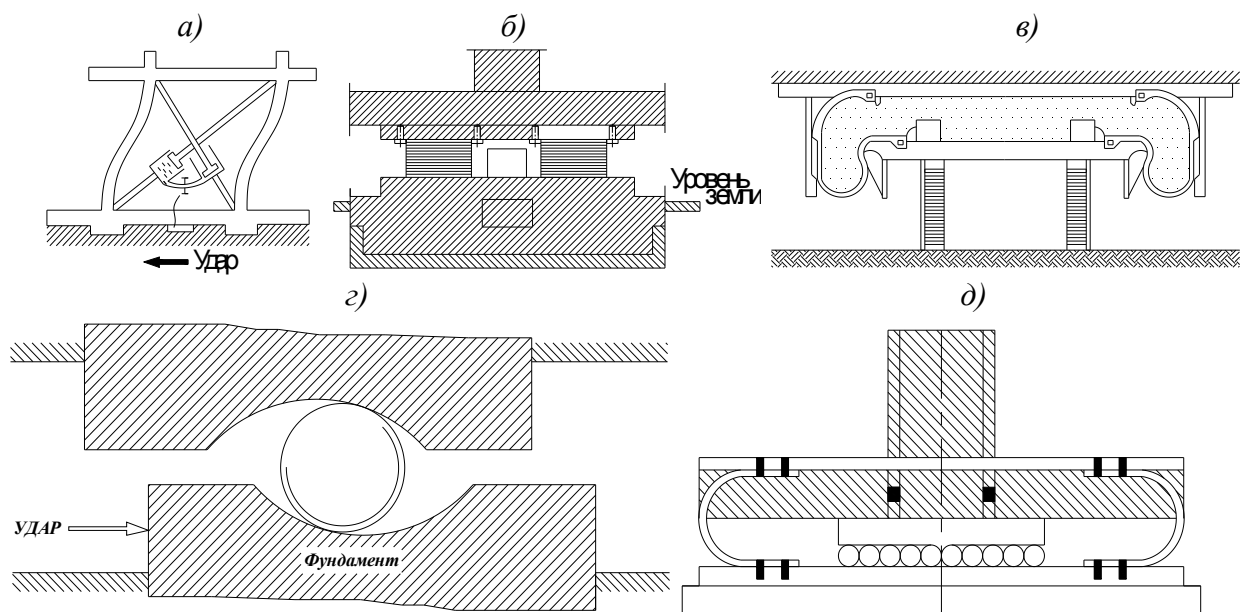


Рис. 13. Современные системы сейсмозащиты и сейсмоизоляции зданий и сооружений: а-схема устройства для изменения жесткостных характеристик здания и его динамических параметров; б-резинометаллический сейсмоизолятор; в-сейсмоизолятор с воздушной подушкой высокого давления; г-сейсмоизолятор со скользящими поясами с использованием эффекта трения-скольжения

В составе устройства имеются диагональные связи, в каждую из которых введены поршневые элементы. Цилиндры поршней соединены между собой трубкой, по которой в зависимости от нагружения диагональных стержней пе-

ретекает несжимаемая жидкость. При изменении скорости протекания жидкости меняется и жесткость диагональных связей. Для регулирования скорости протекания жидкости на трубке имеется задвижка, которая управляется программирующим устройством, меняющим жесткость конструкций здания так, чтобы в нем не возникало резонансных явлений. Современными учеными исследуются и предлагаются к внедрению все более простые конструктивные системы активной сейсмозащиты зданий и сооружений. К таким системам относятся здания, в которых вводятся специальные включающиеся и выключающиеся связи. Предусматривается, что в случае достижения резонансных явлений эти связи должны разрушаться (выключаться) или, наоборот, включаться, что приводит к изменению жесткости всего здания и выходу его из состояния резонанса. Следует надеяться, что такие системы найдут применение в ближайшем будущем. В настоящее же время разрабатываются многочисленные конструктивные решения и широко внедряются системы пассивной сейсмозащиты. В задачу создания системы пассивной сейсмозащиты входит уменьшение связи между зданием и грунтом. Условно такие системы можно разделить на две категории, в одном случае используется принцип трения-скольжения, а в другом – трения-качения. К простейшим и наиболее распространенным типам в отечественном и зарубежном строительстве относятся многослойные сейсмоизоляторы. Многослойные сейсмоизоляторы состоят из металлических пластин, между которыми размещаются резиновые прокладки (рис. 13б). За счёт упругой податливости многослойных резинометаллических сейсмоизоляторов фундамент может смещаться вместе с грунтом во время землетрясения, а здание будет испытывать колебания в уменьшенном, смягченном режиме. В этой конструкции можно учесть, что если резинометаллический сейсмоизолятор недостаточно защищает здание от вертикальной составляющей сейсмического воздействия, то для повышения его изолирующих свойств можно добавить воздушную подушку с высоким давлением, позволяющую «смягчить» вертикальный сейсмоудар (рис. 13в).

Другие типы сейсмоизоляторов, которые используют эффект трения-скольжения, относятся к системам со скользящими поясами. Они выполняются в виде опоры или ряда опор, расположенных между обрезом конструкции фундамента и нижней опорной частью конструкций здания. Каждый такой узел с системой скользящих поясов состоит из двух металлических или пластмассовых пластин, не связанных между собой. Нижняя пластина прикреплена к конструкции фундамента, а верхняя пластина имеет жесткую связь с нижней частью конструкций здания. При сильном и опасном для здания землетрясении сейсмические силы превысят силы трения, которые существуют между нижней и верхней пластинами. Но здание сохранит свое равновесие за счет проскальзывания относительно перемещающегося вместе с грунтом фундамента. Поэтому становится ясным, что большего сейсмического удара на конструкции здания, чем природная сила трения, не может быть передано на здание. В связи с этим устремления ученых, создающих сейсмоизоляторы такого

типа, направлены на снижение коэффициента трения. Например, в Японии трущиеся поверхности пластин смазывают маслом, что позволяет снизить сейсмическую нагрузку в 10 раз.

Если полностью избавиться от сил трения между зданием и фундаментом, то сейсмическая сила в здании совсем не возникает. Такой технический эффект, в принципе, осуществим при современном уровне развития техники, технологии и материаловедения с применением легких строительных материалов. Например, если построить модель здания на воде в плавучем состоянии, размещенном в бассейне с гибкими стенками, в полость которого залита не только вода, а любая другая вязко-тяжелая жидкость, с целью повышения архимедовой силы, то получим модель универсального сейсмоизолятора. Такая модель сейсмоизолятора способна предохранить здание от всех составляющих сейсмического воздействия. С целью снижения или полного исключения трения-скольжения выполняются системы сейсмоизоляторов, в которых эффект трения-скольжения заменен на эффект трения-качения. Все они состоят из комбинации шаровых поверхностей. Как правило, сейсмоизоляторы трения-качения устроены таким образом, что после землетрясения силой собственного веса сооружения возвращаются в исходное положение. Их применение более эффективно, но изготовление значительно более сложно и дорого. Самой простой конструкцией являются шары, часто чугунные, размещенные между сферическими поверхностями (рис. 13з). Вместо шаров могут использоваться и более сложные тела вращения, например эллипсоиды. Схема работы таких систем сейсмоизоляции заключается в том, что устраиваются катковые опоры (как это практикуется в Канаде), позволяющие проскальзывание опор, а возврат в исходное положение осуществляется при помощи упругих пружин (рис. 13д).

Нашел применение маятниковый способ сейсмоизоляции зданий и сооружений. Один из вариантов такой системы сейсмоизоляции фундамента и здания в целом приведен на (рис. 14а).

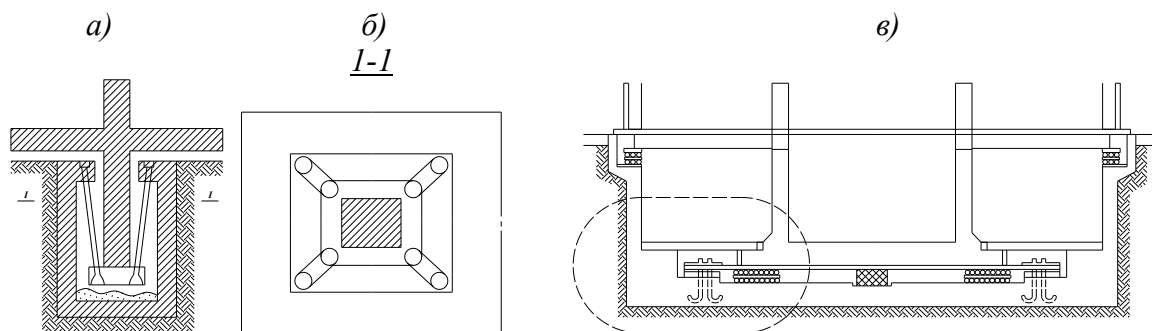


Рис. 14. Маятниковый (а, б) и комбинированный (в) способы сейсмоизоляции зданий и сооружений: а - поперечный разрез фундамента с подвеской на четырех тросах; б - сечение I-I по конструкции маятниковой сейсмоизоляции; в - система комбинированной (комплексной) сейсмоизоляции здания, возведенного на фундаменте глубокого заложения (ФГЗ)

В фундаменте выполнен колодец, в котором на четырех тросах подвешена опорная плита. На плиту опирается железобетонная колонна остова здания. Таким образом возведен весь каркас здания. В результате все здание получается подвешенным на тросах. Для увеличения процесса затухания такой маятниковой конструктивной системы на дно колодца засыпается песок. При такой конструкции подвески здание будет иметь значительно больший период собственных колебаний, чем без подвески. Применение такой системы сейсмоизоляции зданий позволяет, как и в других случаях, исключить влияние колебания грунта при землетрясении на конструкции остова здания, которое в силу своей инертности сохранит свое исходное положение и равновесие. Учеными и специалистами разработано множество различных вариантов таких конструкций. Хорошо зарекомендовали себя многоэтажные здания, оснащенные системой подвесных маятниковых сейсмоизоляторов при землетрясении, произошедшем в 1957 году в столице Мексики Мехико. Каркасное здание было возведено на сплошном плитном фундаменте, который подвешен на оголовки металлических свай. Подвески пропущены через отверстия сквозь фундаментную плиту.

Каждая из описанных выше систем сейсмоизоляции зданий и сооружений имеет свои достоинства и недостатки. Поэтому их совершенствование и повышение эффективности осуществляется в применении комбинации совмещаемых по принципу работы систем сейсмозащиты и сейсмоизоляции.

Среди таких комбинаций можно отметить, например, совместную работу по сейсмоизоляции катковой опоры в виде двухрядного набора шаров и анкерных болтов, которые срезаются при превышении сейсмической нагрузки расчетного уровня, когда потребуется включить в работу катковую систему сейсмозащиты. Чрезвычайно важным является разработка систем сейсмозащиты для особо ответственных сооружений, включая атомные электростанции, мосты, плотины, сооружения с вредным производством и т.д. Известно, что корабль с большим водоизмещением и осадкой меньше подвергается раскачиванию на волнах, следовательно, более устойчив и надежен. Это приемлемо и для зданий с фундаментами глубокого заложения (ФГЗ) подошвы или свайных фундаментов (СФ), которые по результатам теоретических и практических исследований меньше раскачиваются под воздействием сейсмических волн по сравнению с фундаментами мелкого заложения (ФМЗ), которые опираются на верхние слои грунта, где сильнее проявляются поверхностные сейсмические волны. На рис. 14в приведена схема с системой комбинированной (комплексной) сейсмоизоляции здания, возведенного на фундаменте глубокого заложения (ФГЗ). На схеме воплощены все основные принципы сейсмостойкого строительства, включая принцип замкнутого контура всей конструкции, а также оптимального соотношения геометрических размеров высоты к размерам фундаментной конструкции. Это позволяет обеспечить сопротивление сейсмическим силам при минимальных расходах строительных материалов.

Таким образом, можно сделать вывод, что способы оптимизации конструктивных решений имеют прямое отношение к архитектурным и объемно-планировочным решениям сейсмостойкого здания или сооружения. Оптимизация конструктивных решений заключается в:

- рациональном распределении строительных материалов в конструкциях многоэтажного здания при заданной конструктивной и расчетной схеме;
- выборе рациональной компоновки поперечных сечений строительных конструкций в составе стенового, каркасного и комбинированного остова;
- выборе оптимальной геометрической формы в плане и по высоте, зависящей от параметров многоэтажного или высотного здания.

Несмотря на то, что история сейсмостойкого строительства зданий и сооружений началась лишь с появлением первой теории Омори о сейсмостойкости зданий в начале XX века, фундаментальные основы, принципы и идеи для разработки систем сейсмозащиты многоэтажных, высотных и массивных зданий и сооружений, начали свое формирование еще с древнейших времён. Следовательно, именно на базе этих древнейших знаний, почерпнутых из различных эпох у разных народов мира, копившихся тысячелетиями, основано современное сейсмостойкое строительство, но с применением современных конструктивных и расчетных моделей остовов зданий, расчетных программных комплексов, строительных материалов, уникальных технологий.

## **Глава 2. Основные положения сейсмостойкого проектирования**

### **2.1. Современные требования при проектировании сейсмостойких зданий**

Проектирование зданий и сооружений, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по шкале MSK-64, осуществляется на основании требований СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*.-М.,2011» [40].

В тех районах, где сейсмичность строительной площадки превышает 9 баллов по шкале MSK-64, возводить здания и сооружения, из условий безопасности и экономической целесообразности, как правило, не допускается.

Только в исключительных случаях, при обязательном научном сопровождении и участии специализированных научно-исследовательских организаций (ЦИСС ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, институт ОАО «НИЦ «Строительство»), допускается строительство зданий и сооружений на площадках, сейсмичность которых превышает 9 баллов по шкале MSK-64.

На основании накопленного научно-теоретического и практического опыта, изучения и анализа уже произошедших землетрясений и других сейсмособытий в нашей стране и за рубежом, многочисленных и масштабных научных исследований в области сейсмостойкого строительства, современное проектирование осуществляется с учетом основных принципов, включающих:

- выполнение расчетов с учетом сейсмических нагрузок численными и инженерными методами в линейной и пластической постановке задач с использованием новейших расчетных программных комплексов;

- учет особенностей объемно-планировочных и конструктивных решений зданий или сооружений;

- повышенного внимания к вопросам конструирования несущих и самонесущих элементов остова здания и его узлов монтажных соединений.

При изложении технического текста настоящего издания использованы термины и определения, расшифровка которых приведена в приложении 2.

Проектирование зданий и сооружений для строительства в сейсмических районах осуществляется с учетом основных требований [40]:

1. Строительные материалы, конструкции и конструктивные схемы применяются такими, при которых:

- обеспечивается снижение значений сейсмических нагрузок;

- создается система сейсмоизоляции, динамического демпфирования и устанавливаются другие новейшие системы регулирования сейсмической реакции.

Краткий обзор применяемых в отечественном и зарубежном строительстве систем сейсмоизоляции и динамического демпфирования, приведен в приложении 3 настоящего издания.

Отдельные вновь возведенные и реконструированные объекты, отечественного и зарубежного строительства, оборудованные системой сейсмоизоляции, эксплуатируемые в сейсмических районах, приведены на рис. 15.



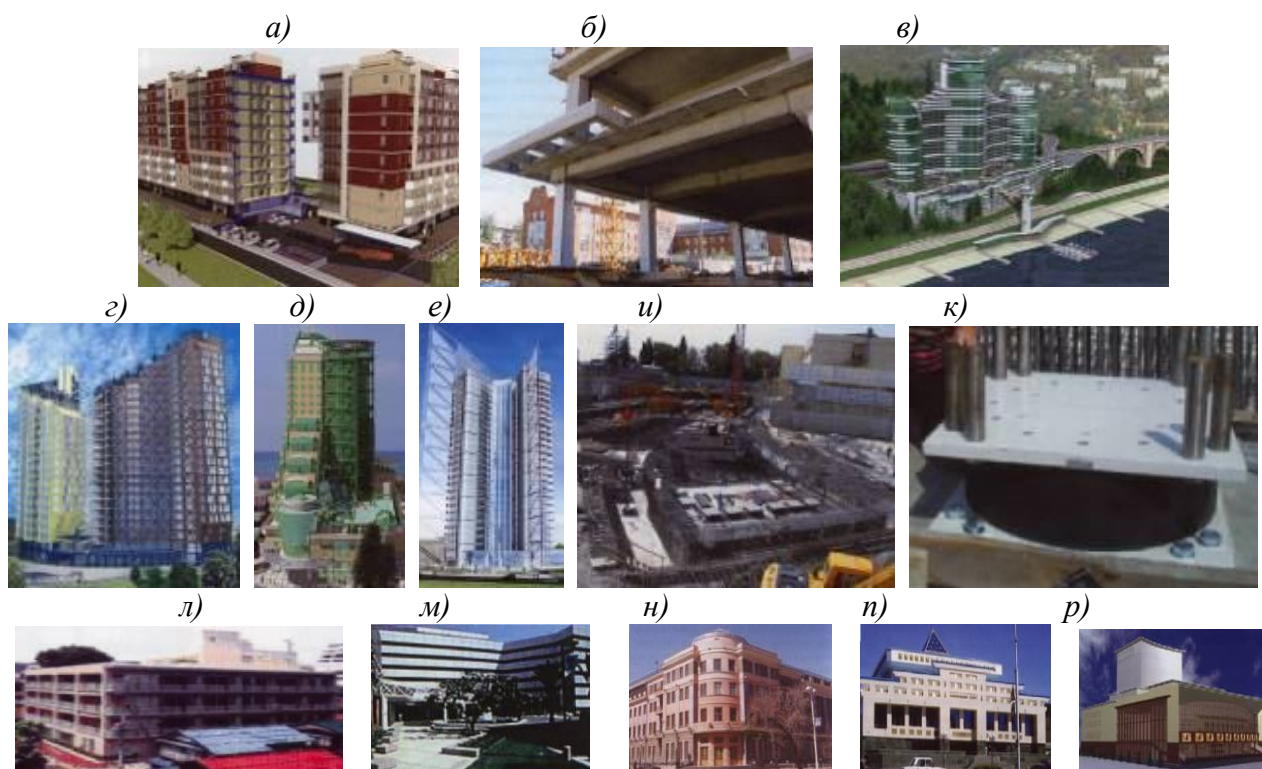


Рис. 15. Здания оборудованные системой сейсмоизоляции и динамического демпфирования: а, б - жилые дома с «гибким» нижним этажом; в –гостиница «Золотая лагуна» в г. Сочи; г, д – высотный жилой дом и деловой центр «Спутник» в г. Сочи; е -гостинично-туристический комплекс «Sea Plaza»; и - возведение сейсмоизолированного фундамента, к - сейсмоизолирующая опора в г. Сочи; л - здание больницы в г. Оджива с сейсмоизолирующим фундаментом; м - Южно-Калифорнийский госпиталь; применение сейсмоизолирующих опор для обеспечения сейсмостойкости реконструируемых зданий, соответственно: н - здание банка в г. Иркутске; п -здание театра в г. Горно-Алтайске; в -концертный зал в г. Грозном

2. Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений принимаются из условия обеспечения симметричных конструктивных схем. Нагрузки на междуэтажные перекрытия и покрытие проектируются с равномерным их распределением по площади. Сейсмические массы и жесткости конструкций равномерно распределяются в плане и по высоте сооружения. Простейшие симметричные геометрические формы схем зданий в плане приведены на рис. 16.

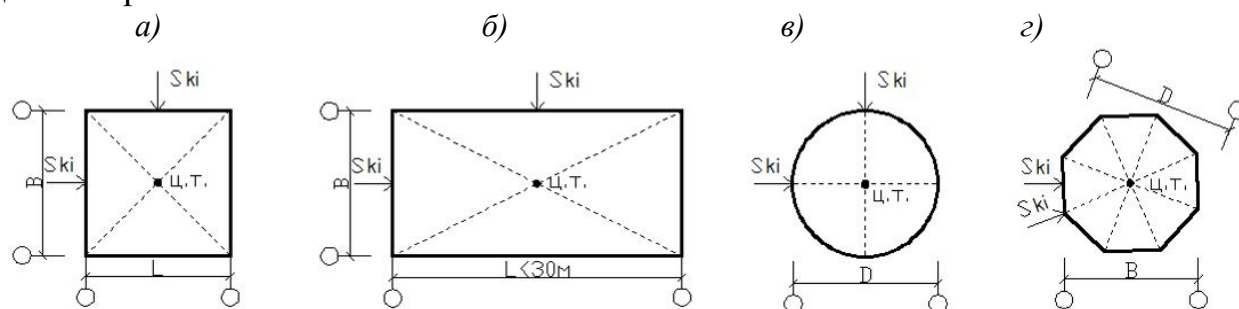


Рис. 16. Простейшие симметричные геометрические формы схем зданий в плане с векторами приложения сейсмических сил  $S_{ki}$ , совпадающими с главными центральными осями, проходящими через центр тяжести (ц.т.) фигуры: а - квадратная; б - прямоугольная; в - круглая; г - многоугольная

3. Предпочтение отдается конструктивным остовам и системам зданий и сооружений, выполненным из монолитных строительных конструкций. При проектировании конструкций в зданиях и сооружениях из сборных элементов монтажные узлы стыков располагаются вне зоны максимальных усилий ( $M_x$  – изгибающий момент;  $N_x$  – продольная сила;  $Q_x$  – перерезывающая сила). Кроме того, предусматриваются конструктивные мероприятия, обеспечивающие монолитность (цельность), однородность и непрерывность конструкций с применением укрупненных сборных элементов.

4. С целью обеспечения общей устойчивости зданий и сооружений предусматриваются условия, при которых облегчается развитие в элементах конструкций и их соединениях пластических деформаций. При назначении зон пластических деформаций и локальных разрушений принимаются конструктивные решения, снижающие риск прогрессирующего разрушения сооружения или его частей и обеспечивающие «живучесть» сооружений при сейсмических воздействиях. Исключается применение конструктивных решений, допускающих обрушение сооружения в случае разрушения или недопустимого деформирования одного несущего элемента. Если расчет, конструирование и проектирование несущего остова (каркаса) здания или сооружения выполнены в соответствии с требованиями СП 14.13330.2014 [40], то расчет на прогрессирующее обрушение зданий и сооружений не выполняется.

5. Проектирование высотных зданий высотой более 75 м и небоскребов высотой более 100 м, сооружений с пролетами более 50 м и других уникальных зданий и сооружений осуществляется при обязательном научном сопровождении и непосредственном участии специализированных научно-исследовательских организаций, например, ЦИСС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, института ОАО «НИЦ «Строительство».

6. Интенсивность и повторяемость сейсмического воздействия в баллах (сейсмичность) для конкретного района строительства принимается на основе комплекта карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-2015), утвержденных Российской академией наук.

Разработанный отечественными учеными комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-2015) используется специалистами, занимающимися расчетом, конструированием и проектированием зданий и сооружений разной сложности и уровнем ответственности, с учетом антисейсмических мероприятий при строительстве объектов.

Следует отметить, что (ОСР-2015) сформированы с учетом моделирования вероятности наиболее возможных землетрясений и других сейсмособытий и отражают:

- 10%-ю вероятность землетрясения по карте «А»;
- 5%-ю вероятность землетрясения по карте «В»;
- 1%-ю вероятность землетрясения по карте «С».

Это отражает вероятность возможного превышения соответственно, 90%-й, 95%-й и 99%-й вероятности превышения, в течение 50 лет указанных в картах значений сейсмической интенсивности. На рис. 17 приведен комплект карт

общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-2015).

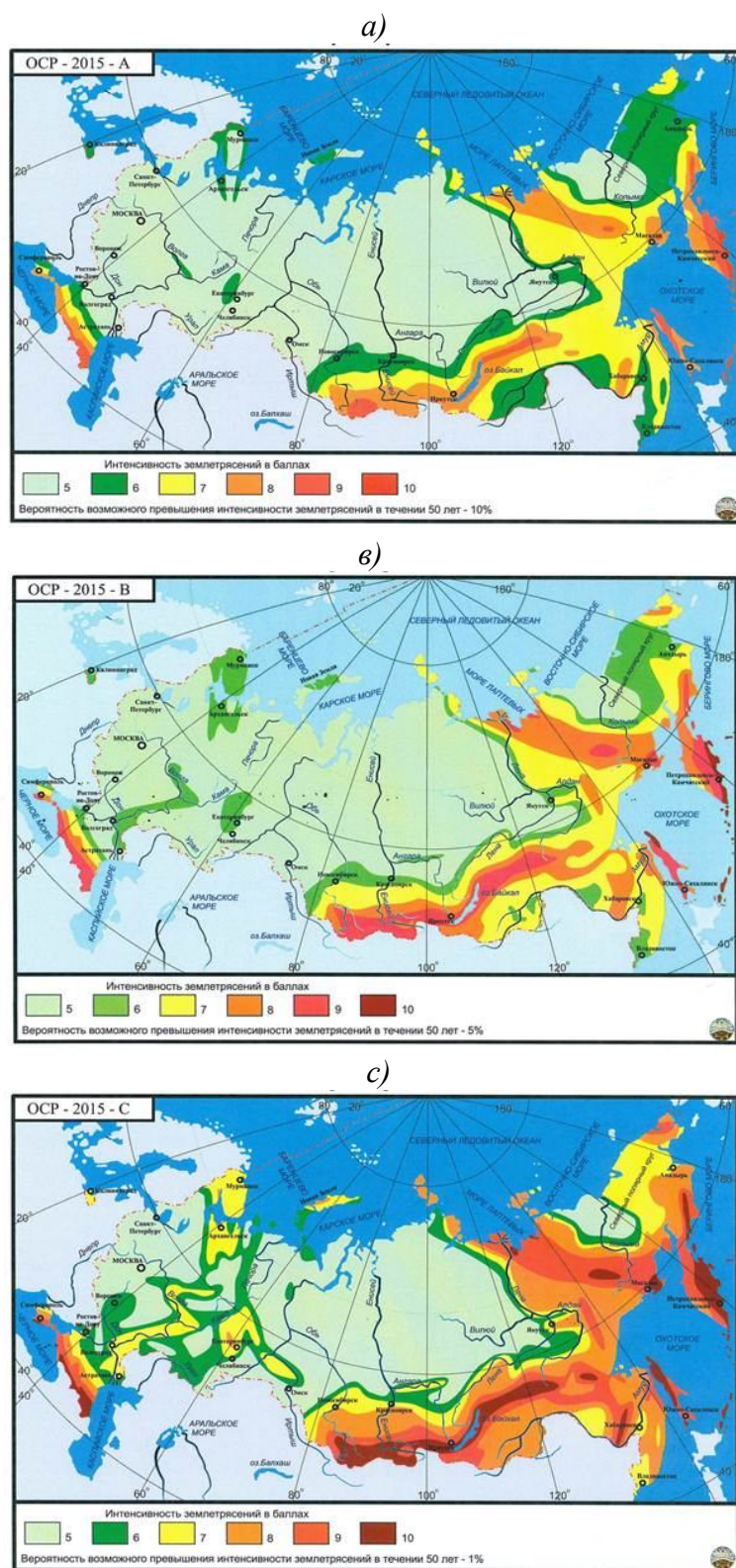


Рис. 17. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-2015): а - вероятность возможного превышения интенсивности землетрясений в течение 50 лет -10%; в -то же, 5%; с - то же, 1%

Отмеченным значениям вероятностей соответствуют следующие интервалы времени между землетрясениями расчетной интенсивности: 500 лет (карта «А»), 1000 лет (карта «В»), 5000 лет (карта «С»). Список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием расчетной сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – А (10%), В (5%), С (1%) в течение 50 лет приведен в приложении Б СП 14.13330.2014 или в приложении 11 настоящего издания.

Использование комплекта карт ОСР-97 позволяет оценить на трех уровнях степень сейсмической опасности и предусматривает осуществление антисейсмических мероприятий при проектировании и строительстве объектов различной ответственности: карта «А» - объекты нормальной (массовое строительство) и пониженной ответственности, карта «В» и «С» - объекты повышенной ответственности (особо опасные, технически сложные или уникальные сооружения). Значения сейсмической нагрузки уточняются с учетом сочетаний: сейсмичности (бальности) для конкретной площадки на картах А, В, С; уровня ответственности и назначения сооружения согласно таблицам 3 и 4 СП 14.13330.2014 [40].

Окончательное решение о выборе карты из комплекта ОСР-97, с целью оценки сейсмичности строительной площадки при проектировании конкретного объекта, принимается ответственными представителями организации - заказчика по представлению генерального проектировщика. При необходимости, для выбора карты и оценки сейсмичности строительной площадки используются технические заключения, составленные специализированными научно-исследовательскими организациями. На предпроектной стадии, по техническому заданию проектной организации осуществляются инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания на площадке строительства.

Инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания проводятся на основании сейсмического микрорайонирования, которое является составной частью инженерных изысканий. Эти исследования и изыскания позволяют установить достоверную количественную оценку сейсмичности площадки строительства. В малоизученных районах и на площадках строительства, где не проводилось сейсмическое микрорайонирование, допускается определять расчетную сейсмичность по таблице 1, приведенной в [40] или табл. 1 настоящего издания.

Выбор строительной площадки является важным и ответственным этапом в инвестиционном строительном процессе. Многолетним опытом строительства и эксплуатации зданий и сооружений установлено, что строительные площадки с крутизной склонов более 15°; близостью полостей сбросов; сильной нарушенностью пород физико-геологическими процессами; просадочностью грунтов; осыпями; обвалами; плывунами; оползнями; карстом; горными выработками; селями, являются неблагоприятными в сейсмическом отношении площадками.

Таблица 1 - Расчетная сейсмичность площадки строительства

| Категория грунта по сейсмическим свойствам                                                                       | Описание грунтов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Характеристика сейсмических свойств грунтов                       |                                                                                                      | Расчетная сейсмичность площадки строительства при сейсмичности района, баллы |    |    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|
|                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Сейсмическая жесткость $\rho \cdot V_s$ , г/см <sup>3</sup> ·м/с, | Скорость продольных волн $V_s$ , м/с<br>Отношение скоростей продольных и поперечных волн $V_p / V_s$ | 6                                                                            | 7  | 8  | 9   |
| I                                                                                                                | Скальные грунты (в том числе вечномерзлые и вечномерзлые оттаявшие) неветрелые и слабоветрелые; крупнообломочные грунты плотные, маловлажные из магматических пород, содержащие до 30% песчано-глинистого заполнителя; выветрелые и сильновыветрелые скальные и дисперсные твердомерзлые (многолетнемерзлые) грунты при температуре минус 2 °С и ниже при строительстве и эксплуатации по принципу I (сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии)                                                                                                                                                                                                                           | >1500                                                             | >700<br>1,7 – 2,2                                                                                    | -                                                                            | 6  | 7  | 8   |
| II                                                                                                               | Скальные грунты выветрелые и сильновыветрелые, в том числе вечномерзлые, кроме отнесенных к I категории;<br>крупнообломочные грунты, за исключением отнесенных к категории I;<br>пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные;<br>пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные;<br>глинистые грунты с показателем консистенции $I_L \leq 0,5$ ; при коэффициенте пористости $e < 0,9$ для глин и суглинков и $e < 0,7$ для супесей; вечномерзлые нескальные грунты пластичномерзлые и сыпучемерзлые, а также твердомерзлые при температуре выше минус 2 °С при строительстве и эксплуатации по принципу I | 350 - 1500                                                        | 250-700<br><br>1,7 – 2,2 (не водонасыщенные)<br><br>2,2 – 2,5 (водонасыщенные)                       | -                                                                            | 7  | 8  | 9   |
| III                                                                                                              | Пески рыхлые независимо от степени влажности и крупные;<br>пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности водонасыщенные;<br>пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные;<br>глинистые грунты с показателем консистенции $I_L > 0,5$ ; глинистые грунты с показателем консистенции $I_L \leq 0,5$ при коэффициенте пористости $e \geq 0,9$ для глин и суглинков и $e \geq 0,7$ для супесей;<br>вечномерзлые дисперсные грунты при строительстве и эксплуатации по принципу II (допускается оттаивание грунтов основания)                                                                                            | 200-350                                                           | 150 – 250<br><br>3,5 – 7                                                                             | 7                                                                            | 8  | 9  | >9  |
| IV                                                                                                               | Наиболее динамически неустойчивые разновидности песчано-глинистых грунтов, указанные в категории III, склонные к разжижению при сейсмических воздействиях                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <200                                                              | 60-150<br><br>7-15                                                                                   | 7*                                                                           | 8* | 9* | >9* |
| * Грунты с большой вероятностью склонны к разжижению и течению при землетрясениях интенсивностью более 6 баллов. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                                                                      |                                                                              |    |    |     |



\* Грунты с большой вероятностью склонны к разжижению и потере несущей способности при землетрясениях интенсивностью более 6 баллов.

Примечания:

1. Скорости  $V_p$  и  $V_s$ , а также значение сейсмической жесткости грунта является средневзвешенными значениями для 30-метровой толщи, считая от планировочной отметки.

2. В случае многослойного строения грунтовой толщи, грунтовые условия участка относятся к более неблагоприятной категории, если в пределах верхней 30-метровой толщи (считая от планировочной отметки) слои, относящиеся к этой категории, имеют суммарную мощность более 10 м.

3. При отсутствии данных о консистенции, влажности, сейсмической жесткости, скоростях  $V_p$  и  $V_s$ , глинистые и песчаные грунты при положении уровня грунтовых вод выше 5 м относятся к категории III или IV по сейсмическим свойствам.

4. При прогнозировании подъема уровня грунтовых вод и обводнения грунтов (в том числе просадочных) категорию грунтов следует определять в зависимости от свойств грунта в замоченном состоянии.

5. При строительстве на вечномёрзлых грунтах по принципу II грунты основания следует рассматривать по их фактическому состоянию после оттаивания.

6. При определении сейсмичности площадок строительства транспортных и гидротехнических сооружений следует учитывать дополнительные требования, изложенные в разделах 7 и 8 СП 14.13330.2014 [40].

В том случае, если возникает необходимость строительства зданий и сооружений на таких площадках, то предпринимаются дополнительные меры по укреплению их оснований (уплотнение, дренаж, химическое и термическое закрепление и др.) и усилению конструкций зданий и сооружений (дополнительное армирование, сейсмопояса и сердечники, дополнительные связи, диафрагмы и др.).

При выборе площадки для строительства следует иметь в виду, что на строительных площадках, сейсмичность которых превышает 9 баллов, возводить здания и сооружения не допускается. В соответствии с [40], строительство на таких площадках может быть допущено только по согласованию с Государственным комитетом по строительству. Эффективным методом защиты зданий или сооружений считается применение систем пассивной или активной сейсмоизоляции (рис. 18 и приложение 3). При этом практикуется использование одного или нескольких типов сейсмоизолирующих и (или) демпфирующих устройств. Использование конкретного типа сейсмоизоляции здания или сооружения определяется специалистами на стадии проектирования в зависимости от конструктивного решения и назначения объекта (жилые и общественные здания, архитектурные и исторические памятники, промышленные сооружения и др.), вида строительства – новое строительство, реконструкция, усиление, а также от сейсмологических и грунтовых условий площадки.

Пассивная и активная сейсмоизоляция как метод защиты зданий и сооружений от сейсмических воздействий, являются ещё относительно новыми системами, требующими более глубокого изучения и практической апробации временем. Поэтому СП 14.13330.2014 [40] регламентирует проектирование зданий и сооружений с системами сейсмоизоляции выполнять при обязательном научном сопровождении, осуществляемом специализированной организацией, имеющей опыт применения сейсмоизоляции. В современной отечественной строительной практике здания и сооружения с использованием систем сейсмоизоляции проектируются и возводятся, как правило, на грунтах категорий I и II по сейсмическим свойствам. Схемы, рисунки и фотоинформация по системе пассивной и активной сейсмоизоляции зданий приведены на рис. 18.

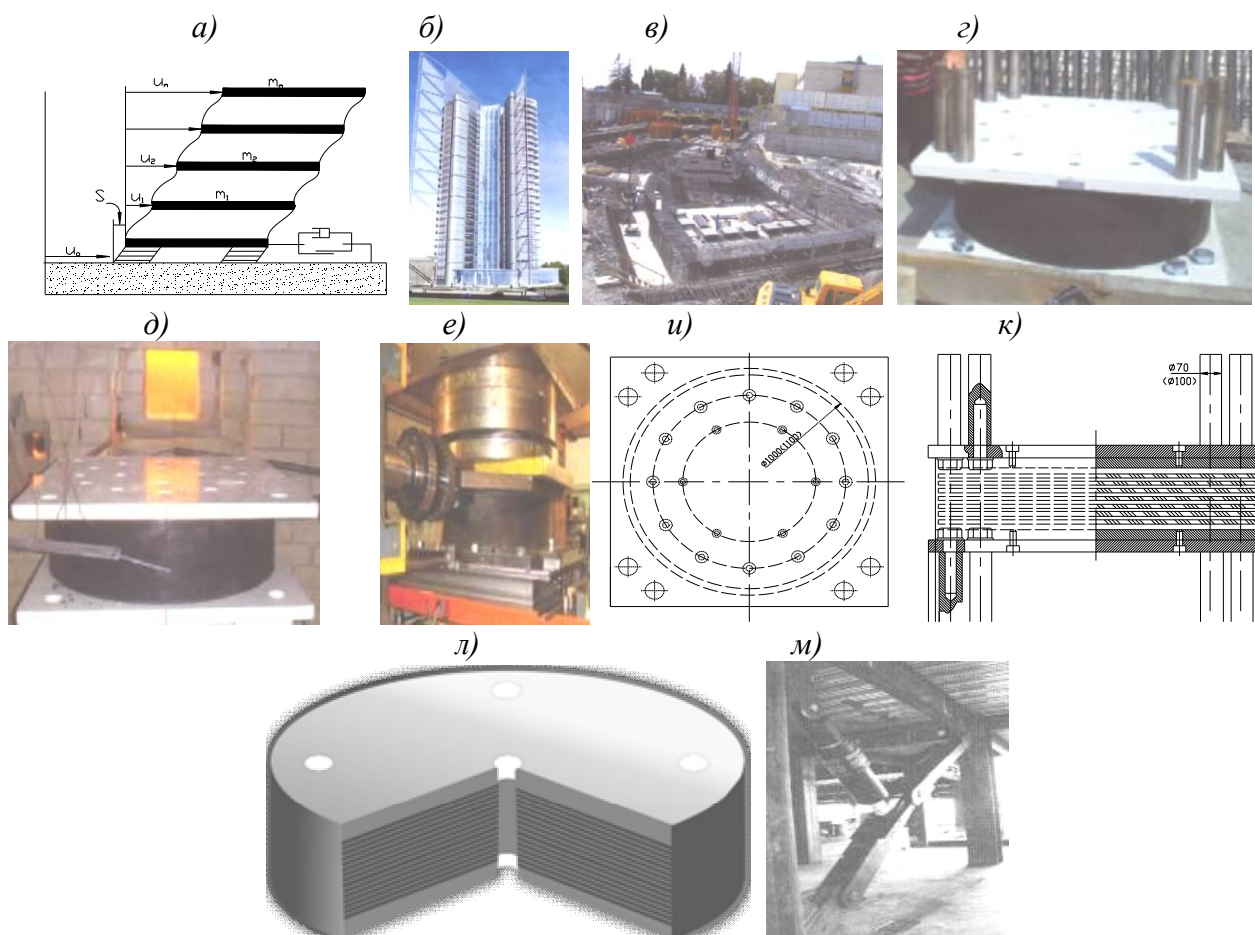


Рис. 18. Система пассивной и активной сейсмоизоляции зданий и сооружений:  
 а-модель системы «сооружение-сейсмоизолирующий фундамент-грунт»; б-фасад сейсмоизолированного гостинично-туристического комплекса «Sea Plaza» в г. Сочи; в-возведение сейсмоизолированного фундамента; г-сейсмоизолирующая опора перед монтажом фундамента (пассивная сейсмоизоляция); д, е-испытание сейсмоизолирующей опоры огнем и под прессом «RIG 80» фирмы «FIP Industriale S.p.A» (Италия); и, к, л-план, разрез и общий вид резинометаллической опоры с высокодемпфирующей резиной типов SI-H 1000/168; м- сейсмозащита здания «Башня Yerba Buena» в Сан-Франциско, с диагоналями и жидкостными демпферами (активная сейсмоизоляция)

При необходимости проектирования и строительства зданий или сооружений на строительных площадках, сложенных грунтами категории III по сейсмическим свойствам, необходимо сформировать специальное обоснование и получить разрешение от Государственного комитета по строительству.

При проектировании зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, перечень которых приведен в графе 1 таблицы 3 СП 14.13330.2014 [40] или табл. 2, настоящего издания, предусматривается установка станций наблюдения за процессом динамического поведения несущих и самонесущих строительных конструкций и прилегающего к объекту массива грунта. Это комплексное мероприятие осуществляется с целью получения полной и достоверной технической информации о работе строительных конструкций при интенсивных землетрясениях, а также колебаниях прилегающего к зданиям и сооружениям массива грунта.

Здания и сооружения, возводимые в сейсмических районах, в зависимости от конструктивных особенностей и применяемых строительных материалов подразделяются на следующие типы:

- здания с несущими стенами из кирпича или каменной кладки;
- монолитные здания, в том числе из местных строительных материалов;
- каркасные здания;
- крупнопанельные здания;
- деревянные здания (брусчатые, бревенчатые, щитовые).

Таблица 2 - Коэффициенты  $k_0$ , определяемые назначением сооружения

| Назначение сооружения или здания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Значение коэффициента $k_0$ |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | при расчете на ПЗ не менее  | при расчете на МРЗ |
| 1. Объекты перечисленные в подпунктах 1), 2), 3), 4), 5), 6), 9), 10.1), 11) пункта 1 Статьи 48.1 кодекса [83];<br>-сооружения с пролетом более 100 м;<br>-объекты жизнеобеспечения городов и населенных пунктов;<br>-объекты гидро- и теплоэнергетики мощностью более 1000 МВт;<br>-монументальные здания и другие сооружения;<br>-правительственные здания повышенной ответственности;<br>жилые, общественные и административные здания высотой более 200 м                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,2                         | 2,0                |
| 2. Здания и сооружения:<br>-объекты, перечисленные в подпунктах 7), 8) пункта 1 и в подпунктах 3), 4) пункта 2 Статьи 48.1 кодекса [83];<br>-функционирование которых, необходимо при землетрясении и ликвидация его последствий (здания правительственной связи; службы МЧС и полиции; системы энерго- и водоснабжения; сооружения пожаротушения, газоснабжения; сооружения, содержащие большое количество токсичных или взрывчатых веществ, которые могут быть опасными для населения; медицинские учреждения, имеющие оборудование для использования в аварийных ситуациях);<br>-здания основных музеев; государственных архивов; административных органов управления; здания хранилищ национальных и культурных ценностей; зрелищные объекты; крупные учреждения здравоохранения и торговые предприятия с массовым нахождением людей; сооружения с пролетом более 60 м; жилые, общественные и административные здания высотой более 75 м; мачты и башни сооружений связи и телерадиовещания высотой более 100 м, не вошедшие в подпункт 3) пункта 1 кодекса [83]; трубы высотой более 100 м; тоннели, трубопроводы на дорогах высшей категории или протяженностью более 500 м, мостовые сооружения с пролетом 200 м и более, объекты гидро- и теплоэнергетики мощностью более 150 МВт;<br>-здания: дошкольных образовательных учреждений, общеобразовательных учреждений, лечебных учреждений со стационаром, медицинских центров, для маломобильных групп населения, спальных корпусов интернатов;<br>-другие здания и сооружения, разрушения которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям | 1,1                         | 1,5                |
| 3. Другие здания и сооружения, не указанные в 1 и 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,0                         | 1,0                |
| 4. Здания и сооружения временного (сезонного) назначения, а также здания и сооружения вспомогательного применения, связанные с осуществлением строительства или реконструкции здания или сооружения либо расположенные на земельных участках, представленных для индивидуального жилищного строительства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,8                         | -                  |
| Примечания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                             |                    |
| 1. Заказчик по представлению генпроектировщика относит сооружения по назначению к перечню таблицы 3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                             |                    |
| 2. Идентификация зданий и сооружений по принадлежности к опасным производственным объектам в соответствии с законодательством [29].                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                             |                    |



## 2.2. Расчетные сейсмические нагрузки

Для проектирования и строительства зданий и сооружений в сейсмических районах, выполняется расчет несущих, самонесущих и ограждающих строительных конструкций на основные и особые сочетания нагрузок с учетом сейсмических воздействий, принимаемых в соответствии с комплектом карт ОСР-97 (А, В, С), приведенных на рис. 17 настоящего издания.

Расчеты производятся инженерными методами и методами конечных элементов (МКЭ) с использованием современных компьютеров при помощи составленных учеными и специалистами расчетных программных комплексов, например: ППП (пакет прикладных программ) «*Лира*» разных модификаций; «*Mikro Fe*»; «*Plaxis*» и т.д. С учетом особенностей колебательного действия сейсмических воздействий на конструкции остова здания или сооружения, сейсмические нагрузки рассматриваются как знакопеременные.

Расчеты сооружений на особое сочетание нагрузок от сейсмических воздействий выполняются с умножением численного значения расчетной нагрузки на соответствующие коэффициенты сочетаний « $n_c$ », которые принимаются по таблице 2 СП 14.13330.2014 [40] или таблице 3 настоящего издания.

Таблица 3 - Коэффициенты сочетаний нагрузок  $n_c$

| Вид нагрузок                                 | Значение коэффициента $n_c$ |
|----------------------------------------------|-----------------------------|
| Постоянные.....                              | 0,9                         |
| Временные длительные.....                    | 0,8                         |
| Кратковременные (на перекрытия и покрытия).. | 0,5                         |

При этом следует отметить, что горизонтальные нагрузки от масс на гибких подвесках, температурные климатические воздействия, ветровые нагрузки, динамические воздействия от оборудования и транспорта, тормозные и боковые усилия от движения кранов, не учитываются.

Расчет производится на расчетные горизонтальные и вертикальные сейсмические нагрузки. Расчетную горизонтальную сейсмическую нагрузку от массы мостов кранов учитывают в направлении, перпендикулярном к оси подкрановых балок. При этом, предусмотренное СП 20.13330.2010 «СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия», снижение крановых нагрузок не учитывается. Для производственных зданий с мостовыми кранами определение расчетной вертикальной сейсмической нагрузки выполняется с учетом массы моста крана, массы тележки, а также массы груза, который принимается равным грузоподъемности крана. В этом случае расчетную вертикальную сейсмическую нагрузку учитывают с коэффициентом 0,3.

В современной практике расчетов сооружений с учетом сейсмических воздействий используется две расчетные ситуации, включая, сейсмические нагрузки, соответствующие уровню ПЗ (проектное землетрясение), и сейсмические нагрузки, соответствующие уровню МРЗ (максимальное расчетное землетрясение).

При расчете на воздействия ПЗ решается задача предотвращения частичной или полной потери эксплуатационных свойств конструкций здания или сооружения. Для ситуации ПЗ расчетные модели зданий или сооружений принимаются соответствующими упругой области деформирования конструктивных элементов и остова в целом. В рамках ситуации ПЗ расчеты зданий и сооружений на особые сочетания нагрузок выполняют на нагрузки, которые определяются в соответствии с п.п. 5.5, 5.9, 5.10 [40]. Расчеты по ситуации ПЗ выполняются для всех зданий и сооружений.

При расчетной ситуации МРЗ определение расчетных сейсмических нагрузок используются карты ОСР-97-В для сооружений, перечисленных в графе 2 таблицы 3, и карты ОСР-97-С для сооружений, перечисленных в графе 1 таблицы 3 [40]. В рамках ситуации МРЗ формирование расчетных моделей сооружений проводится с учетом возможности развития в несущих элементах конструкций неупругих деформаций и локальных хрупких разрушений в соответствии с п.п. 5.2.2 [40]. Расчеты сооружений на сейсмические нагрузки, соответствующие уровню МРЗ, выполняются по специальным техническим условиям и при научном сопровождении специализированной организации, имеющей допуск на выполнение такого вида расчетно-теоретических работ. Расчеты с использованием уровня сейсмической нагрузки МРЗ применяют для зданий и сооружений, перечисленных в таблице 3 [40] или таблицы 2, настоящего издания. Целью расчетов на воздействие МРЗ является предотвращение глобального обрушения сооружения или его частей, создающего угрозу безопасности людей. Выполнение расчетов по ситуации МРЗ осуществляется во временной области с использованием инструментальных и синтезированных акселерограмм. При этом осуществляется проверка несущей способности строительных конструкций, включая общую устойчивость зданий, сооружений или их частей, при максимальных горизонтальных перемещениях, с учетом вертикальной составляющей сейсмических ускорений.

Допускается вычислять суммарные усилия  $N_p$ , соответствующие сейсмическому воздействию в частотной области, по формуле (8) [40]. Коэффициент  $K_I$  при выполнении расчетов с учетом нагрузок, соответствующих МРЗ во временной области, принимается равным  $K_I=1$ .

В зависимости от места расположения гипоцентра и эпицентра земного шара по отношению к их дислокации и ориентации зданий или сооружений на генплане, сейсмические воздействия могут иметь любой вектор направления в пространстве.

При проектировании зданий и сооружений с простыми конструктивно-планировочными решениями (рис. 16) допускается применение расчетных сейсмических нагрузок, действующих горизонтально в направлении их продольных и поперечных координационно-разбивочных осей. В указанных направлениях действие сейсмических нагрузок можно учитывать отдельно. К простым конструктивно-планировочным решениям зданий и сооружений относятся такие, для которых выполняются нижеперечисленные условия:

а) первая и вторая формы собственных колебаний сооружения не являются крутильными относительно вертикальной оси;

б) максимальное и среднее значения горизонтальных смещений каждого перекрытия по любой из поступательных форм собственных колебаний сооружения различаются не более чем на 10%;

в) значения периодов всех учитываемых форм собственных колебаний должны отличаться друг от друга не менее чем на 10%;

г) соответствует требованиям п.п. 4.3 [40];

д) соответствует требованиям таблицы 8 [40] или таблицы 8 настоящего издания;

е) в конструкциях перекрытий отсутствуют большие проемы, которые приводят к ослаблению перекрытий и горизонтального диска жесткости в целом.

Если проектируемое здание имеет сложное конструктивно-планировочное решение, то его расчет производят с учетом наиболее опасного с точки зрения максимальных значений сейсмической реакции здания или его частей направления действия сейсмических нагрузок.

Схемы зданий с несимметричной формой в плане (А) и разноуровневыми этажами (Б), приведены на рис. 19.

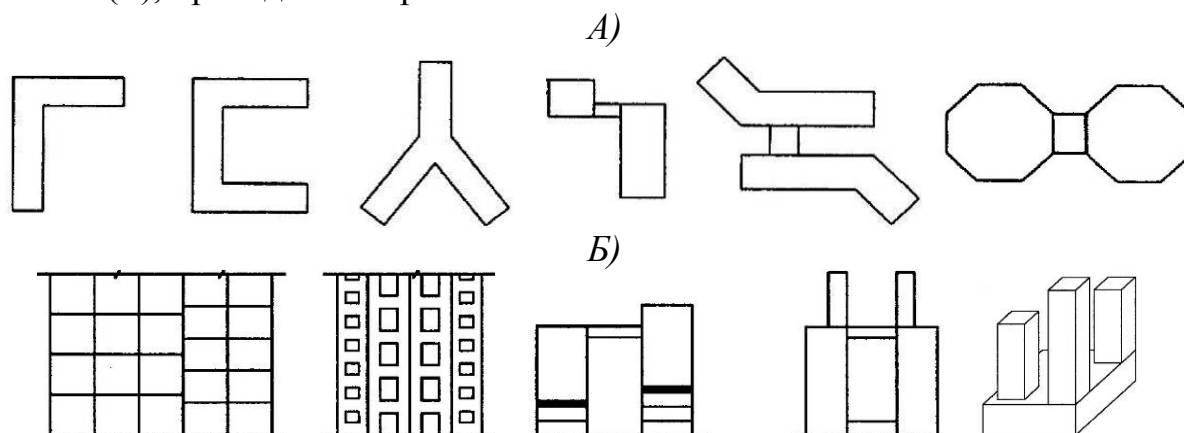


Рис. 19. Схемы зданий со сложными конструктивно-планировочными решениями:

А-планы зданий с несимметричной формой в плане и центрами масс, не совпадающими с их центрами жесткости, в которых учитывается возможность кручения здания вокруг вертикальной оси; Б-конструкции зданий с разноуровневыми этажами и многобашенные конструктивные системы, возведенные на общем основании

При расчете специальных и уникальных зданий и сооружений учитывается совместное действие вертикальной и горизонтальной сейсмических нагрузок. К таким совместным действиям относятся расчеты, включая: расчет горизонтальных и наклонных консольных конструкций; расчет пролетных строений мостов; расчет рам, арок, ферм, пространственных покрытий зданий и сооружений пролетом  $L \geq 24$  м.; расчет сооружений на устойчивость против опрокидывания

или против скольжения; расчет каменных конструкций при кладке несущих и самонесущих стен или заполнения каркаса (по 6.14.4. [40]).

Определение расчетных сейсмических нагрузок на здания и сооружения выполняется с учетом пространственных расчетных динамических моделей (РДМ), которые должны быть согласованы с расчетными статическими моделями конструкций и учитывать особенности распределения нагрузок, масс и жесткостей зданий и сооружений в плане и по высоте. При расчете также учитывается пространственный характер деформирования конструкций при сейсмических воздействиях.

В РДМ нагрузки от сейсмических масс « $m_i$ » (или вес от элементов здания) принимаются сосредоточенными в узлах расчетных схем. При вычислении сосредоточенной массы « $m_i$ » учитываются только те нагрузки, которые создают инерционную силу.

Пример схемы пространственной расчетной динамической модели здания (РДМ) в состоянии покоя (а), а также при  $i$ -й форме колебаний (б) приведен на рис. 20.

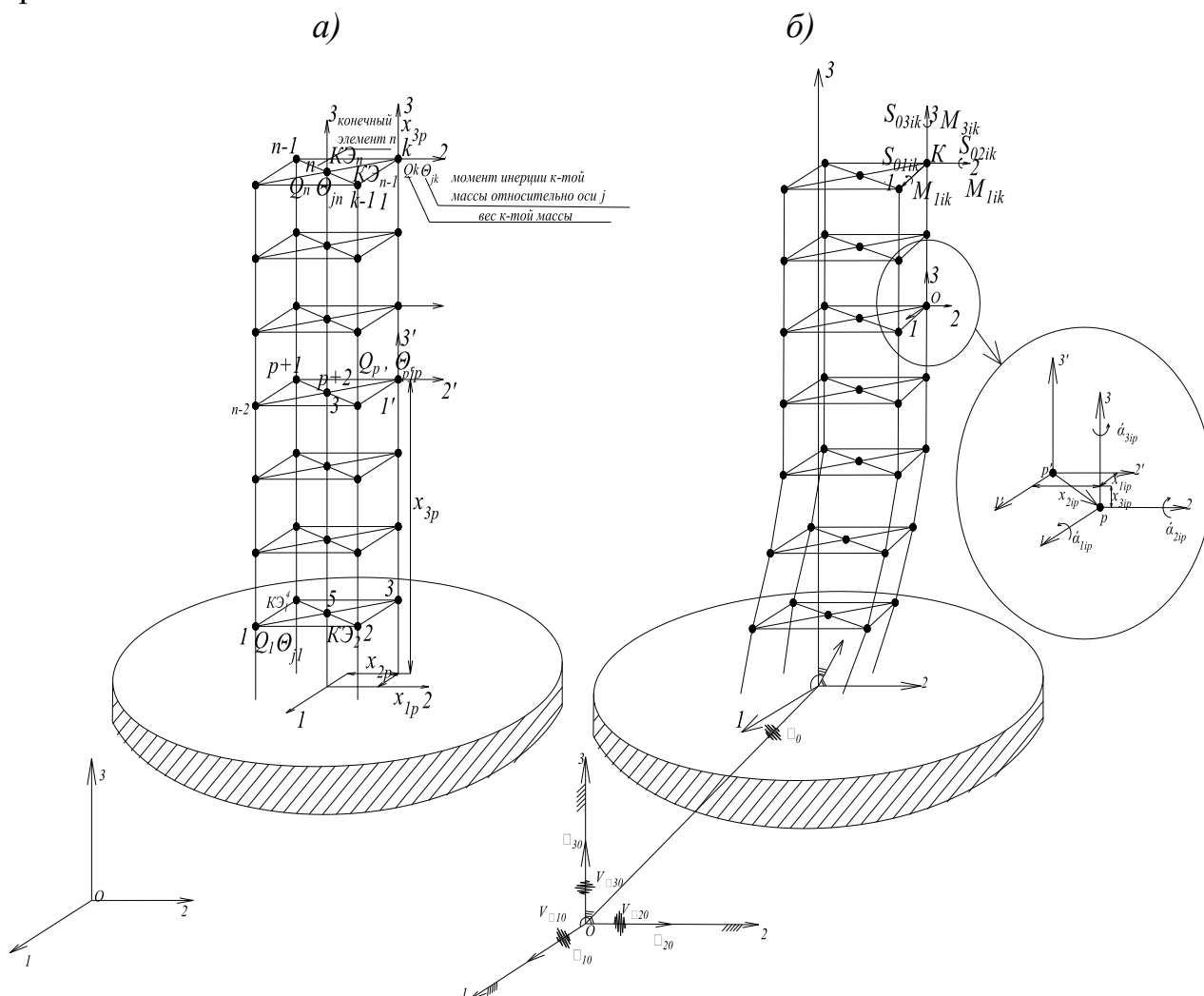


Рис. 20. Пространственная расчетная динамическая модель (РДМ) здания:  
а - состояние покоя; б -  $i$ -я форма колебаний

Для зданий и сооружений, имеющих сложное конструктивно-планировочное решение, расчетные сейсмические нагрузки определяются с использованием пространственных расчетных динамических моделей и с учетом пространственного характера сейсмических воздействий.

При расчетной ситуации МРЗ (максимальное расчетное землетрясение), для расчетов, допускается использование теории предельного равновесия или иные научно обоснованные методы.

При расчетной ситуации ПЗ (проектное землетрясение) для зданий и сооружений с простыми конструктивно-планировочными решениями расчетные сейсмические нагрузки определяются с использованием консольной расчетной динамической модели. Пример конструктивно-расчетной схемы одноэтажного и нескольких многоэтажных зданий на действие сейсмической равномерно распределенной и сосредоточенной нагрузки, приведен на рис. 21.

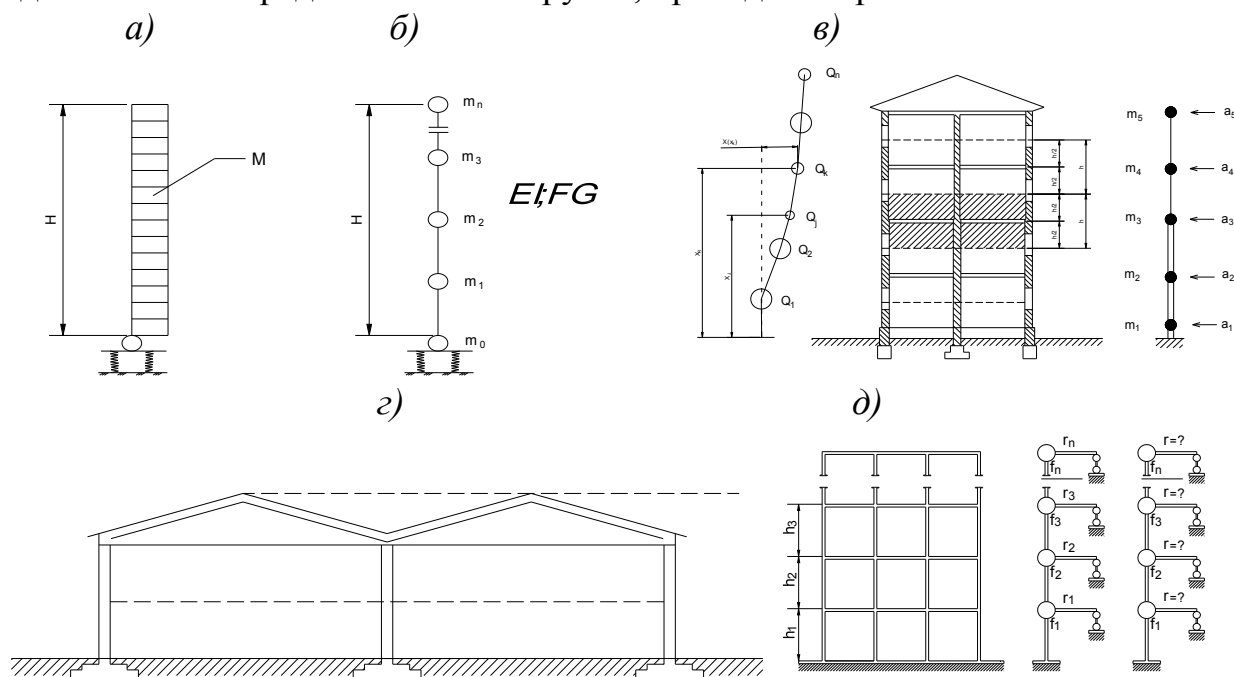


Рис. 21. Расчетные и конструктивные схемы одноэтажных и многоэтажных кирпичных и каркасных зданий, возводимых в сейсмических районах:

а – расчетная схема здания с равномерно распределенной массой по высоте здания, например труба, с отношением  $M/H$ ; б – с « $n$ » сосредоточенными равными массами « $m_0...m_n$ »; в – расчетная и конструктивная схемы многоэтажного кирпичного здания с правилами сбора поэтажных сейсмических масс для расчета здания на сейсмические воздействия; г – конструктивная и расчетная схемы для расчета на сейсмические воздействия одноэтажного каркасного здания; д – то же, для многоэтажного здания

Здесь сосредоточенные массы  $Q_1, Q_2, Q_3$  приняты в уровнях этажей перекрытий. Каждая нагрузка  $Q_i$  включает в себя вес конструкций соответствующего перекрытия, вес временной нагрузки на него, вес колонн, перегородок и других конструкций в пределах половины высоты  $h/2$  примыкающих верхнего и

нижнего этажей высотой  $h$  (рис. 21б). Жесткость в горизонтальном направлении вертикальных конструкций, соединяющих массы  $Q_1, Q_2, Q_3$ , равна на каждом уровне общей горизонтальной жесткости колонн, ригелей, стен и перегородок отсека трехэтажного здания. В нашем примере расчетная сейсмическая сила (нагрузка) представляет собой условные, статически действующие силы  $S_1, S_2, S_3$ , вызывающие в конструкциях сооружения усилия, близкие к тем, какие возникают в них под действием максимальных инерционных сил во время землетрясения. Сейсмические силы  $S_1, S_2, S_3$  действуют на каждый элемент конструкции, так как все они обладают массой (весом).

Расчетная сейсмическая нагрузка (силовая или моментная)  $S_{ik}^j$  по направлению обобщенной координаты с индексом  $j$ , приложенная к узловой точке  $k$  РДМ и соответствующая  $i$ -й форме собственных колебаний зданий или сооружений (кроме гидротехнических сооружений), определяется по формуле (1) [40] или формуле (1) настоящего издания:

$$S_{ik}^j = K_0 K_1 S_{0ik}^j, \quad (1)$$

где  $K_0$  –коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность, принимаемый по таблице 3 СП 14.13330.2014 или таблице 2 настоящего издания;

$K_1$  –коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений, принимаемый по таблице 5 [40] или таблице 4 настоящего издания.

Таблица 4 - Коэффициенты  $K_1$ , учитывающие допустимые здания и сооружений

| №№<br>п.п.                                                                                                                                                                                                                                                                | Тип здания или сооружения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $K_1$                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1.                                                                                                                                                                                                                                                                        | Здания и сооружения, в конструкциях которых повреждения или неупругие деформации не допускаются.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1                                                                    |
| 2.                                                                                                                                                                                                                                                                        | Здания и сооружения, в конструкциях которых могут быть допущены остаточные деформации и повреждения, затрудняющие нормальную эксплуатацию, при обеспечении безопасности людей и сохранности оборудования, возводимые:<br>-из деревянных конструкций.....<br>-со стальным каркасом без вертикальных диафрагм или связей.....<br>-то же, с диафрагмами или связями.....<br>-со стенами из железобетонных крупнопанельных или монолитных конструкций.....<br>-из железобетонных объемно-блочных и панельно-блочных конструкций.....<br>-с железобетонным каркасом без вертикальных диафрагм и связей.....<br>-то же, с заполнением из кирпичной или каменной кладки.....<br>-то же, с диафрагмами или связями.....<br>-из кирпичной или каменной кладки..... | 0,15<br>0,25<br>0,22<br>0,25<br>0,30<br>0,35<br>0,40<br>0,30<br>0,40 |
| 3.                                                                                                                                                                                                                                                                        | Здания и сооружения, в конструкциях которых могут быть допущены значительные остаточные деформации, трещины, повреждения отдельных элементов, их смещения, временно приостанавливающие нормальную эксплуатацию при наличии мероприятий, обеспечивающих безопасность людей (объекты пониженного уровня ответственности).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,12                                                                 |
| Примечания<br>1. Отнесение зданий и сооружений к 1-му типам проводится заказчиком по представлению генпроектировщика.<br>2. При выполнении расчета деформаций конструкций при сейсмическом воздействии в частотной области коэффициент $K_1$ следует принимать равным 1,0 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                      |

$S_{ik}^j$ , - значение сейсмической нагрузки для  $i$ -й формы собственных колебаний здания или сооружения, определяемое в предположении упругого деформирования конструкций по формуле (2) [40] или формуле (2) настоящего издания:

$$S_{ik}^j = m_k^j A \beta_i K_\psi \eta_{ik}^j, \quad (2)$$

где  $m_k^j$  - масса здания или момент инерции соответствующей массы здания, отнесенные к точке  $k$  по обобщенной координате  $j$ , определяемые с учетом расчетных нагрузок на конструкции согласно п.п. 5.1 [40];

$A$  – значение ускорения в уровне основания, принимаемое равным 1; 2; 4 м/с<sup>2</sup> для расчетной сейсмичности 7, 8, 9 баллов соответственно;

$K_\psi$  - коэффициент, принимаемый по табл. 5 [40] или табл. 5 настоящего издания.

Таблица 5 – Коэффициент, учитывающий способность зданий и сооружений к рассеиванию энергии

| Характеристика зданий и сооружений                                                                                   | $K_\psi$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1. Высокие сооружения небольших размеров в плане (башни, мачты, дымовые трубы, отдельно стоящие шахты лифтов и т.п.) | 1,5      |
| 2. Каркасные бесшарнирные здания, стеновое заполнение которых не оказывает влияние на их деформируемость             | 1,3      |
| 3. Здания и сооружения, не указанные в п. 1 и 2, кроме гидротехнических сооружений                                   | 1,0      |

$\beta_i$  – коэффициент динамичности, соответствующий  $i$ -й форме собственных колебаний зданий или сооружений, принимаемый в соответствии с п.п. 5.6 [40]. Значение коэффициента динамичности  $\beta_i$  в зависимости от расчетного периода собственных колебаний  $T_i$  здания или сооружения по  $i$ -й форме при определении сейсмических нагрузок принимается по формулам (3) и (4) или рисунку 2 [40], а также по формулам (3) и (4) или (рис. 22) настоящего издания.

Для грунтов категорий I и II по сейсмическим свойствам (кривая 1 на рис. 22) при:

$$\begin{aligned} T_i &\leq 0,1 \text{ с } \beta_i = 1 + 15 T_i; \\ 0,1 \text{ с} &< T_i < 0,4 \text{ с } \beta_i = 2,5; \\ T_i &\geq 0,4 \text{ с } \beta_i = 2,5(0,4/T_i)^{0,5}. \end{aligned} \quad (3)$$

Для грунтов категории III и IV по сейсмическим свойствам (кривая 2 на рис. 22) при:

$$\begin{aligned} T_i &\leq 0,1 \text{ с } \beta_i = 1 + 15 T_i; \\ 0,1 \text{ с} &< T_i < 0,8 \text{ с } \beta_i = 2,5; \\ T_i &\geq 0,8 \text{ с } \beta_i = 2,5(0,8/T_i)^{0,5}. \end{aligned} \quad (4)$$

Во всех случаях значения  $\beta_i$  должны приниматься не менее 0,8.

Примечание – При наличии представительной информации (записей землетрясений, подробная характеристика опасных зон ВОЗ и др.) допускается применять обоснованные значения коэффициента динамичности  $\beta_i$ .



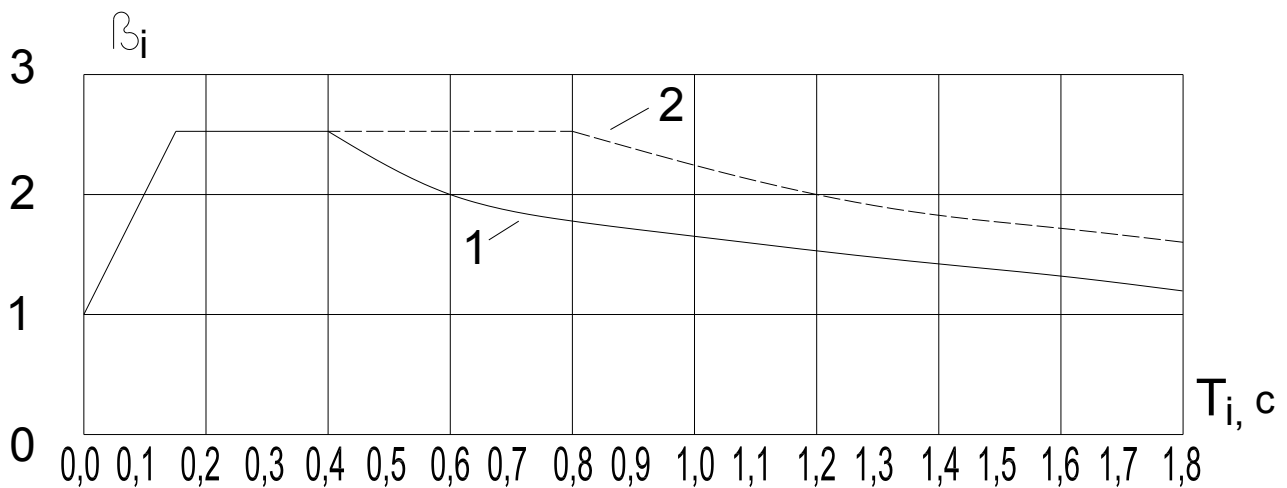


Рис. 22. График зависимости коэффициента динамичности  $\beta_i$  от расчётного периода собственных колебаний  $T_i$  здания или сооружения по  $i$ -ой форме при определении сейсмических нагрузок

$\eta_{ik}^j$  - коэффициент, зависящий от формы деформации здания или сооружения при его собственных колебаниях по  $i$ -й форме, от узловой точки приложения рассчитываемой нагрузки и направления сейсмического воздействия, определяемый по п.п. 5.7, 5.8 [40].

Здесь следует отметить, что при сейсмичности строительной площадки 8 баллов и более, повышенной только в связи с наличием грунтов категории III, к значению  $S_{ik}$  вводится множитель 0,7, учитывающий нелинейное деформирование грунтов при сейсмических воздействиях. Обобщенная координата может быть линейной координатой, и тогда ей соответствует линейная масса, либо угловой, и тогда ей соответствует момент инерции массы. Для пространственной РДМ для каждого узла обычно рассматривается 6 обобщенных координат: три линейные и три угловые. При этом, как правило, считают, что массы, соответствующие линейным обобщенным координатам, одинаковы, а моменты инерции массы относительно угловых обобщенных координат могут быть различными. При вычислении силовой сейсмической нагрузки  $S_{oik}^j$  ( $j=1, 2, 3$ ) приняты следующие размерности:  $S_{oik}^j$  [Н],  $g$  [ $m/c^2$ ],  $m_k^j$  [кг]; коэффициенты, входящие в формулу (2), - безразмерные. При вычислении моментной сейсмической нагрузки  $S_{oik}^j$  ( $j=4, 5, 6$ ) приняты следующие размерности:  $S_{oik}^j$  [Н·м],  $m_k^j$  [кг·м<sup>2</sup>],  $\eta_{ik}^j$  [1/м]; остальные коэффициенты, входящие в формулу (2) - безразмерные. Моменты инерции масс в узле  $k$  относительно 1-ой, 2-ой и 3-ей осей соответственно рассчитываются по формулам:  $m_k^4 = J_k^1$ ;  $m_k^5 = J_k^2$ ;  $m_k^6 = J_k^3$ , где  $J_k^1$ ,  $J_k^2$ ,  $J_k^3$  - моменты инерции масс в узле  $k$  относительно 1-й, 2-й и 3-й осей соответственно. Для зданий и сооружений, рассчитываемых по пространственной РДМ (рис. 20), значение  $\eta_{ik}^j$  при равномерном поступательном сейсмическом воздействии определяется по формуле (5) [40] и (5) настоящего издания

$$\eta_{ik}^j = \frac{U_{ik}^j \sum_{n=1}^n \sum_{l=1}^3 m_p^l U_{ip}^l r_l}{\sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^6 m_p^j [(U)_{ip}^j]^2} \quad (5)$$

где  $U_{ik}^j$  – смещения по  $i$ -й форме в узловой точке  $k$  РДМ по направлению обобщенной координаты с номером  $j$  (при  $j=1, 2, 3$  смещения линейные, при  $j=4, 5, 6$  – угловые);

$m_p^j$  – инерционные характеристики в узловой точке  $p$ , равные при  $j=1, 2, 3$  массе здания или сооружения, присоединенной к узловой точке  $p$  по направлению оси  $j$ , а при  $j=4, 5, 6$  равные моментам инерции массы относительно угловых обобщенных координат (инерционные характеристики определяют с учетом расчетных нагрузок на конструкцию согласно 5.1 [40];

$r_l$  – косинусы углов между направлением сейсмического воздействия и осью с номером  $l$ . Если обобщенные перемещения вдоль осей 1 и 2 соответствуют горизонтальной плоскости, а перемещение вдоль оси 3 является вертикальным, то эти коэффициенты равны:  $r_1 = \cos \alpha \cdot \cos \beta$ ;  $r_2 = \sin \alpha \cdot \cos \beta$ ;  $r_3 = \sin \beta$ , где  $\alpha$  – угол между направлением сейсмического воздействия и обобщенной координатой  $l=1$ ,  $\beta$  – угол между направлением сейсмического воздействия и горизонтальной плоскостью.

Для зданий и сооружений, рассчитываемых по консольной схеме (рис. 21), значение  $\eta_{ik}$  при поступательном горизонтальном (вертикальном) сейсмическом воздействии без учета моментов инерции массы определяется по формуле (6) [40] и (6) настоящего издания:

$$\eta_{ik} = \frac{x_k \sum_{j=1}^n m_j x_j}{\sum_{j=1}^n m_j x_j^2} \quad (6)$$

где  $X_i(x_k)$  и  $X_i(x_j)$  – смещения здания или сооружения при собственных колебаниях по  $i$ -й форме в рассматриваемой точке  $k$  и во всех точках  $j$ , где в соответствии с расчетной схемой его массива принимается сосредоточенной;

$m_j$  – масса здания или сооружения, отнесенная к узловой точке  $j$ , определяемая с учетом расчетных нагрузок на конструкцию в соответствии с п.п. 5.1 [40].

Для зданий высотой до пяти этажей включительно с незначительно изменяющимися по высоте массами и жесткостями этажей при  $T_i$  менее 0,4 секунды коэффициент  $\eta_k$ , при использовании консольной схемы для поступательного горизонтального (вертикального) сейсмического воздействия без учета моментов инерции массы, определяется по упрощенной формуле (7) [40] и (7) настоящего издания:

$$\eta_k = \frac{x_k \sum_{j=1}^n m_j x_j}{\sum_{j=1}^n m_j x_j^2} \quad (7)$$

где  $x_k$  и  $x_j$  – расстояния от точек  $k$  и  $j$  до верхнего обреза фундаментов здания.

При проектировании зданий и сооружений для строительства в сейсмических районах, усилия в несущих строительных конструкциях и их элементах определяются с учетом высших форм их собственных колебаний. Учитываемое в расчете минимальное число форм собственных колебаний, назначается так, чтобы сумма эффективных модальных масс, учтенных в расчете, составляла не менее 90% общей массы системы, возбуждаемой по направлению действия сейсмического воздействия для горизонтальных воздействий и не менее 75% - для вертикального воздействия. В соответствии со справочным приложением А [40] учитываются все формы собственных колебаний, эффективная модальная масса которых превышает 5%. Для сложных систем с неравномерным распределением жесткостей и масс учитывается остаточный член от отброшенных форм колебаний.

При использовании консольной РДМ для зданий и сооружений, имеющих простую конструктивную форму, усилия в конструкциях определяются с учетом не менее трех форм собственных колебаний, если период  $T_i$  первой (нижней) формы собственных колебаний  $T_i > 0,4$  сек., и с учетом только первой формы, если значение  $T_i \leq 0,4$  сек. Для гидротехнических сооружений число форм колебаний и коэффициенты  $\eta_{ik}$ , принимаются согласно требованиям раздела 5 [40].

Влияние сейсмической нагрузки при условии статического действия ее на здание или сооружение вызывает формирование расчетных значений: поперечных и продольного усилий; изгибающих и крутящего моментов; нормальных и касательных напряжений  $N_p$  в несущих и самонесущих строительных конструкциях, а также расчетные значения перемещений, которые определяются по обобщенной формуле (8):

$$N_p = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^2} \quad (8)$$

где  $N_i$  – значения усилия (момента, напряжения, перемещения), вызываемого сейсмическими нагрузками, соответствующими  $i$ -й форме колебаний;

$n$  – число учитываемых в расчете форм колебаний. Знаки в формуле (8) для вычисляемых факторов назначаются по знакам значений соответствующих факторов для форм с максимальными модальными массами.

Расчетные значения соответствующих факторов вычисляются с учетом их взаимной корреляции, если периоды  $i$ -й и  $(i+1)$ -й форм собственных колебаний здания или сооружения отличаются менее чем на 10%. В этом случае применяется формула (9):

$$N_p = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \rho_i |N_i N_{i+1}|} \quad (9)$$

где  $\rho_i=2$ , если  $T_{i+1}/T_i \geq 0,9$  и  $\rho_i=0$ , если  $T_{i+1}/T_i < 0,9$  ( $T_i > T_{i+1}$ ).

В случаях, предусмотренных п.п. 5.4 [40] (кроме каменных конструкций), значение вертикальной сейсмической нагрузки определяется по формулам (1) и (2). При этом численное значение коэффициента  $K_\psi$ , учитывающего способность зданий и сооружений к рассеиванию энергии, принимается равным единице ( $K_\psi=1$ ). Значение вертикальной сейсмической нагрузки умножается на понижающий коэффициент, равный 0,75. При расчете на вертикальную сейсмическую нагрузку консольных конструкций, собственная масса которых по сравнению с массой здания или сооружения значительно ниже (балконы, козырьки, консоли для навесных стен и т.п. и их крепления), принимается значение  $\beta\eta=5$ .

При проектировании конструкций и элементов, которые возвышаются над верхней отметкой здания или сооружения и имеющие по сравнению с ним незначительные поперечные сечения и малую собственную массу (парапеты, фронтоны и т.п.), а также крепления памятников, тяжелого оборудования, установленного на первом этаже, производится расчет с учетом горизонтальной сейсмической нагрузки, которую вычисляют по формулам (1) и (2) при значении  $\beta\eta=5$ . Конструкции стен, панелей, перегородок, соединения между отдельными конструктивными элементами, а также крепления технологического оборудования в сейсмических районах рассчитываются на сейсмическую нагрузку по формулам (1) и (2) при значении  $\beta\eta$ , соответствующем рассматриваемой отметке по высоте сооружения, и принимаемом не менее  $\beta\eta \geq 2$ . При расчете горизонтальных стыковых соединений в крупнопанельных зданиях силы трения, как правило, не учитываются.

При расчете конструкций на прочность и устойчивость в сейсмических районах помимо коэффициентов условий работы, принимаемых в соответствии с другими действующими нормативными документами, вводится и применяется дополнительно коэффициент условий работы  $m_{кр}$ , путем деления величин усилий на этот коэффициент. Дополнительный коэффициент условий работы  $m_{кр}$  определяется по табл. 7 [40] или по табл. 7 настоящего издания.

Таблица 7 - Коэффициент условий работы  $m_{кр}$

| Характеристика конструкций                                                                                                                                                                                                                                                                        | Значения $m_{кр}$             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>При расчетах на прочность</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |
| 1. Стальные, деревянные, железобетонные с жесткой арматурой.....                                                                                                                                                                                                                                  | 1,3                           |
| 2. Железобетонные со стержневой и проволочной арматурой, кроме проверки на прочность наклонных сечений.....                                                                                                                                                                                       | 1,2                           |
| 3. Железобетонные при проверке на прочность наклонных сечений.....                                                                                                                                                                                                                                | 1,0                           |
| 4. Каменные, армокаменные и бетонные при расчете:                                                                                                                                                                                                                                                 |                               |
| -на внецентренное сжатие.....                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,0                           |
| -на сдвиг и растяжение.....                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,8                           |
| 5. Сварные соединения.....                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,0                           |
| 6. Болтовые и заклепочные соединения.....                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,1                           |
| <b>При расчётах на устойчивость</b>                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| 7. Стальные элементы гибкостью свыше 100.....                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,0                           |
| 8. Стальные элементы гибкостью до 20.....                                                                                                                                                                                                                                                         | 1,2                           |
| 9. Стальные элементы гибкостью от 20 до 100.....                                                                                                                                                                                                                                                  | От 1,2 до 1,0 по интерполяции |
| Примечание – При расчете стальных и железобетонных конструкций, подлежащих эксплуатации в неотапливаемых помещениях или на открытом воздухе при расчетной температуре ниже минус 40 <sup>0</sup> С, следует принимать $m_{кр}=0,9$ , в случае проверки прочности наклонных сечений $m_{кр}=0,8$ . |                               |

При расчете зданий и сооружений (кроме гидротехнических сооружений) длиной или шириной более 30 м по консольной РДМ, помимо сейсмической нагрузки, определяемой по п.п. 5.5 [40], учитывается крутящий момент относительно вертикальной оси здания или сооружения, проходящей через его центр жесткости. Значение расчетного эксцентриситета между центрами жёсткостей и масс зданий или сооружений в рассматриваемом уровне принимается не менее  $0,1B$ , где  $B$  – размер здания или сооружения в плане в направлении, перпендикулярном к действию силы  $S_{ik}$ . При расчете и проектировании конструкций подпорных стен учитывается сейсмическое давление грунта. Как правило, расчет зданий и сооружений с учетом сейсмического воздействия выполняют по предельным состояниям первой группы.

В тех случаях, когда имеются обоснованные технологические требования к проектируемому зданию или сооружению, производится расчет по второй группе предельных состояний. В тех случаях, когда осуществляется проектирование зданий и сооружений, имеющих пониженный уровень ответственности, разрушение которых не связано с гибелью людей, порчей ценного оборудования и не вызывает прекращения непрерывных производственных процессов (склады, крановые эстакады, небольшие мастерские и др.), а также временные здания и сооружения, необходимость учета сейсмических воздействий устанавливается организацией заказчика.

При применении сейсмоизолирующих систем в конструкциях зданий и сооружений расчет производится на сейсмические нагрузки, соответствующие уровням ПЗ и МРЗ, а также на эксплуатационную пригодность. Для уровня ПЗ расчет системы сейсмоизоляции зданий и сооружений на сейсмические нагрузки выполняется в соответствии с п.п. 5.2а [40]. При этом повреждения элементов конструкций сейсмической изоляции не допускается.

Для уровня МРЗ расчет системы сейсмоизоляции зданий и сооружений на сейсмические нагрузки, выполняется в соответствии с п.п. 5.2б и 5.2.2 [40]. При выполнении расчета на максимальные расчетные землетрясения (МРЗ) в обязательном порядке осуществляется проверочный расчет на предельно допустимые перемещения. Такой расчет в обязательном порядке проводят для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, а по требованию заказчика расчет выполняется для зданий нормального уровня ответственности. Для расчетов рекомендуется использовать реальные акселерограммы, характерные для района строительства, а в случае их отсутствия осуществляется генерация искусственной акселерограммы с учетом конкретных грунтовых условий площадки строительства.

Расчет сейсмоизолирующей системы на эксплуатационную пригодность выполняется на воздействия вертикальных статических и горизонтальных ветровых нагрузок. Каждый конструктивный элемент системы сейсмоизоляции проектируется таким образом, чтобы при максимальных горизонтальных перемещениях надежно воспринимались максимальные и минимальные статические вертикальные нагрузки.

Проектирование высотных зданий в РФ осуществляется в соответствии с [40], а также современными научно-теоретическими исследованиями и производственно-практическими достижениями в области сейсмостойкого строительства. Расчет высотных зданий на сейсмические воздействия, расположенных в несейсмических районах, осуществляется для зданий высотой 100 м и более. На сейсмические воздействия рассчитывают высотные здания, возводимые на площадках сейсмичностью 5 и 6 баллов. Сейсмичность района и площадки строительства определяется, соответственно, по табл. 1 [40] в зависимости от категории грунта по сейсмическим свойствам и по картам ОСР-97 территорий сейсмического микрорайонирования.

Если данные микросейсморайонирования отсутствуют, то сейсмичность площадки принимается по аналогии с табл. 1 [40], соответственно: для грунтов второй (II) категории – 5 баллов; для грунтов третьей (III) категории – 6 баллов. По действующей шкале MSK-64, значения максимального ускорения сейсмического движения грунта при расчете принимается, соответственно: для 5 баллов –  $25 \text{ см/с}^2$ , для 6 баллов –  $50 \text{ см/с}^2$ .

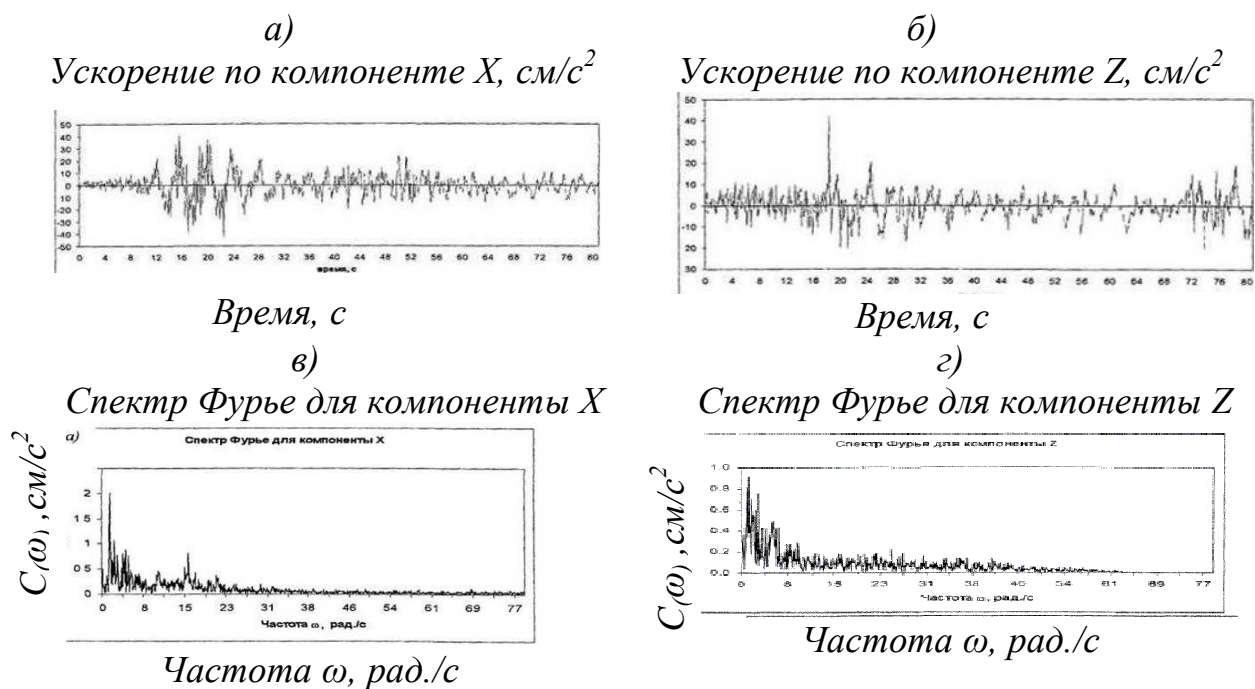
Расчет конструкций и оснований производится на основное и особое сочетание нагрузок. При расчете на особое сочетание с учетом сейсмического воздействия, значения расчетных нагрузок умножаются на коэффициенты сочетаний  $n_c$ , принимаемые по табл. 2 [40] или таблице 3 настоящего издания. Нагрузки от температурных климатических воздействий, ветровые нагрузки, динамические воздействия от оборудования и транспорта при этом не учитываются.

Современные инженерные и численные методы расчета с применением усовершенствованных расчетных моделей и учетом реальных акселерограмм сейсмического движения грунта во время землетрясения и соответствующие им спектры Фурье для конкретных площадок строительства позволяют более достоверно оценить реальную картину работы зданий при землетрясении и запроектировать сейсмостойкие здания.

Пример построенных акселерограмм сейсмического движения грунта, зарегистрированных на территории города Москвы во время землетрясения 04 марта 1977 г и соответствующие им спектры Фурье, приведены на рис. 23.

По результатам обработки акселерограмм, записанных сейсмографами на сейсмостанциях, получают исходные данные, используемые при расчете в частотной области линейно-спектральным методом по отдельным формам колебаний здания.

К таким исходным данным для расчета относятся: интенсивность воздействия  $I$  (для пяти баллов  $I=0,025$ ; для шести баллов  $I=0,05$ ); спектральный состав воздействия, определяемый коэффициентом динамичности  $\beta$  (рис. 23) в зависимости от периодов колебаний здания по графикам; ориентация воздействия; уровень ротации воздействия.



| Шкала частот $\omega$ , рад./с    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0                                 | 8    | 15   | 23   | 31   | 38   | 46   | 54   | 61   | 69   | 77   |      |
| Шкала периодов $T$ , с            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| $\infty$                          | 0,78 | 0,42 | 0,27 | 0,20 | 0,16 | 0,14 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,08 |      |
| Шкала длин волн при скорости волн |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | см/с |
| $\infty$                          | 156  | 84   | 54   | 40   | 32   | 28   | 24   | 20   | 18   | 16   | 200  |
| $\infty$                          | 390  | 210  | 135  | 100  | 80   | 70   | 60   | 50   | 45   | 40   | 300  |

Рис. 23. Акселерограммы сейсмического движения грунта (*а* и *б*) зарегистрированные на территории города Москвы во время землетрясения, произошедшего 04 марта 1977 г., и соответствующие им спектры Фурье (*в* и *г*).

### Глава 3. Сейсмостойкое проектирование жилых, общественных и производственных зданий и сооружений

Сейсмические воздействия (колебания земной коры вследствие прохождения по ней горизонтальных и вертикальных сейсмических волн), распространяясь от эпицентра землетрясения, достигают конструкций фундаментов, сообщают им колебательное движение по горизонтали (когда эпицентр расположен на большом расстоянии) и по вертикали (когда гипоцентр расположен в массиве грунта непосредственно под зданием или сооружением).

Фундаменты, являясь подземной частью здания и сооружения, воспринимают сейсмические воздействия от грунта основания и передают эти сейсмические воздействия на его остов (основные несущие и ограждающие конструкции), который в зависимости от конструктивной особенности в каждом случае воспринимает эти воздействия и должен обеспечить общую устойчивость, прочность и эксплуатационную пригодность.



Сейсмические воздействия, распространяющиеся в массиве грунта от гипоцентра во все стороны, по отношению к возведенным на поверхности коры земного шара объектам, могут иметь любое направление в зависимости от места расположения и удаленности зданий и сооружений.

Принципиальная схема распространения и влияния горизонтальных и вертикальных сейсмических волн, формируемых в гипоцентре землетрясения массива грунта на здания и сооружения, возведенные на поверхности земной коры, приведена на рис. 24.

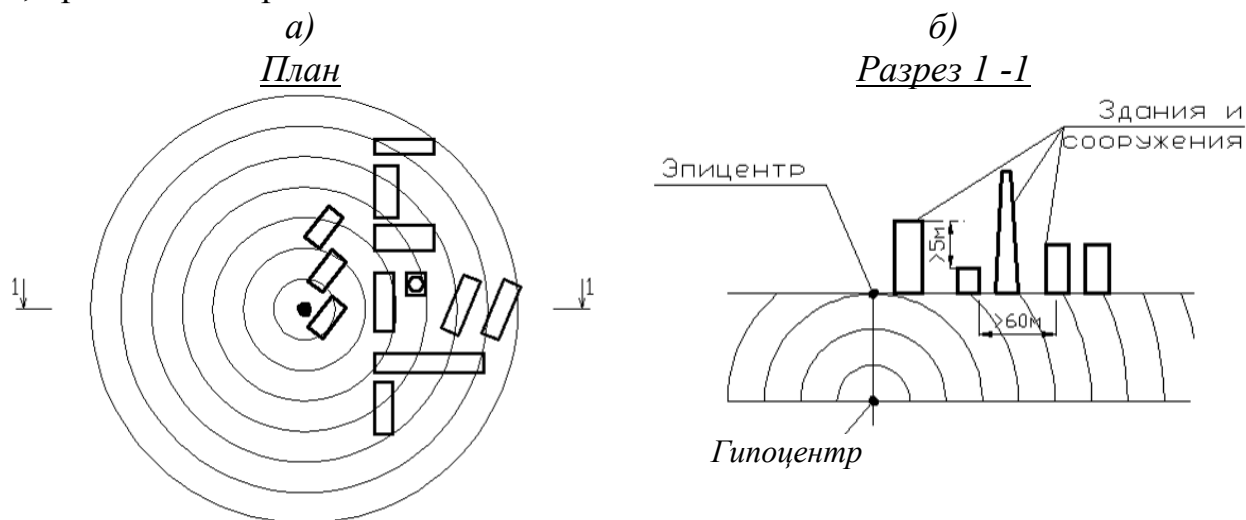


Рис. 24. Принципиальная схема распространения и влияния горизонтальных и вертикальных сейсмических волн, формируемых в гипоцентре землетрясения массива грунта на здания и сооружения, возведенные на поверхности земли:

*а* - план с расположением гипоцентра и объектов; *б* - разрез 1-1 с относительным расположением гипоцентра землетрясения на глубине грунтового массива, эпицентра землетрясения, расположенного непосредственно над гипоцентром в точке пересечения перпендикуляра (линия соединяющая гипоцентр с эпицентром) к касательной, проведенной для дуги на поверхности земли

Для зданий и сооружений простой в плане геометрической формы (рис. 16) расчетные сейсмические нагрузки принимаются приложенными горизонтально в направлении их продольной и поперечной координатных осей, причем действие сейсмических нагрузок в указанных направлениях учитывается раздельно. При расчете сооружений сложной в плане геометрической формы, учитываются наиболее опасные для данной конструкции или ее элементов направления действия сейсмических нагрузок. Здания и сооружения сложной в плане формы, как правило, имеют разные инерционные массы. При сейсмическом воздействии такие здания имеют, соответственно, разную относительно частей, из которых состоит сложная геометрическая форма объекта, амплитуду и частоту колебаний. Различие численных значений амплитуды и частоты колебаний разных блоков в составе одного здания или сооружения влечет за собой формирование и развитие концентрации напряжений в местах примыканий отдельных, простых по форме, частей здания, что в свою очередь вызывает нарушение целостности несущих конструкций остова. Поэтому при проектировании зданий и сооружений сложной формы в плане они разделяются антисейсмическими швами (*асш*). Здания и сооружения разделяются антисейсмическими швами

в случаях, когда: здание или сооружение имеет сложную форму в плане; смежные участки здания или сооружения имеют перепады высоты 5 м и более, а также при существенных отличиях друг от друга по жесткости и (или) массе. На рис. 25 приведены примеры наиболее характерных случаев зданий и сооружений сложной в плане геометрической формы и варианты разделения на простые сейсмостойкие геометрические формы при помощи устройства антисейсмических швов (*асш*). Устройство антисейсмических швов внутри помещений не допускается.

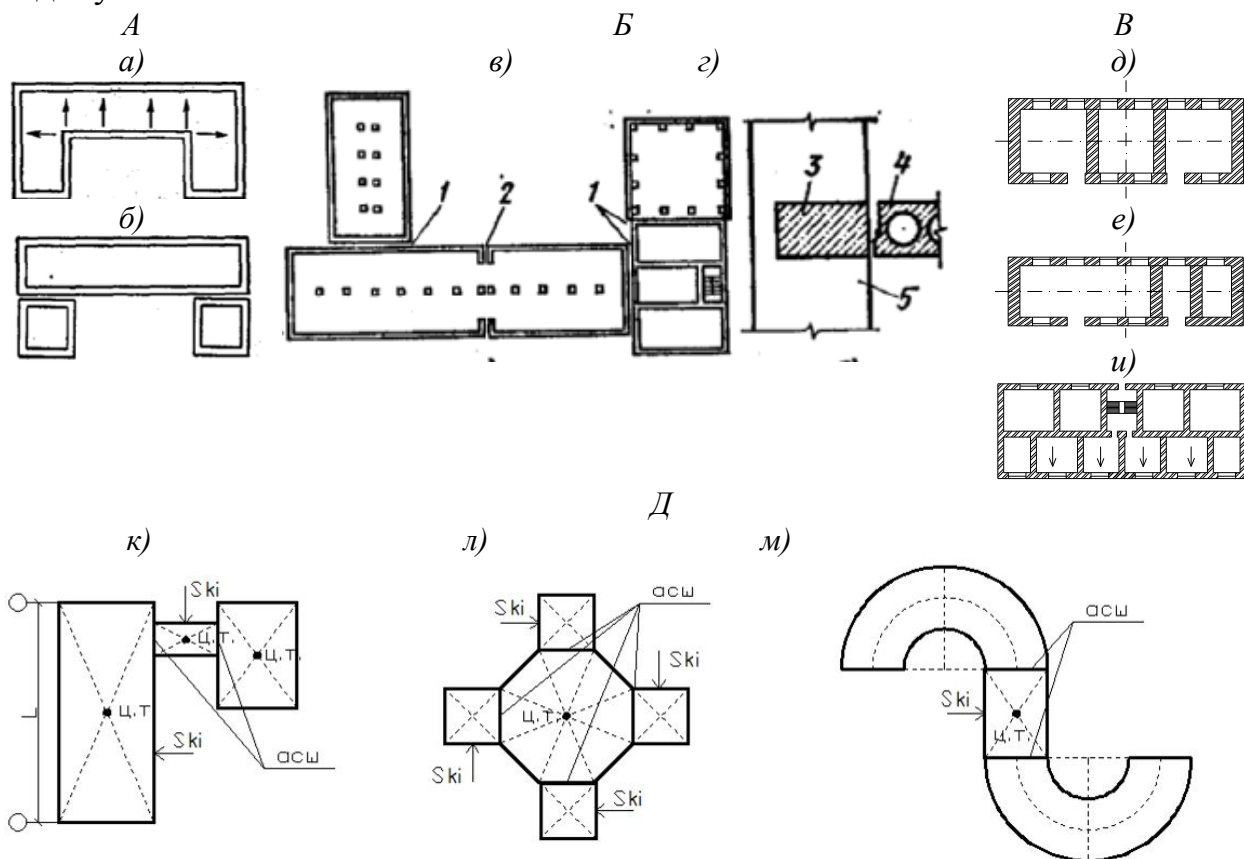


Рис. 25. Антисейсмические мероприятия и принципиальные схемы вариантов сложных геометрических форм зданий или сооружений в плане, и наиболее опасные направления действия сейсмических воздействий  $S_{ki}$ :

**А**—схема разрезки здания со сложной в плане формой на сейсмостойкие отдельные блоки: *а* — не рекомендуемое решение планировки; *б* — рекомендуемое сейсмостойкое решение; **Б**—антисейсмические мероприятия: *в*—пример членения сложного в плане здания антисейсмическими швами; *г*—устройство антисейсмических поясов в кирпичных самонесущих стенах; 1—антисейсмический шов; 2—температурный шов; 3—монолитный железобетонный пояс в самонесущей кирпичной стене в уровне перекрытия; 4—перекрытие или покрытие из многопустотных панелей перекрытия; 5—стена; **В**—схема распределения жесткостей в плане здания: *д* — рекомендуемая симметричная; *е* — не рекомендуемая асимметричная; *и*—то же, с изломом внутренних стен; **Д**—принципиальные схемы вариантов сложных геометрических форм зданий: *к* —Г-образное в плане здание с разномассовыми блоками, разделёнными антисейсмическими швами (*асш*) на простые прямоугольные формы блоков; *л*—крестообразное в плане здание с разномассовыми блоками, разделёнными антисейсмическими швами (*асш*) на простые симметричные формы блоков; *м* —S-образное в плане здание с криволинейными и прямолинейными блоками, разделёнными антисейсмическими швами (*асш*) на относительно простые симметричные формы блоков

Антисейсмические швы также устраиваются в тех случаях, когда смежные участки здания или сооружения имеют перепады высот в пределах одного здания. В соответствии с [40], строительство таких зданий рекомендуется проектировать с устройством *асш*, в местах перепадов между блоками, где разность их по высоте составляет 5 метров и более (рис. 26). В одноэтажных зданиях высотой до 10 метров при расчетной сейсмичности не более 7 баллов антисейсмические швы допускается не устраивать (рис. 26а). Антисейсмические швы (*асш*) разделяют здания и сооружения по всей высоте от кровли до отметки обреза фундаментов, без разделения конструкции фундамента швом с устройством парных колонн или стен в зоне шва на общем столбчатом или ленточном фундаменте (рис. 26в, г). В тех случаях, когда антисейсмический шов (*асш*) совпадает с осадочным швом, здания или сооружения разделяются по всей высоте от кровли до отметки подошвы «*FL*» фундаментов, с разделением конструкции фундамента на две самостоятельные части фундаментов (рис. 26б).

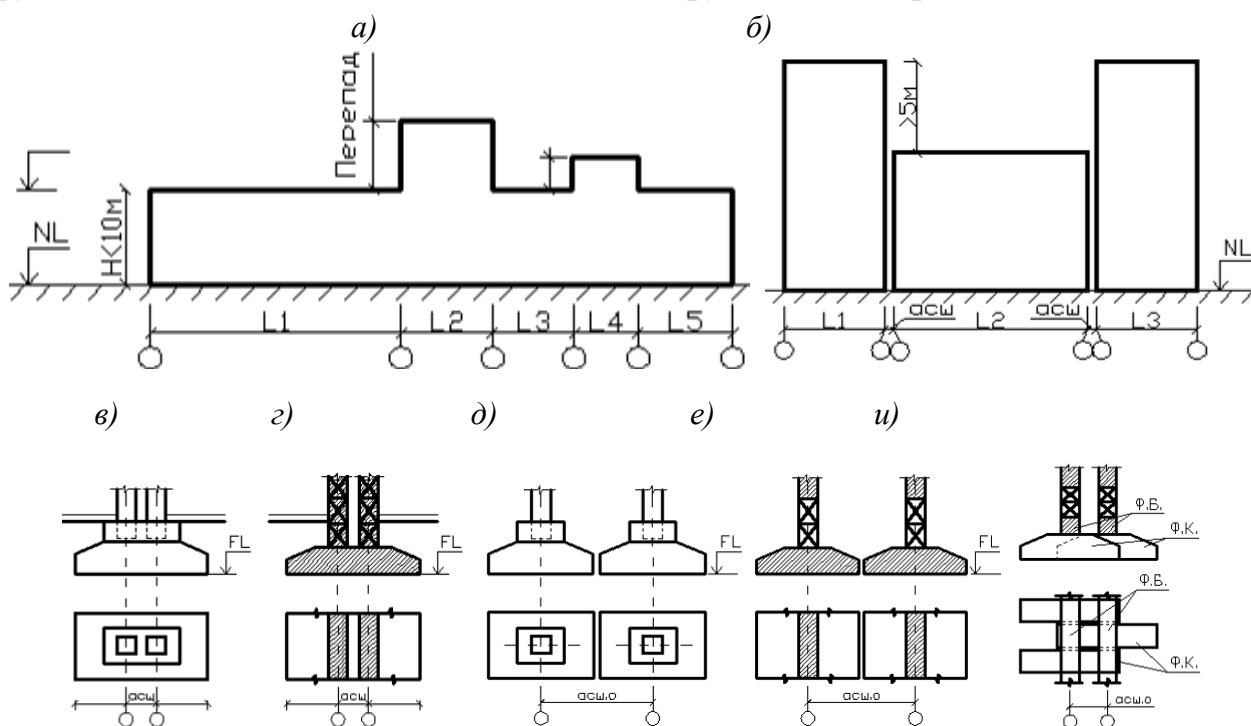


Рис. 26. Антисейсмические швы (*асш*, *асш.о*) и варианты их устройства:  
а - схема перепадов для одноэтажных зданий при расчетной сейсмичности 7 баллов; б -  
схема устройства антисейсмических швов в зданиях с перепадами высот; в -  
антисейсмический шов (*асш*), не совпадающий с осадочным для зданий с каркасным остовом;  
г - то же для зданий со стеновым остовом из кирпичных, панельных, блочных и др. конструкций с ленточными фундаментами; д - антисейсмический шов, совпадающий с осадочным для зданий с каркасным остовом; е - то же для зданий со стеновым остовом из кирпичных, панельных, блочных и др. конструкций на сплошных ленточных фундаментах; и - то же для зданий со стеновым остовом на прерывистых ленточных фундаментах (ФК) с фундаментными балками (БФ)

Такие конструктивные решения комбинированных швов принято обозначать (*асш.о*). Наиболее распространенные схемы разделения конструкций различных типов фундаментов мелкого заложения (ФМЗ), включая ленточные и отдельно стоящие, приведены на рис. 26*д, е, и*. Антисейсмические швы (*асш, асш.о*) выполняются путем возведения парных стен или рам, а также возведения рамы и стены в случае проектирования зданий с неполным каркасом. Ширина антисейсмического шва назначается по расчету на расчетные сейсмические нагрузки  $S_{xi}$  и зависит от суммарной величины горизонтальных перемещений конструкций смежных относительно антисейсмического шва блоков зданий. Поэтому ширина шва назначается не менее суммы двух амплитуд колебаний (отклонений) смежных отсеков здания. При высоте здания или сооружения до 5 м ( $H_{зд} \leq 5 \text{ м}$ ) ширина такого шва принимается не менее 30 мм «в свету». При проектировании зданий или сооружений большей высоты ( $H_{зд} > 5 \text{ м}$ ), величина такого шва увеличивается по 20 мм на каждые 5 м высоты здания. Схема к назначению расчетной ширины антисейсмического шва  $\Delta x$  «в свету», между створами примыкающих или блокируемых зданий, приведена на рис. 27.

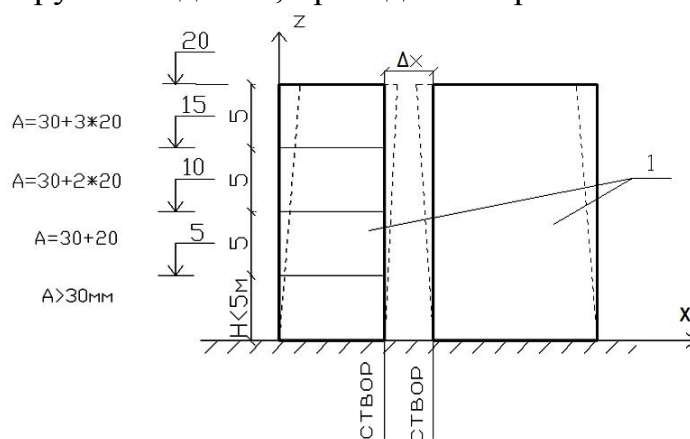


Рис. 27. Схема к назначению расчетной ширины антисейсмического шва  $\Delta x$  «в свету», между створами примыкающих конструктивных элементов блокируемых зданий: 1 –отсеки примыкающих блоков здания или сооружения

Расстояние «в свету», или ширина антисейсмического шва  $\Delta x$  для зданий и сооружений высотой более 5 м определяется по формуле:

$$\Delta x = 30 + n \cdot 20, \quad (10)$$

где  $n$  – количество этажей проектируемого здания или сооружения.

Обделка и возможное заполнение полости антисейсмических швов проектируются таким образом, чтобы это конструктивное мероприятие не препятствовало взаимным горизонтальным перемещениям примыкающих отсеков здания или сооружения и исключало возможное их соударение при землетрясении. Конструктивные решения по устройству переходов между отсеками, разделенными антисейсмическим швом блоками, принимаются таким образом, чтобы функциональная схема обеспечивала беспрепятственное сообщение между ними при помощи устройства двух консолей из сопрягающихся блоков с выполнением расчетного антисейсмического шва между концами консолей. При этом

регламентируется устройство антисейсмического шва на консолях с максимальным вылетом не более 1,0 м. Объемно-планировочные решения принимаются таким образом, чтобы переход через антисейсмический шов не был единственным путем эвакуации из зданий или сооружений. Расстояние между антисейсмическими швами и высота зданий зависят от их конструктивных особенностей, материала основных несущих конструкций и расчетной сейсмичности строительной площадки. Предельно допустимые расстояния между антисейсмическими швами для зданий и сооружений не должны превышать, соответственно: из стальных каркасов – по требованиям для несейсмических районов, но не более 150 метров; из деревянных конструкций и из мелких ячеистых блоков – 40 м при расчетной сейсмичности 7 8 баллов и 30 м – при расчетной сейсмичности 9 баллов. Для зданий остальных конструктивных решений – по таблице 7 [40] – 80 м при расчетной сейсмичности 7 – 8 баллов и 60 м при расчетной сейсмичности 9 баллов. Эти габаритные размеры нормируются таблицей 7 [40] или приведены в таблице 8 настоящего издания.

Таблица 8 - Предельная высота здания в зависимости от конструктивного решения

| Несущая конструкция                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Предельная высота, м (этажность)<br>при сейсмичности площадки в баллах |                                               |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 7                                                                      | 8                                             | 9                                           |
| 1 Стальной каркас                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | По требованиям для несейсмических районов                              |                                               |                                             |
| 2 Железобетонный каркас:<br>рамно-связевый, безригельный связевый (с железобетонными диафрагмами, ядрами жесткости или стальными связями)<br>безригельный без диафрагм и ядер жесткости<br>рамный с заполнением из штучной кладки, воспринимающей горизонтальные нагрузки, в том числе, каркасно-каменной конструкции<br>рамный без заполнения и с заполнением, отделенным от каркаса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 57 (16)<br><br>14 (4)<br>34 (9)<br><br>24 (7)                          | 43 (12)<br><br>11 (3)<br>24 (7)<br><br>18 (5) | 34 (9)<br><br>8 (2)<br>18 (5)<br><br>11 (3) |
| 3 Стены из монолитного железобетона                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 75 (24)                                                                | 70 (20)                                       | 57 (16)                                     |
| 4 Крупнопанельные железобетонные стены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 57 (16)                                                                | 50 (14)                                       | 43 (12)                                     |
| 5 Объемно-блочные и панельно-блочные железобетонные стены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 50 (16)                                                                | 50 (16)                                       | 38 (12)                                     |
| 6 Стены из крупных бетонных или виброкирпичных блоков                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 29 (9)                                                                 | 23 (7)                                        | 17 (5)                                      |
| 7 Стены комплексной конструкции из керамических кирпичей и камней, бетонных блоков, природных камней правильной формы и мелких блоков, усиленные монолитными железобетонными включениями:<br>1-й категории<br>2-й категории                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <br>20 (6)<br>17 (5)                                                   | <br>17 (5)<br>14 (4)                          | <br>14 (4)<br>11 (3)                        |
| 8 Стены из керамических кирпичей и камней, бетонных блоков, природных камней правильной формы и мелких блоков, кроме указанных в 7:<br>1-й категории<br>2-й категории                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <br>17 (5)<br>14 (4)                                                   | <br>15 (4)<br>11 (3)                          | <br>12 (3)<br>8 (2)                         |
| 9 Стены из мелких ячеистых и легковесных бетонных блоков                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8 (2)                                                                  | 8 (2)                                         | 4 (1)                                       |
| 10 Деревянные бревенчатые стены, брусчатые, щитовые                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8 (2)                                                                  | 8 (2)                                         | 4 (1)                                       |
| Примечания<br>1 За предельную высоту здания принимают разность отметок низшего уровня отмостки или поверхности земли, примыкающей к зданию, и низа верхнего перекрытия или покрытия. Подвальный этаж включают в число этажей в случае, если верх его перекрытия находится выше средней планировочной отметки земли не менее чем на 2 м.<br>2 В случаях, когда подземная часть здания конструктивно отделена от грунтовой засыпки или от конструкций примыкающих участков подземной застройки, подземные этажи включают в этажность и предельную высоту здания.<br>3. Верхний этаж с массой покрытия менее 50 % средней массы перекрытий здания в этажность и предельную высоту не включают.<br>4. Высоту зданий общеобразовательных учреждений (школы, гимназии и т.п.) и учреждений здравоохранения (лечебные учреждения со стационаром, дома престарелых и т.п.) при сейсмичности площадки свыше 6 баллов следует ограничивать тремя надземными этажами. В случае, если по функциональным требованиям возникает необходимость увеличения числа этажей проектируемого здания сверх указанного, следует применять специальные системы сейсмозащиты (сейсмоизоляция, демпфирование и т.п.) для снижения сейсмических нагрузок. |                                                                        |                                               |                                             |

### 3.1. Основания, фундаменты и стены подвалов

Основания и фундаменты зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах, проектируются в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011, актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений» [43] и СП 24.13330.2011, актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» [45]. Дополнительные антисейсмические мероприятия предусматриваются при проектировании оснований зданий и сооружений в особых инженерно – геологических и гидрогеологических условиях (структурно–неустойчивых, мерзлых грунтах, слабых водонасыщенных грунтах, на подрабатываемых территориях и т.д.). Наиболее распространенные сейсмостойкие типы фундаментов мелкого заложения приведены на рис. 28.

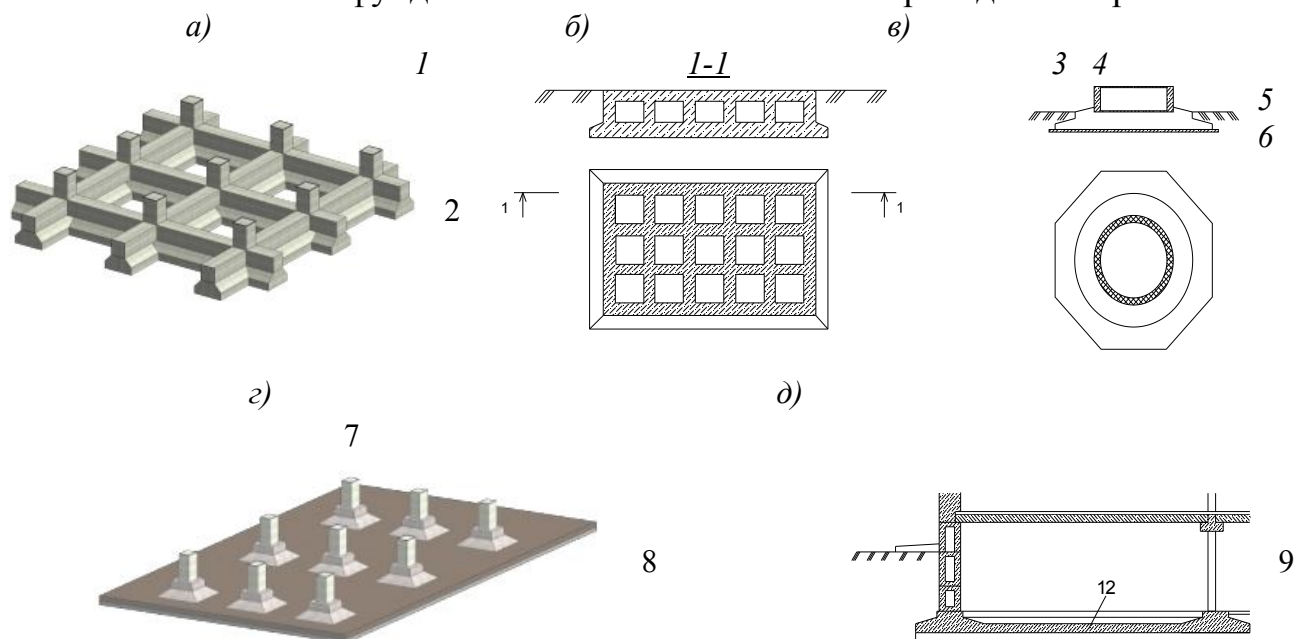


Рис. 28. Конструктивные типы и схемы фундаментов зданий и сооружений в сейсмических районах с каркасным и стеновым остовами: а-перекрестный ленточный под каркасное здание; б-плитный коробчатый с диафрагмами жесткости, расположенными по сотовой системе; в-плитный под жесткое круглое в плане сооружение; г-плитный плоский под каркасное здание; д-фрагмент разреза по плитному ребристому фундаменту; 1 – колонны каркаса; 2 – рёбра фундамента; 3 –надземное сооружение; 4 –стена; 5 –плитный фундамент многоугольной формы; 6 –подготовка под фундамент; 7 –колонны с подколонниками; 8 –плитный фундамент; 9 –колонна; 10 –плитный фундамент

Для обеспечения требуемой сейсмостойкости зданий и сооружений подошву фундаментов мелкого заложения (ФМЗ) зданий в целом или их отсеков, возводимых на нескальных дисперсных грунтах, устраивают на одном уровне  $FL$  (рис. 26). При необходимости размещения подошвы фундаментов на разных отметках, предусматриваются инженерные мероприятия с устройством перепадов вертикальных отметок (рис. 29). Переход от более заглубленной части по-

дошвы ФМЗ к менее заглубленной его части выполняется уступами. Уступы устраиваются не круче  $i \leq \Delta h : a = 1:2$ , а высота уступа  $\Delta h$  принимается не более  $\Delta h \leq 600$  мм (рис. 29а). Ленточные фундаменты примыкающих частей отсеков принимаются с одинаковыми заглублениями на протяжении не менее одного метра от шва. Допустимая разность отметок заложения подошвы ФМЗ  $\Delta h$  при размещении соседних столбчатых или столбчатого и ленточного фундаментов определяется по формуле (11).

$$\Delta h \leq a \cdot (tg\varphi_I + c_I/p_I), \quad (11)$$

где  $a$  – расстояние между фундаментами «в свету»;

$\varphi_I$  и  $c_I$  – расчетные значения угла внутреннего трения и удельного сцепления грунта основания;

$p_I$  – среднее давление под подошвой расположенного выше фундамента от расчетных нагрузок (для расчета грунта оснований по первой группе предельных состояний – по несущей способности).

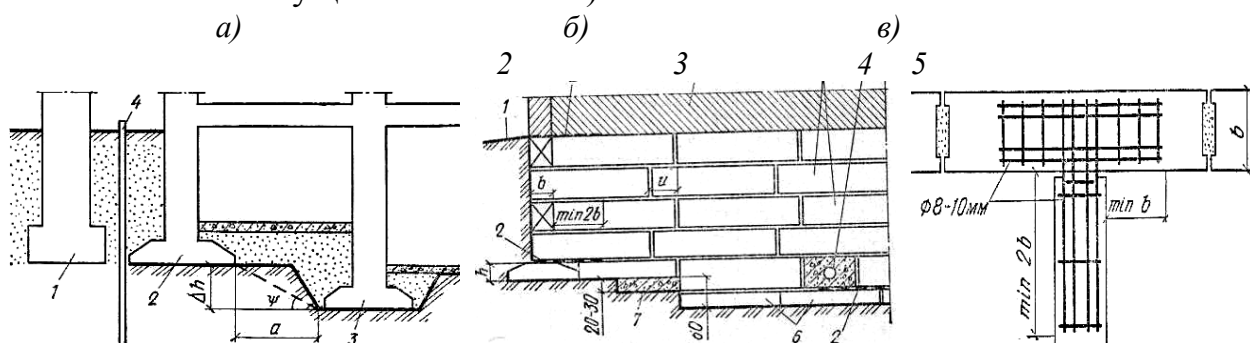


Рис. 29. Расчетно-конструктивные схемы к инженерным мероприятиям по размещению отметки подошвы фундаментов на разных уровнях:

$a$  – принципиальная расчетно-конструктивная схема к определению предельно допустимой разности высотных отметок  $\Delta h$ , с вариантом пристроя к существующему фундаменту, где 1- фундамент существующего здания; 2- фундамент нового, пристраиваемого здания; 3- фундамент с большей отметкой заложения подошвы, ниже чем существующий; 4- отсекающая шпунтовая стенка; б – пример устройства перепадов высотных отметок ленточного фундамента, где: 1-отмостка; 2-арматурная сетка в горизонтальных кладочных швах; 3- кирпичная стена первого этажа; 4-сборные бетонные блоки ФБС; 5-ввод трубопровода; 6- сборные железобетонные фундаментные плиты (ФЛ) для ленточных фундаментов; 7-участок из монолитного железобетона; в – фрагмент плана пересечения стен из блоков ФБС с армированием сетками

При проектировании конструкций ленточных фундаментов из сборных железобетонных элементов (ФЛ), для обеспечения требуемой сейсмостойкости по верху конструктивных элементов (ФЛ) укладывается слой цементно-песчаного раствора марки М100 или мелкозернистого бетона класса В10 толщиной не менее 40 мм, который должен армироваться арматурными сетками (рис. 30а, б). Продольные арматурные стержни сеток проектируются диаметром 10 мм. Поперечные стержни принимаются диаметром 6 мм с шагом 300-400 мм. Количество продольных арматурных стержней назначается в зависимости от расчетной сейсмичности. Так при сейсмичности 7 баллов - не менее 3 стержней



диаметром 10 мм; при 8 баллах – не менее 4; при 9 баллах – не менее 6 стержней диаметром 10 мм (рис. 30в, г, д). В тех случаях, когда проектом предусмотрено выполнение стен подвалов из сборных железобетонных панелей, которые имеют жесткую конструктивную связь с конструкциями ленточных фундаментов, применение такого армированного слоя не требуется. В конструкциях подземной части зданий и сооружений, выполненных из сборных железобетонных подушек ленточных фундаментов (блоков ФЛ) и сборных бетонных стен подвалов (блоков ФБС), с целью создания цельной конструкции из отдельных блоков, предусматривается перевязка кладки отдельных элементов в каждом ряду на линейных участках, а также во всех углах и пересечениях. Перевязка блоков по горизонтали на глубину должна быть не менее  $\frac{1}{2}$  высоты блока ФБС (рис. 29б). Фундаментные плиты ФЛ укладываются в виде непрерывной ленты. Вертикальные кладочные швы между блоками ФЛ и ФБС заполняются свежеприготовленным цементно-песчаным раствором марки не ниже М50.

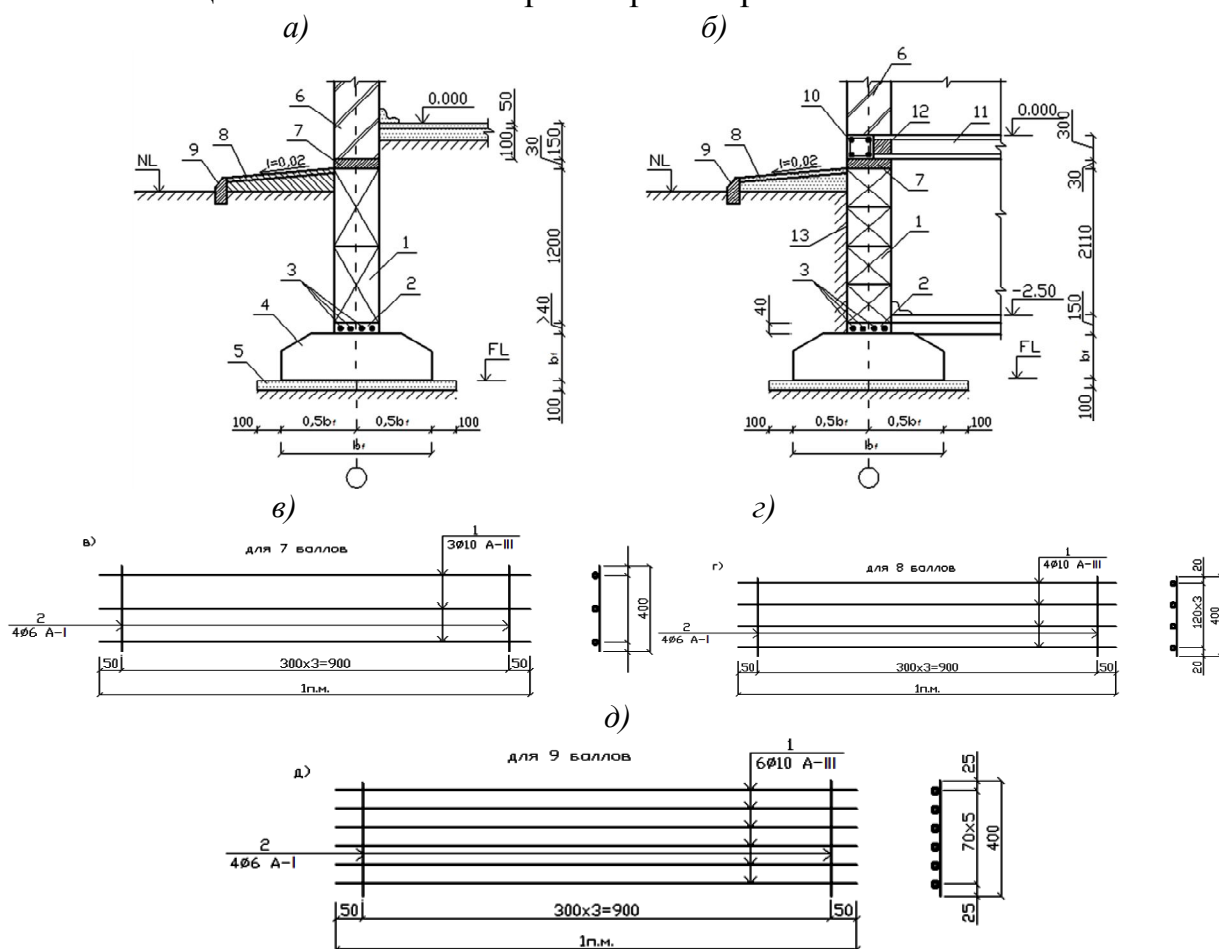


Рис. 30. Конструктивные решения по обеспечению расчетной сейсмостойкости подземной части стен и фундаментов, возводимых из сборных бетонных и железобетонных конструкций для зданий без подвала (а) и с подвалом (б):

1-ФБС; 2-армированный слой из цементно-песчаного раствора марки М100 или мелкозернистого бетона класса В10 толщиной не менее 40 мм; 3-продольные арматурные стержни сеток (по расчету); 4-ФЛ; 5-стена; 7-горизонтальная гидроизоляция из слоя цементно-песчаного раствора состава 1: 3 (цемент : песок), толщиной 30 мм; 8-асфальтобетонная отсыпка; 9-бордюрный камень; 10-сейсмопояс по серии 2.140-5с; 11-сборная железобетонная многослойная плита перекрытия; 12-бетонный вкладыш в пустотах плиты

В районах с расчетной сейсмичностью 9 баллов, при проектировании фундаментов и стен подвалов из крупных фундаментных блоков, в горизонтальных швах углов предусматриваются арматурные сетки с длиной продольных стержней 2 м и общей площадью сечения не менее  $1\text{см}^2$  в каждом шве. В районах с расчетной сейсмичностью 7 и 8 баллов, с целью уменьшения инерционной массы и экономии материалов, допускается применение для кладки стен подвалов крупных бетонных блоков со сквозными отверстиями, пустотностью до 50 %. Горизонтальные гидроизоляционные слои, устраиваемые на уровне обреза фундаментов, а также на других уровнях, предусмотренных проектом, выполняются из «жирного» цементного раствора состава 1: 3 (цемент : песок), толщиной 30-40 мм (рис. 30а, б).

С ростом числа этажей и как следствие нагрузок, передаваемых от зданий или сооружений на массив грунта, состоящий, как правило, из дисперсной среды природного генезиса (происхождения), имеющей ограниченные значения расчетного сопротивления  $R=300-600\text{ кПа}$ , в современных условиях проектирования многоэтажных и высотных зданий, под подошвой фундаментов, в контактной зоне которых формируется давление  $P>1000\text{ кПа}$ , перед проектировщиками ставятся сложные задачи, связанные с созданием новых типов конструкций фундаментов и искусственных оснований, способных воспринять повышенные нагрузки. Для решения этой инженерной задачи в отечественной и зарубежной строительной практике применяются надежные типы сейсмостойких фундаментов, искусственные основания и простейшие демпфирующие системы для снижения сейсмических воздействий в виде промежуточных подушек. Отдельные конструктивные решения сейсмостойких ленточных и отдельно стоящих и сплошных плитных фундаментов мелкого заложения (ФМЗ) в виде усиленных горизонтальным армированием стен; устройства ранд балок-связей, выполненных из монолитного железобетона и расположенных между отдельно стоящими фундаментами под колонны; жесткого коробчатого плитного фундамента из монолитного железобетона; применения простейшей демпфирующей системы в виде промежуточной песчаной подушки, приведены на рис. 31.

Конструкции сейсмостойких фундаментов многоэтажных зданий, зданий повышенной этажности (более 16 этажей) и высотные здания, возводимые на нескальных дисперсных грунтах, как правило, проектируются: комбинированные свайно-плитные фундаменты (КСПФ); сплошные и ребристые плитные фундаменты размером в плане под всё здание; жесткие коробчатые высотой в один или несколько подземных этажей с элементами жесткости в виде вертикальных плоских диафрагм жёсткости, ядер жесткости; плит перекрытий и плиты фундамента. Некоторые типы конструктивных решений сейсмостойких фундаментов, приведены на рис. 32.



Рис. 31. Конструктивные решения сейсмостойких фундаментов: а–фрагмент плана ленточного фундамента; б–фрагмент плана и разрез отдельно стоящих фундаментов с железобетонными ранд балками-связями; в –подвальная часть здания с коробчатым плитным фундаментом из монолитного железобетона;

1-арматурные сетки; 2-железобетонные балки-связи; 2-свайный фундамент с промежуточной подушкой; 1-фундамент (ФМЗ); 2-промежуточная подушка; 3-железобетонный оголовок; 4-свая; 5-грунт

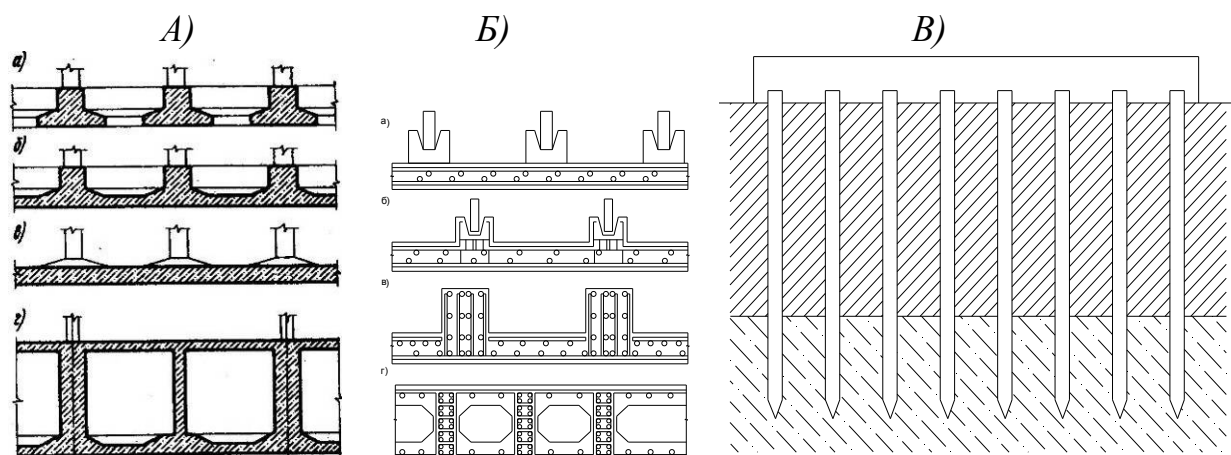


Рис. 32. Типы фундаментов многоэтажных зданий и сооружений, возводимых на нескольких дисперсных грунтах в сейсмически активных районах:

А –опалубочные чертежи разрезов плитных типов фундаментов: а-перекрестная конструкция; б-ребристая фундаментная плита под каркас; в-то же, сплошная без ребер; г-коробчатая конструкция фундамента; Б -арматурные чертежи разрезов плитных типов фундаментов; а, б-плитный без ребер; в-плитный с ребрами жесткости; г-коробчатый; В –комбинированный свайно-плитный фундамент (КСПФ)

Плитные конструкции фундаментов под многоэтажные и высотные здания на естественном и искусственно упрочненном грунтовом основании приведены на рис. 33.

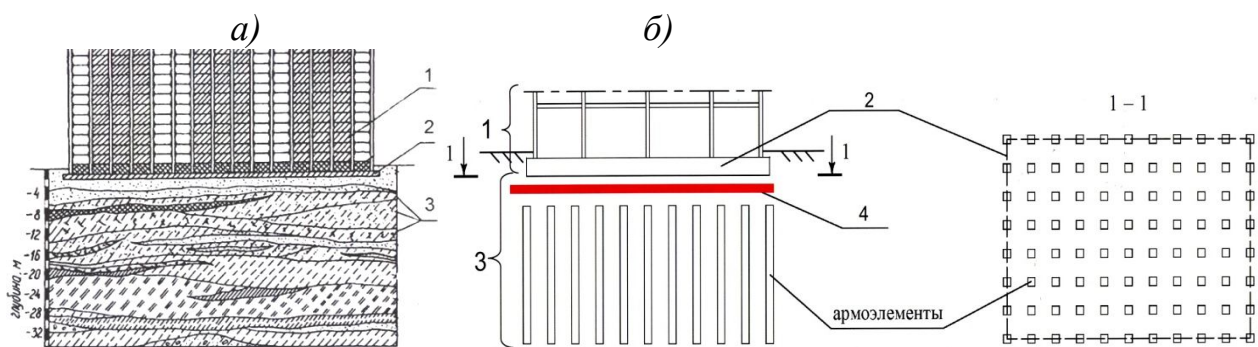


Рис. 33. Плитные конструкции фундаментов под многоэтажные и высотные здания на естественном и искусственно упрочненном грунтовом основании:  
*а*-схема разреза по многоэтажному зданию на плитном фундаменте, совмещенному с инженерно-геологическим разрезом, к расчету системы «грунты основания - фундамент - надземное сооружение», где 1-надземное сооружение; 2-плитный фундамент здания; 3-грунтовое основание здания; *б*-схема сейсмостойкого плитного фундамента многоэтажного здания, возведенного на упрочненном вертикальным армированием грунтовом основании с промежуточной демпфирующей подушкой, рассчитываемом по системе «армированный грунт основания – плитный фундамент – промежуточная подушка - надземное сооружение», где 1-надземное сооружение; 2-плитный фундамент здания; 3-упрочненное вертикальным армированием грунтовое основание здания; 4-промежуточная демпфирующая подушка из песка или щебня

Перспективным направлением в современном сейсмостойком строительстве зданий и сооружений, возводимых на искусственно улучшенных грунтовых основаниях с использованием различных методов, включая конструктивные (вертикальное, горизонтальное и комбинированное армирование грунтов); механические (поверхностное и глубинное уплотнение, предварительное глубинное замачивание структурно-неустойчивых грунтовых массивов (просадочные, набухающие, засоленные, рыхлые); физико-механические (химическое закрепление, обжиг, физико-химические (струйная геотехнология цементации грунтов), является принцип повышения надежности, прочности структуры и снижение сжимаемости грунта основания.

Широкое распространение в этом смысле нашел метод вертикального армирования грунта основания в комбинации с устройством демпфирующей промежуточной подушкой из средне - и крупнозернистого песка с минеральными частицами окатанной формы. Под армированием грунта основания понимается – улучшение физико-механических свойств грунтового массива, состоящего из дисперсной связной или сыпучей среды, путем устройства в нем вертикальных, горизонтальных или комбинированных элементов, работающих совместно с грунтом и конструктивно не связанных с телом фундамента здания или сооружения. Необходимых свойств грунта основания достигают путем варьирования объема армирующих элементов (процента армирования грунта), обеспечивающих за счет своих деформационных характеристик и особенностей устройства в грунте необходимых параметров сжимаемости основания.



Основные положения расчета и проектирования грунтов, армированных вертикальными элементами, изложены в научных работах автора настоящего издания [15, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 26]. На рис. 34 приведены «Основные расчетно-конструктивные схемы распределения напряжений в армированном массиве по результатам инженерных расчетов и расчетов методами конечных элементов при помощи программного комплекса «Midas».

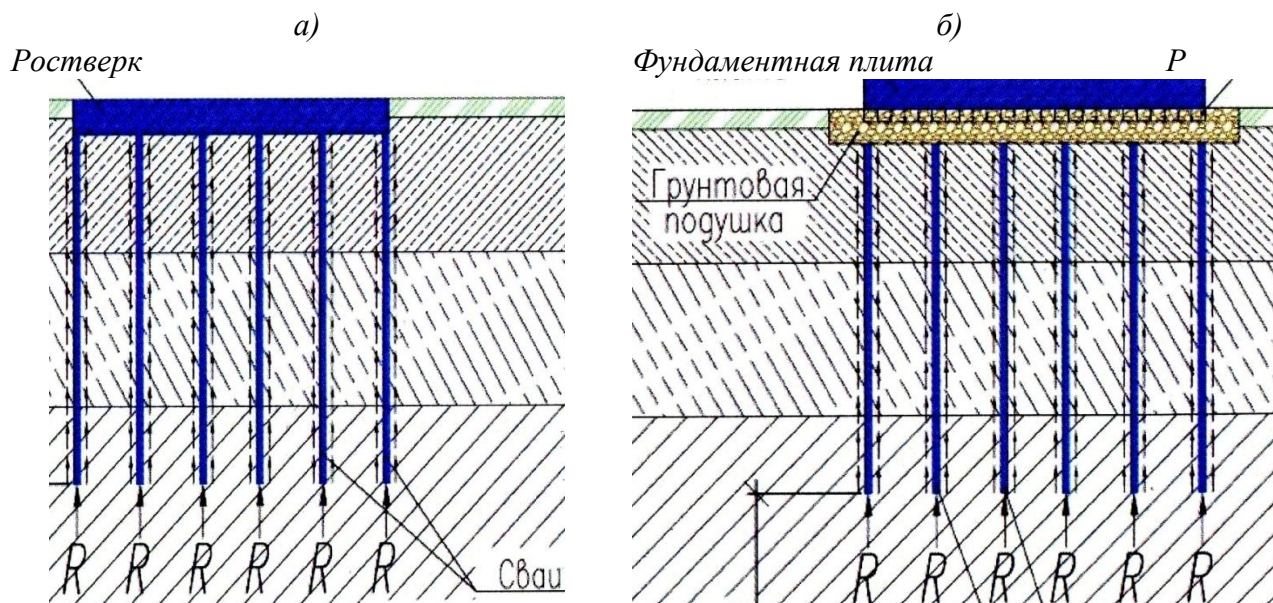


Рис. 34. Принципиальные схемы (КСПФ) комбинированного свайно-плитного фундамента (а); и сплошного плитного фундамента, возведенного на вертикально армированном грунтовом основании с демпфирующей грунтовой подушкой (б);  $P$ —среднее давление под фундаментом;  $R$ —расчетное сопротивление грунта под свайей или вертикальным армоэлементом

На рис 35а приведена расчетная модель автора настоящего издания, с изображением всех эпюр развития напряжений в массиве просадочного грунта, армированного вертикальными армирующими элементами из цементогрунта.

В качестве наглядного пособия на рис 35б изображен инженерно-геологический разрез, совмещенный с разрезом многоэтажного здания на плитном фундаменте, возведенном на армированном вертикальными элементами грунтовом основании.

В современных условиях все расчеты грунтовых оснований и фундаментов выполняются при помощи различных программных комплексов отечественного и зарубежного производства («Midas», «Lira» «Plaxis» «Mikro Fe»).

В качестве примеров на рис 35в, г, д, е, приведены, соответственно: в—расчетная модель и вертикальные деформации для многоэтажного здания на плитном фундаменте; г—расчетная модель и вертикальные деформации для многоэтажного здания на плитном фундаменте; г—вертикальные деформации и усилия в свайных элементах; д—вертикальные деформации и усилия в армирующих элементах.

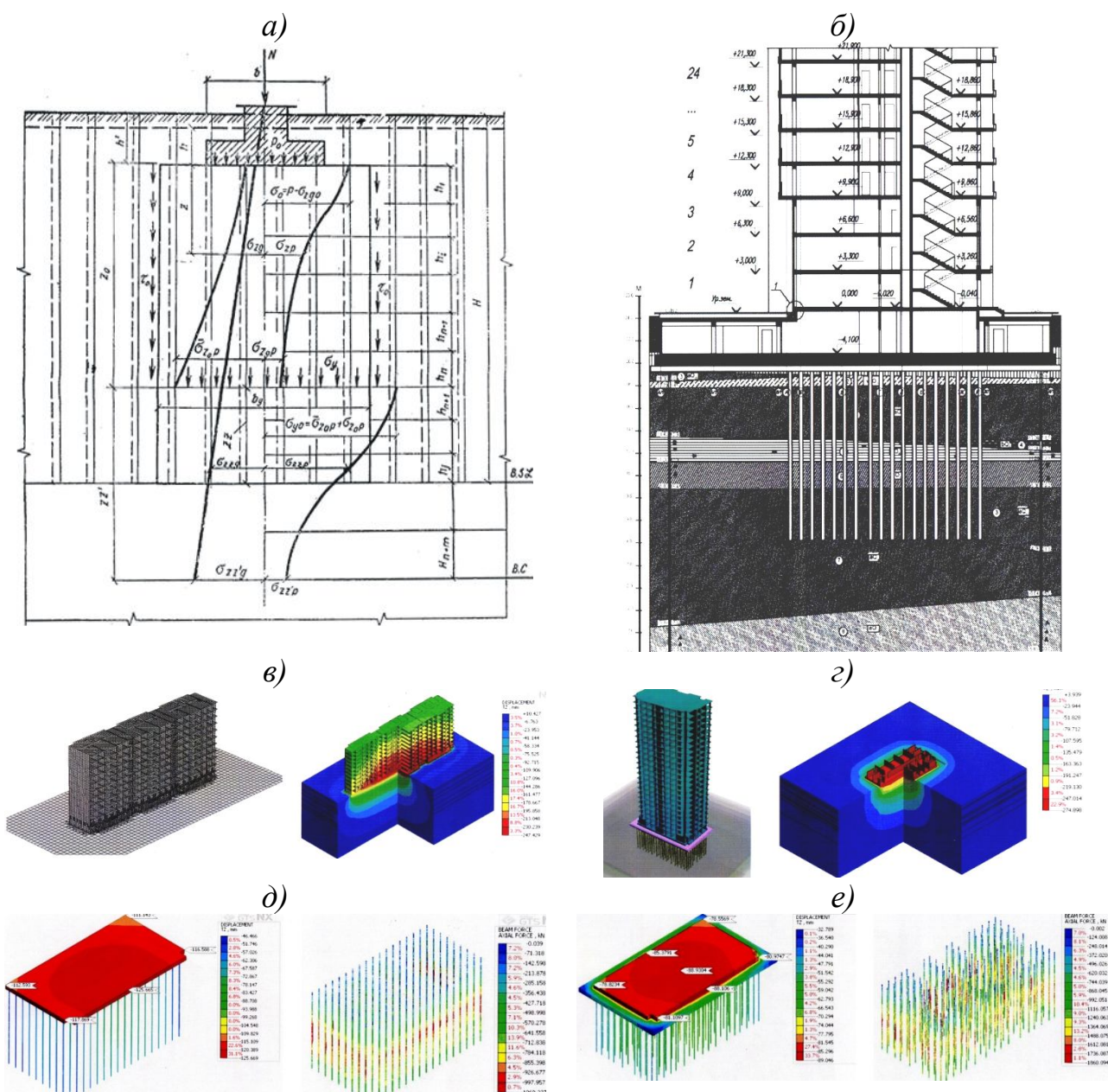


Рис. 35. Основные расчетно-конструктивные схемы распределения напряжений в армированном массиве по результатам инженерных расчетов и расчетов методами конечных элементов при помощи программного комплекса «Midas»:  
 а- расчетная схема развития напряжений в массиве просадочного грунта, армированного вертикальными армозементами (модель автора настоящего издания); б-инженерно-геологический разрез, совмещенный с разрезом многоэтажного здания на плитном фундаменте, возведенном на армированном грунтовом основании; в-расчетная модель и вертикальные деформации для многоэтажного здания на плитном фундаменте; г-расчетная модель и вертикальные деформации для многоэтажного здания на плитном фундаменте; д-вертикальные деформации и усилия в свайных элементах; е-вертикальные деформации и усилия в армирующих элементах

### **3.2. Конструкции междуэтажных перекрытий и покрытий сейсмостойких зданий и сооружений**

Конструкции междуэтажных перекрытий и покрытия сейсмостойких зданий и сооружений проектируются в виде жестких горизонтальных дисков, которые располагаются в одном уровне каждого этажа, в пределах одного отсека.

Горизонтальные конструкции перекрытий и покрытия надежно заделываются и соединяются с вертикально расположенными конструкциями остова здания, обеспечивая тем самым их совместную работу при сейсмических воздействиях.

При необходимости расположения конструкций междуэтажных перекрытий и покрытия на разных уровнях в пределах одного этажа и отсека здания или сооружения, в расчетах принимается пространственная расчетно-динамическая модель (РДМ).

Требуемая жесткость конструкций сборных железобетонных междуэтажных перекрытий и покрытий обеспечивается при помощи устройства:

- сварных соединений отдельных плит между собой, а также конструкций плит с элементами каркаса или стенами остова здания (каркасные, крупноблочные, крупнопанельные и из объемных блоков);

- монолитных железобетонных обвязок (антисейсмических поясов), располагаемых в уровне междуэтажных перекрытий и покрытий с анкерровкой в антисейсмические пояса арматурных выпусков из плит (приложение 7, 8, 9, рис. 36, 37);

- замоноличиванием продольных швов между конструкциями плит междуэтажных перекрытий и покрытия с использованием мелкозернистого бетона.

В отечественной практике сейсмостойкого строительства жилых и общественных зданий, возводимых со стенами из кирпичной кладки с конструкциями междуэтажных перекрытий и покрытий из сборных железобетонных многопустотных панелей, применяются типовые проектные решения при устройстве узлов по сериям 2.140-5с и 2.130-6с.

В приложении 7 настоящего издания приведены узлы многопустотных панелей перекрытий в кирпичных зданиях, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по типовой серии 2.140-5с, а в приложении 8 - узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по типовой серии 2.130-6с.

Выборочные конструктивные решения узлов опирания и примыкания сборных многопустотных панелей перекрытий на стены из кирпичной кладки толщиной 380 мм для строительства в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов, приведены на рис. 36. В связи с тем, что при сейсмических воздействиях в швах между плитами перекрытий, а также в соединениях с элементами каркаса или стен, возникают усилия растяжения и сдвига, при проектировании и принятии конструктивных решений, производятся расчеты на восприятие этих усилий растяжения и сдвига с установлением количества соединений элементов перекрытий. В связи с этим на боковых продольных гранях панелей (плитах)





междуэтажных перекрытий и покрытий предусматривается шпоночная или рифленая боковая поверхность. Для соединения с антисейсмическим поясом в конструкции торцевой части многопустотных панелей (плитах) предусматриваются выпуски арматуры, которые заводятся за каркасы антисейсмических поясов и замоноличиваются товарным бетоном (рис. 36). При применении в качестве покрытия сборных железобетонных ребристых плит такое соединение осуществляется при помощи закладных и накладных деталей. С целью исключения возникновения сверхнормативных напряжений местного смятия, в кирпичной кладке на несущие стены под опорной частью плит междуэтажных перекрытий и покрытий, длина (глубина) участка опирания сборных плит назначается и принимается не менее приведенной в табл. 9.

Таблица 9 - Минимальная длина (глубина) участка опирания сборных плит на несущие стены из кирпичной кладки, бетонные стены и балки

| №№<br>п.п. | Наименование                                                                                    | Минимальное<br>опирание, мм |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1.         | Опираие на кирпичные и каменные стены.....                                                      | 120                         |
| 2.         | Опираие на стены из вибрированных кирпичных блоков.....                                         | 90                          |
| 3.         | Опираие на железобетонные и бетонные стены, на стальные и железобетонные балки (ригели):        |                             |
|            | -при опирании по двум сторонам.....                                                             | 80                          |
|            | -при опирании по трем и четырем сторонам.....                                                   | 60                          |
|            | -при опирании на стены крупнопанельных зданий с опиранием по двум противоположным сторонам..... | 70                          |

В проектах сейсмостойких зданий и сооружений, в которых предусматривается выполнение междуэтажных и чердачного перекрытий из деревянных, металлических и железобетонных конструкций балок, их опирание на стены, выполненные из мелкоштучных материалов (кирпич, природные тёсанные камни и др.), назначается не менее 200 мм. При этом опорные части таких балок надёжно закрепляются в несущие конструкции стен, к конструкциям балок, прогонов зданий и сооружений.

Сейсмостойкие конструкции междуэтажных перекрытий и покрытий, запроектированные из сборно-монолитных железобетонных, металлических или деревянных балок с межбалочными вкладышами, усиливаются при помощи монолитного армированного бетона класса не ниже В15, толщиной 40-50мм.

Вариант проектного решения конструкции междуэтажного перекрытия, состоящего из облегченных мелкоштучных элементов балок, межбалочных пустотелых вкладышей и замоноличиванием всей системы бетоном, приведен на рис. 37.

При проектировании двухэтажных зданий на строительных площадках с сейсмичностью 7 баллов и одноэтажных зданий на строительных площадках с сейсмичностью 8 баллов, при предельно допустимых расстояниях между стенами не более 6 м в обоих направлениях, в соответствии с пп. 6.3.6 [40] допускается устройство конструкций междуэтажных перекрытий и покрытий из де-

ревянных конструкций. В этом случае деревянные балки междуэтажных перекрытий и покрытий конструктивно связываются с антисейсмическими поясами и по балкам устраивают сплошной дощатый диагональный настил.

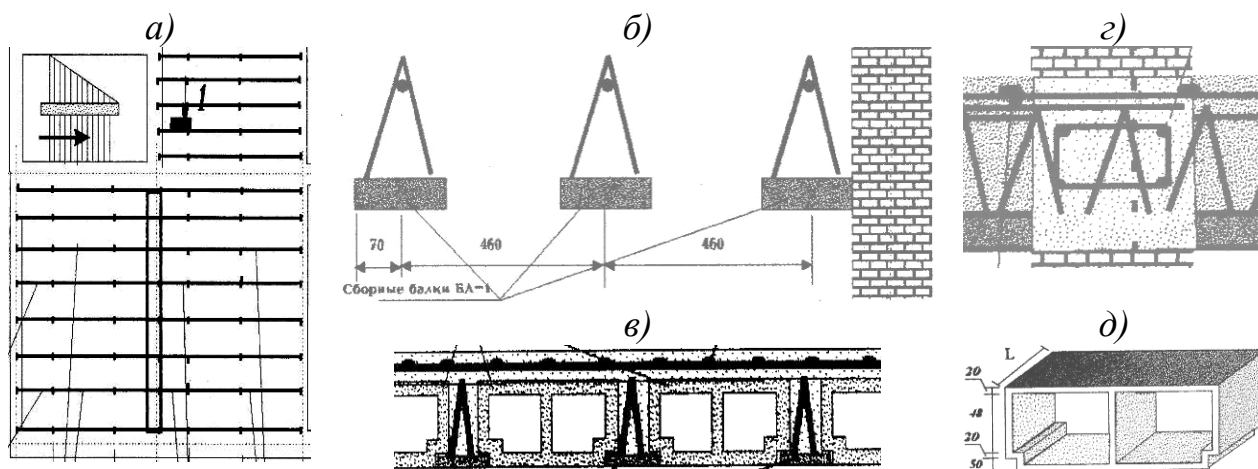


Рис. 37. Конструкции сейсмостойкого междуэтажного перекрытия, состоящего из облегченных мелкоштучных элементов:

*а* - план расположения облегченных конструкций балок перекрытий; *б* - сечение по балкам до монтажа вкладышей; *в* - то же, после монтажа межбалочных пустотелых вкладышей, армированием и бетонированием системы перекрытия; *г* - узел сопряжения перекрытия с сейсмопоясом; *д* - пустотелый вкладыш

### 3.3. Объемно-планировочные и конструктивные решения внутренних лестниц зданий и сооружений сейсмостойких зданий

Основным вертикальным путем эвакуации людей в случае заклинивания лифтов при землетрясении являются внутренние лестницы. Лестничные клетки проектируются закрытыми, имеющими в наружных стенах оконные проемы. Расположение и количество лестничных клеток определяется по результатам расчета, выполняемого в соответствии с нормативными документами по противопожарным нормам зданий и сооружений. В то же время, независимо от этого, необходимо проектировать не менее одной лестничной клетки в каждом сейсмостойком блоке между антисейсмическими швами в зданиях высотой более трех этажей (рис. 38).

В сейсмических районах устройство лестничных клеток в виде отдельно стоящих сооружений не допускается. Проектирование лестнично-лифтовых блоков (конструкции лестниц, шахты лифтов, диафрагмы и ядра жесткости), размещаемых внутри каркасного остова с заполнением из самонесущих ограждающих конструкций в многоэтажных зданиях выполняется в виде ядер жесткости, которые, как конструктивные элементы остова здания, предназначены для восприятия горизонтальных сейсмических и ветровых нагрузок. При расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов и высоте зданий, не превышающей пять этажей, проектирование и размещение лестниц выполняется внутри плана в виде конструкций, отделенных от каркаса здания.

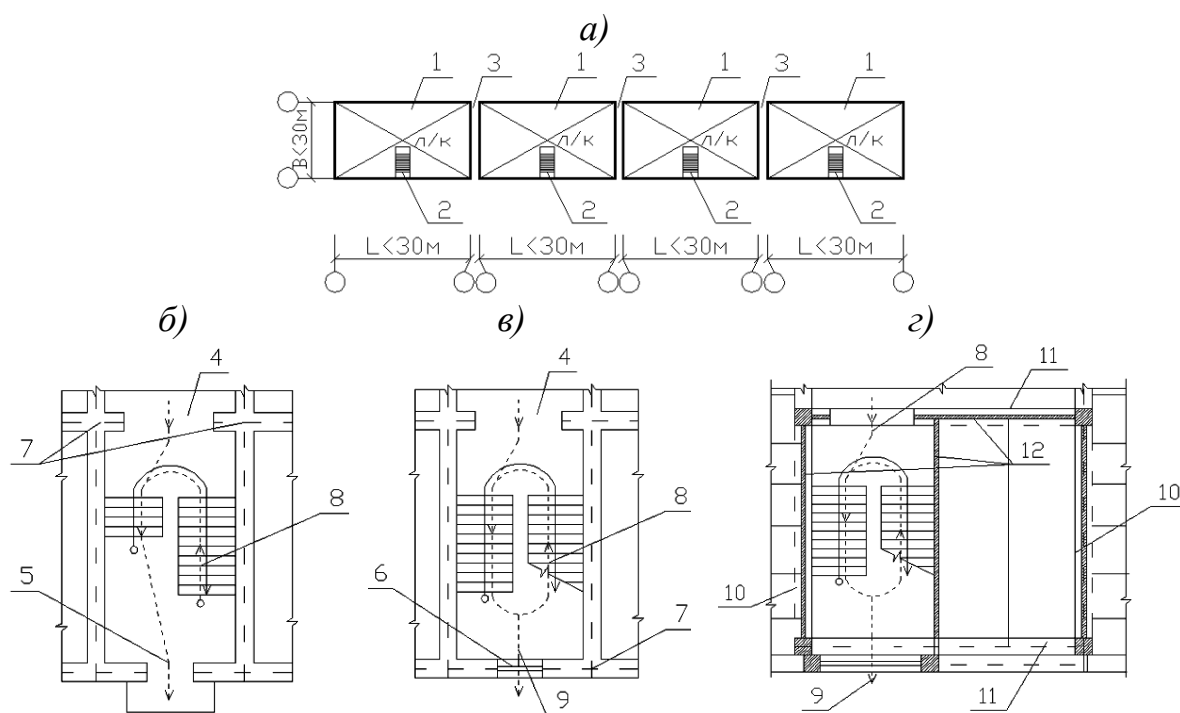


Рис. 38. Лестницы в зданиях, расположенных в сейсмических районах:

*а*-схема размещения лестничных клеток в многоквартирном жилом доме; *б*-закрытая лестничная клетка на уровне 1-го этажа с непосредственным выходом на улицу в кирпичном здании; *в*-то же, типового этажа с обязательным естественным освещением лестничной площадки маршей в кирпичном здании; *г*-закрытая лестничная клетка типового этажа в каркасном здании; 1-отсеки здания длиной и шириной не более 30м, для которых нет необходимости учитывать крутящий момент относительно вертикальной оси здания или сооружения, проходящей через его центр тяжести; 2-лестничные клетки, размещенные в каждом блоке; 3-антисейсмический шов; 4-дверной проем с дымозащитным дверным двухстворчатый блоком в закрытой лестничной клетке; 5-дверной проем входной двери с непосредственным выходом наружу; 6-оконный проем, предусматриваемый на уровне каждого этажа для естественного освещения; 7-дополнительные арматурные сетки СГ-1 каменной кладки (серия 2.130-6с); 8-кратчайший путь эвакуации людей при землетрясении или других чрезвычайных ситуациях (ЧС); 9-то же, при вынужденной (аварийной) эвакуации с этажей посредством пожарных стремянок; 10-несущий ригель каркаса здания; 11-связевой (обрамляющий) ригель каркаса; 12 - ограждающие, негорючие конструкции лестничной клетки, имеющие гибкие связи с несущим каркасом

Конструкции внутренних лестниц в составе сейсмостойких зданий выполняют, как правило, из крупных негорючих сборных железобетонных элементов, соединенных между собой при помощи электросварки (рис. 18, 20). Часто предпочтение при выборе материала отдается конструкциям лестниц, изготовленным из монолитного железобетона. Иногда в условиях реконструкции или при производственно-технологической необходимости конструкции лестниц, включая площадки и марши, в сейсмических районах выполняются с применением металлических или железобетонных косоуров с мелкоштучными наборными ступенями и площадками (рис. 39, 40, 41). В этом случае соединение между конструкциями косоуров и балок площадок с наборными элементами ступеней и плит площадок выполняется с помощью электросварки или болтовых

соединений. Из условий противопожарной безопасности и полного исключения возгораемости несущих конструкций лестниц все открытые металлические поверхности косоуров и балок оштукатуриваются цементно-песчаным раствором толщиной не менее 25-30 мм по стальной сетке типа «Рабица» и слою негорючего защитно-прокладочного материала из минераловатных плит. В современных условиях, как альтернативный вариант, вместо штукатурки используется обшивка боковой поверхности защищаемых элементов с использованием двух слоев гипсокартонных листов ГКЛ или ГКЛВО с последующей отделкой или покраской.

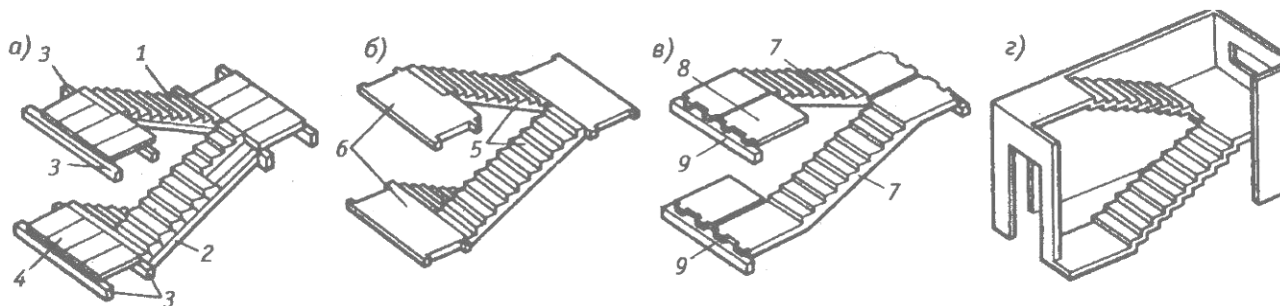


Рис. 39. Конструктивные виды внутренних сборных железобетонных лестниц: а-мелкоэлементная железобетонная лестница на косоурах и балках; б-крупноэлементная лестница, составленная из отдельных лестничных маршей и площадок; в-то же, с маршами, совмещенными с полуплощадками; г-то же, в объемном блоке лестничной клетки; 1-наборные ступени из сборного железобетона; 2-стальные или сборных железобетонные косоуры; 3-то же, балки лестничных площадок; 4-сборные железобетонные мелкоштучные плиты лестничных площадок; 5-лестничные марши; 6-лестничные площадки; 7-лестничные марши с полуплощадками; 8-дополнительная верхняя плита полуплощадки; 9-ригели

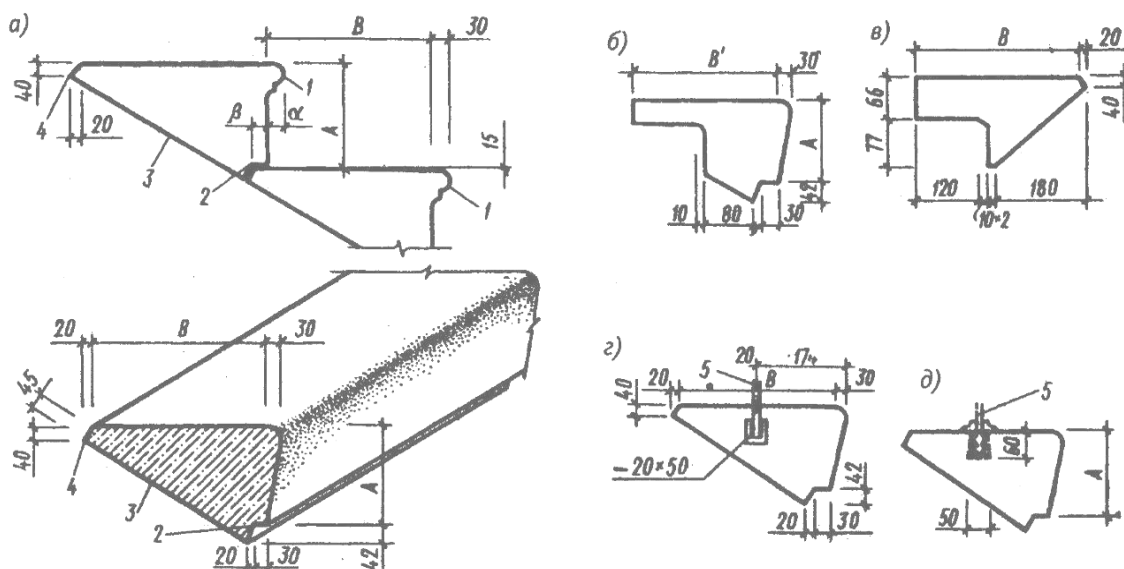


Рис. 40. Конструктивные виды внутренних сборных железобетонных мелкоэлементных лестничных ступеней: а-рядовые ступени; б-верхняя фризная ступень; в-нижняя фризная ступень; г-крепление стойки ограждения лестничного марша к боковой поверхности ступени; д-то же, к верхней поверхности ступени; 1-валик; 2-хвост; 3-постель; 4-замок; 5-стойка ограждения лестничного марша

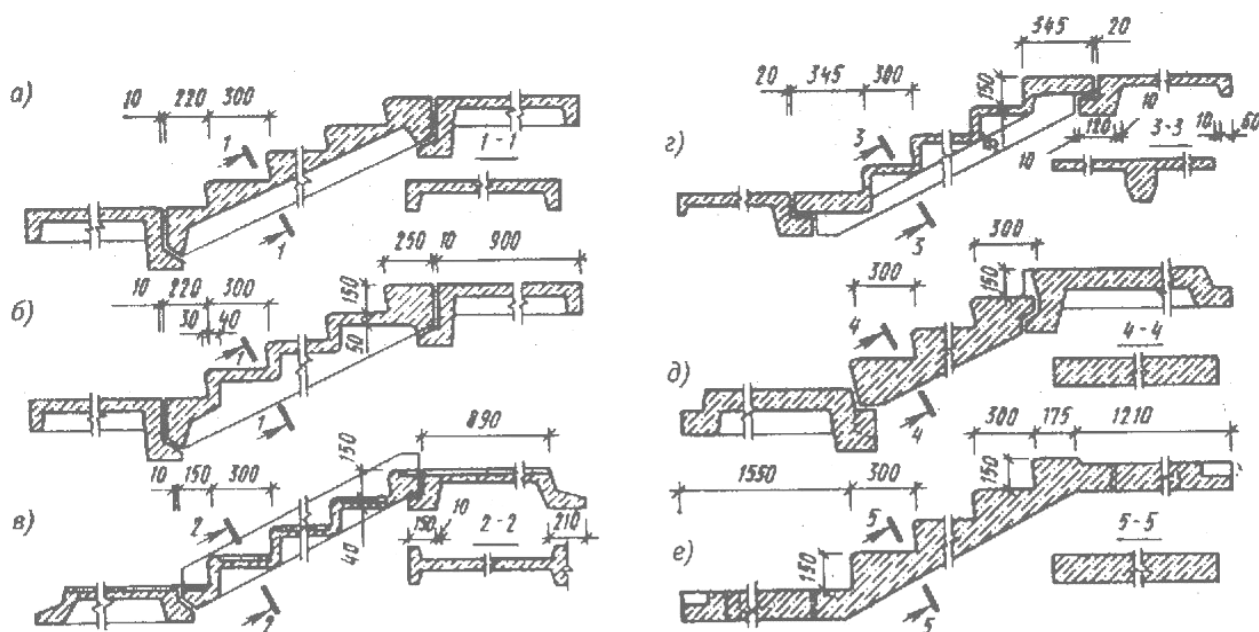


Рис. 41. Конструктивные решения внутренних полносборных железобетонных лестниц:  
*а – с* - П-образными ребристыми маршами; *б – с* - П-образными складчатыми маршами;  
*в – с* - Н-образными складчатыми маршами; *г – с* - Т-образными складчатыми маршами; *д* -  
 марши плитной конструкции; *е* - марши плитной конструкции, совмещенные с полуплощад-  
 ками (Z-образной формы)

Независимо от того, на какие из ограждающих конструкций стен лестничных клеток (продольные или поперечные), осуществляется опирание лестничных площадок, опорная часть конструкций площадок заделывается в стены с анкерровкой. Заделка опорной части лестничных площадок в каменные (кирпичные) стены, возведенные из мелкоштучных материалов, выполняется на глубину не менее 250 мм с обязательным надежным заанкериванием в кладку.

Устройство конструкций лестниц в виде консольных ступеней, заделанных в каменную кладку стен, не допускается (п.п 6.4.4. СП 14.13330. 2014 [40]).

В связи с тем, что основные внутренние лестницы выполняют функцию эвакуации при чрезвычайных ситуациях (землетрясения, пожары, террористические акты и др.), конструкции лестничных клеток и узлы крепления рассчитываются, конструируются и устраиваются из условия их безопасного функционирования по своему назначению.

На рис. 42 приведен характерный чертеж фрагмента разреза *1-1*, плана по *а-а* и узлов *А* и *Б* сейсмостойкой лестничной клетки с отдельными лестничными маршами и площадками.





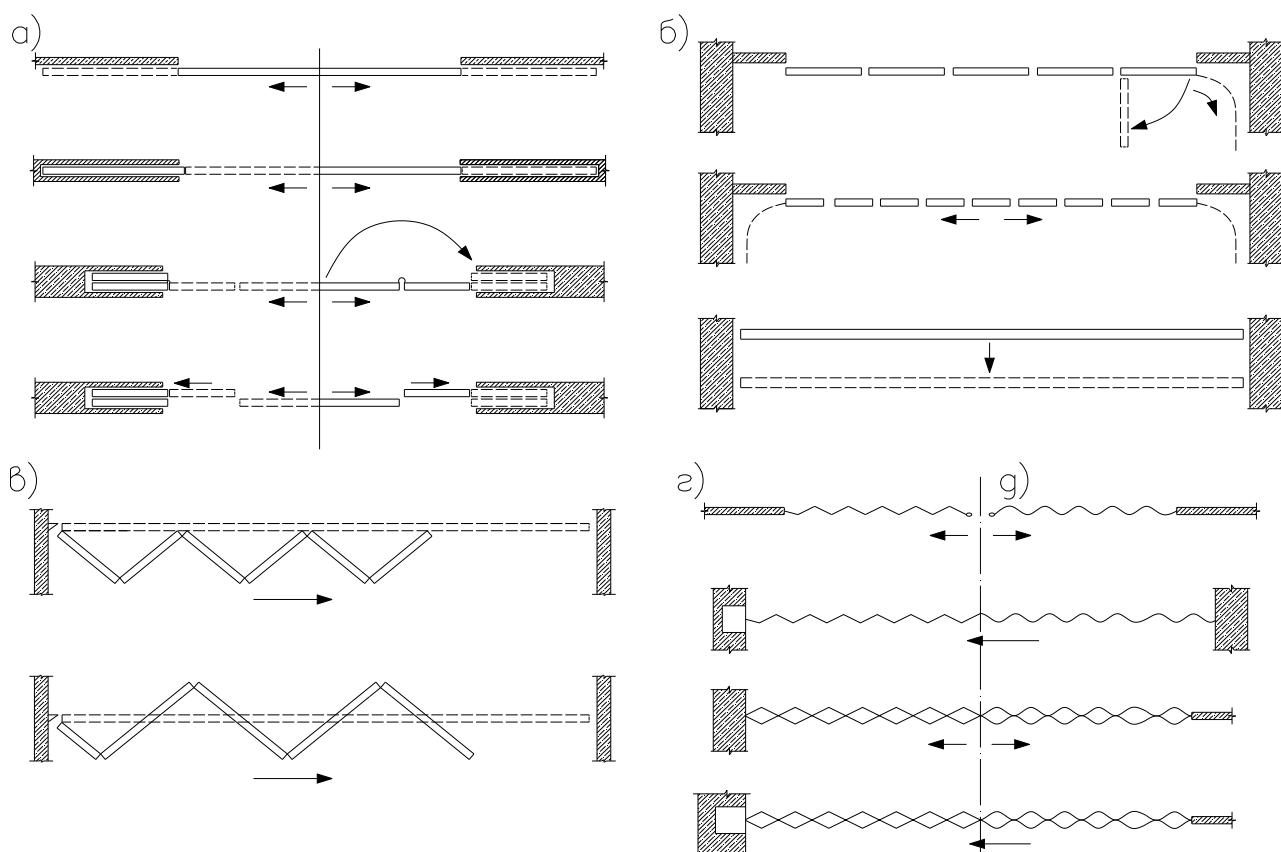


Рис. 43. Разновидности трансформируемых конструкций перегородок:  
 а - прямораздвижные; б - откатные; в - шарнирно-складывающиеся;  
 г - гармоничные жесткие; д - гармоничные мягкие

С целью обеспечения нормативной сейсмостойкости, прочности и требуемой устойчивости конструкций перегородок в зданиях, этажность которых превышает пять этажей, конструкции перегородок из кирпичной кладки или других мелкоштучных материалов не применяются. Перегородки, проектируемые из мелкоштучных элементов (кирпича, мелких блоков из натуральных и искусственных камней), армируются по горизонтальным швам на всю длину конструкции, не реже чем через 700 мм по высоте арматурными стержнями суммарным сечением в каждом кладочном шве перегородки не менее  $0,2 \text{ см}^2$ . На строительных площадках сейсмичностью 8 и 9 баллов кирпичную (каменную) кладку конструкций перегородок, в дополнение к горизонтальному армированию кладки, усиливают вертикальными двухсторонними арматурными сетками в слоях цементно-песчаного раствора, марки не ниже М100, толщиной 25–30 мм (арматурно-растворная штукатурная рубашка). Армированные растворные слои прикрепляются анкерами к кирпичной кладке перегородки с обеспечением надежного сцепления раствора с боковой поверхностью. Конструкции перегородок, выполненные с использованием такого комплекса инженерных мероприятий, могут применяться при строительстве зданий высотой до 12 этажей в сейсмических районах. На рис. 44 приведены принципиальные конструктивные

решения по возведению сейсмостойких армокирпичных перегородок толщиной 120 мм и 65 мм из мелкоштучных каменных материалов.

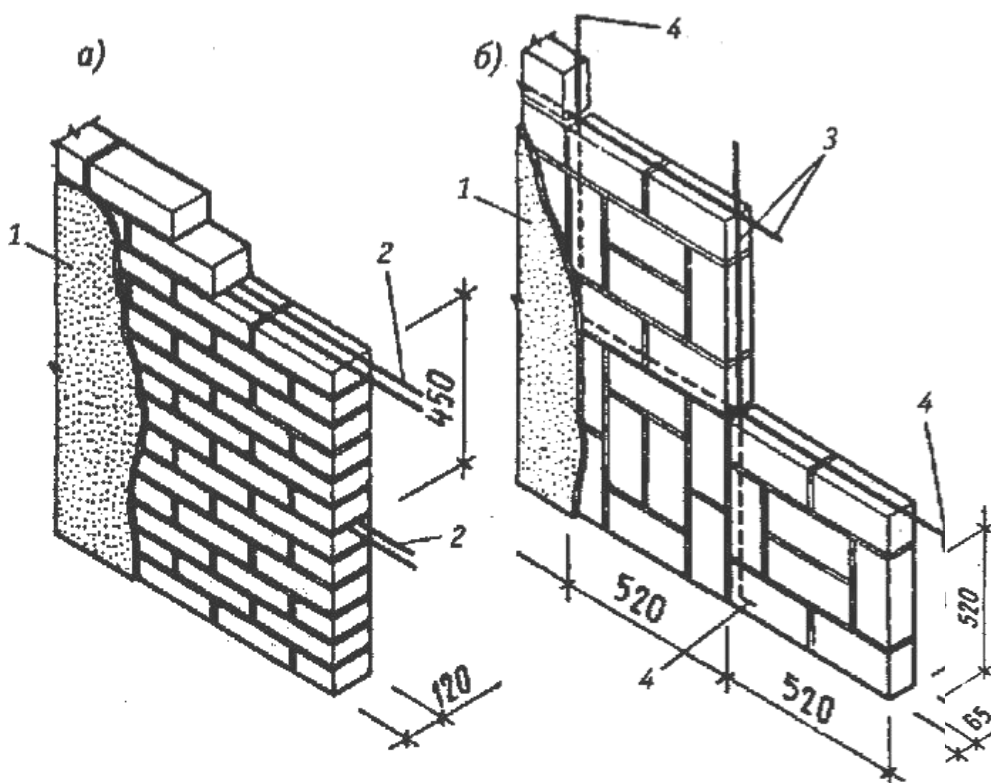


Рис. 44. Конструкции мелкоштучных перегородок для сейсмических районов:  
*а* - армокирпичная толщиной 120 мм (1/2 кирпича); *б* - то же, 65 мм (1/4 кирпича);  
 1 - отделочный слой; 2 - арматура  $d=3...6$  мм для горизонтального армирования перегородки в ее кладочных швах; 3 - то же, вертикального армирования  $d=4...6$  мм; 4 - отгибы арматуры для крепления к стенам и перекрытию

Стены, панели, перегородки, соединения между отдельными конструкциями, а также крепления технологического оборудования рассчитываются на горизонтальную сейсмическую нагрузку, а также по прочности из плоскости действия сейсмических воздействий. Расчетная прочность принятых конструктивных решений перегородок и их креплений определяется и подтверждается проверочными расчетами на действие расчетных сейсмических нагрузок из плоскости перегородки в соответствии с п.п. 5.5 [40]. В тех случаях, когда несущие элементы в соответствии с их расчетными схемами работают совместно с основными несущими конструкциями остова зданий, производится расчет на прочность в плоскости действия расчетных сейсмических нагрузок. Для оптимизации и эффективного снижения передачи сейсмической нагрузки от суммарной массы перегородок на каркас здания, конструкции узлов крепления перегородок к несущим элементам остова здания, а также узлов их примыкания, проектируются таким образом, при котором исключается возможность передачи на остов горизонтальных нагрузок от перегородок, действующих в плоскости рам. Решения по способам крепления облегченных крупнопанельных перегородок к конструкциям остова здания приведены на рис. 45.

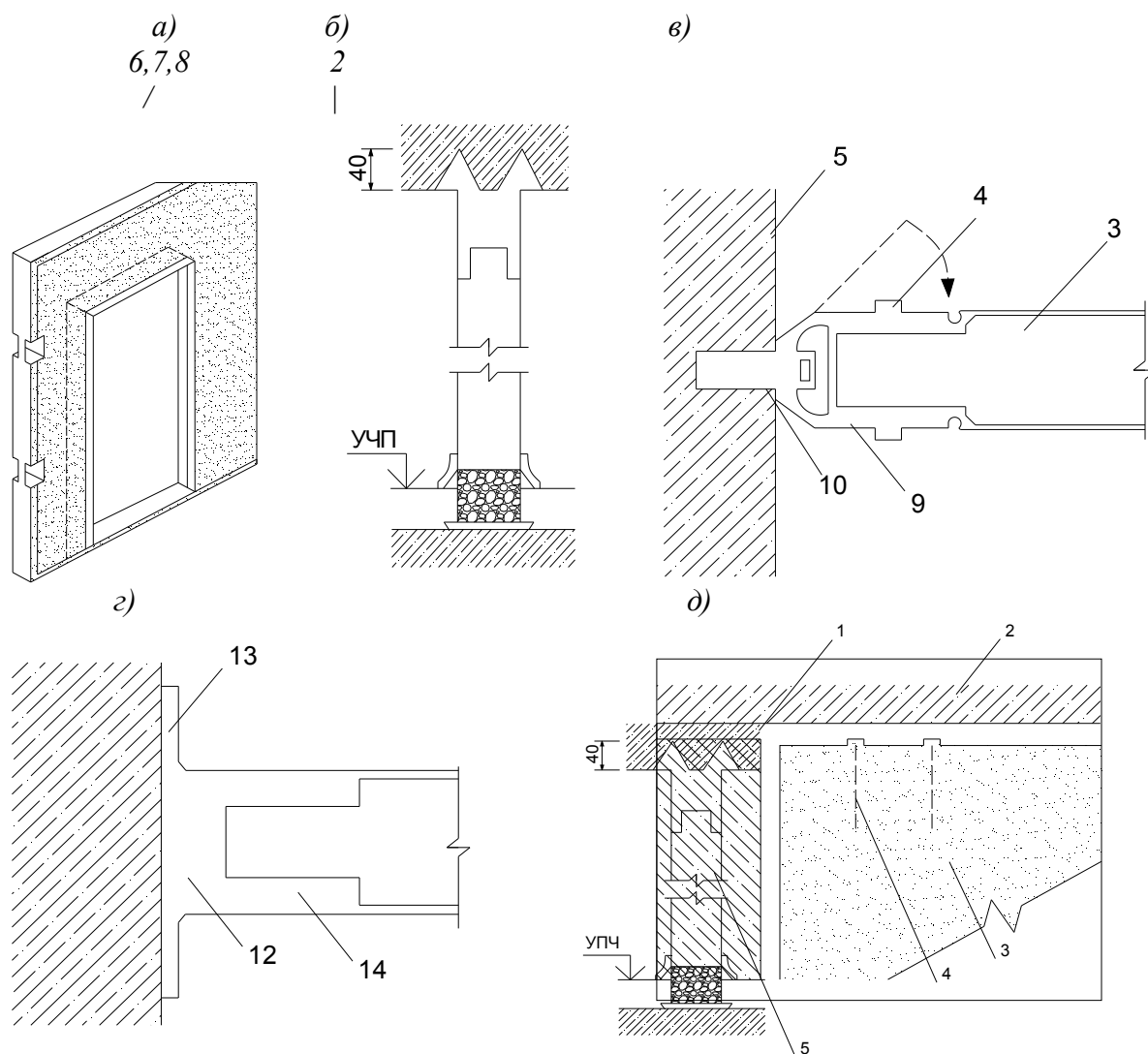


Рис. 45. Облегченные крупнопанельные гипсолитовые перегородки:  
*а*-общий вид; *б*-узел крепления перегородки кверху и низу перекрытия; *в*, *г*-  
 крепление боковых сторон перегородки к стенам (перегородкам); *д*-податливое  
 крепление верхнего уровня перегородки к перекрытию; 1-металлический анкер  
 из полосы 4х25 мм; 2-железобетонная плита перекрытия; 3-перегородка; 4-  
 гвоздь (шуруп); 5-стена (перегородка); 6, 7, 8-деревянная обвязка перегородки;  
 9-скоба из полосы 4х25 мм; 10-болт М20; 11-гидроизоляция из толи; 12-  
 монтажная пена; 13-тканевая серпянка шириной 100 мм; 14-заделка раствором

Предельно допустимая податливость и независимое деформирование конструкций перегородок при землетрясениях обеспечивается за счет устройства антисейсмических швов, располагаемых вдоль вертикальных торцевых и верхних горизонтальных граней перегородок и несущих конструкций остова здания. Расчетную ширину антисейсмических швов назначают и принимают по условиям возможного максимального перекоса несущих конструкций остова этажей здания, при действии расчетных сейсмических нагрузок, но не менее 20 мм. Образовавшиеся полости антисейсмических швов заполняются и гермети-

зируются с использованием эластичных материалов. Самонесущие перегородки крепятся к конструкциям несущего остова при помощи соединительных элементов, приваренных к закладным изделиям железобетонного остова или накладным элементам, а также при помощи анкерных болтов или стержней (рис. 45, 46).



Рис. 46. Комплекс инженерных мероприятий по обеспечению сейсмостойкости перегородок:

*а*-фрагмент армированной перегородки; *б*-разрез 1-1; *в*-разрез 2-2; *г*, *д*-подвесная облегченная перегородка каркасной конструкции к ригелю и плите; 1...5-узел крепления перегородок к остову здания; 1-армокирпичная перегородка; 2-арматурные сетки *3d Bp-I*; 3-закладные детали; 4-колонна; 5-панель перекрытия; 6-ригель;

7-накладная деталь; 8-подготовка под полы; 9-конструкция пола; 10-рядовая перемычка из арматуры; 11-подвесная перегородка каркасной конструкции; 12-подвеска перегородки; 13-ограничители перемещения перегородки; 14-деревянный каркас перегородки; Δ-зазор (по расчету)

Жесткое крепление конструкций перегородок при помощи, например, пристрелки дюбелями, в сейсмостойких зданиях не разрешается. На отметке верха конструкций армокирпичных перегородок предусматривается устройство армированного пояса толщиной не менее 30 мм, выполняемого из горизонтальной арматурной сетки и цементно-песчаного раствора марки М100. Проектная величина суммарного поперечного сечения продольных стержней арматурой сетки армированного пояса принимается равной не менее  $0,3 \text{ см}^2$ . В зонах ослабления конструкций кирпичных (каменных) перегородок дверными проемами, на строительных площадках сейсмичностью 8 и 9 баллов, предусматриваются железобетонные или металлические обрамления, способствующие обеспечению равнопрочности конструкций перегородок.

### 3.5. Балконы, лоджии и эркеры сейсмостойких зданий

Конструкции балконов, лоджий и эркеров являются важными функциональными элементами в формировании объемно-планировочных решений жилых, административных и общественных зданий. Вместе с тем их умелое использование в планировочных решениях зданий позволяет активным образом выразить, акцентировать и разнообразить архитектуру фасадов зданий.

Применяемые типы балконов подразделяются на открытые, устраиваемые, как правило, в сейсмоактивных районах с сухим и жарким климатом и с ветрозащитными стенками, возводимые в районах суровым климатом. Примеры конструктивных решений балконов приведены на рис. 47.

Конструкции балконов в кирпичных, блочных и крупнопанельных стенах зданий выполняют с использованием специальных консольных плит, из сборных, монолитных или сборно-монолитных железобетонных плит, которые имеют жесткое защемление в конструкцию наружной стены (рис. 47и, к, л, м). Форма балконной плиты может быть произвольной и диктуется общим замыслом архитектуры фасада и предельно допустимыми инженерно-техническими возможностями и ограничениями, изложенными в п.п. 6.6 СП 14.13330.2014.

Конструкции балконов и их соединения с междуэтажными и чердачными перекрытиями рассчитываются как консольные балки или плиты. Консольный вынос плит балконов, жестко заделанных в каменные стены, не являющиеся продолжением перекрытий, не должен превышать 1,5 м. Опорная часть конструкций балконов связывается с сейсмопоясом при помощи закладных деталей или арматурными выпусками.

Лоджии классифицируются на встроенные и выносные (рис. 48). В соответствии с пп. 6.6.2. [40], в сейсмических районах устройство встроенных конструкций лоджий выполняется с установкой жесткого решетчатого или рамного ограждения в плоскости наружных стен. Устройство пристроенных лоджий допускается только с установкой металлических связей с несущими стенами здания. Сечение связей « $A_{св.}$ » определяется из расчета: не менее  $1 \text{ см}^2$  на каждый погонный метр или  $A_{св.} \geq 1 \text{ см}^2/\text{п.м.}$  Конструкции перекрытий лоджий связываются с закладными деталями стеновых элементов или с антисейсмическими

поясами, устроенными в стенах лоджий и связанными антисейсмическими поясами примыкающих стен или непосредственно с внутренними перекрытиями.

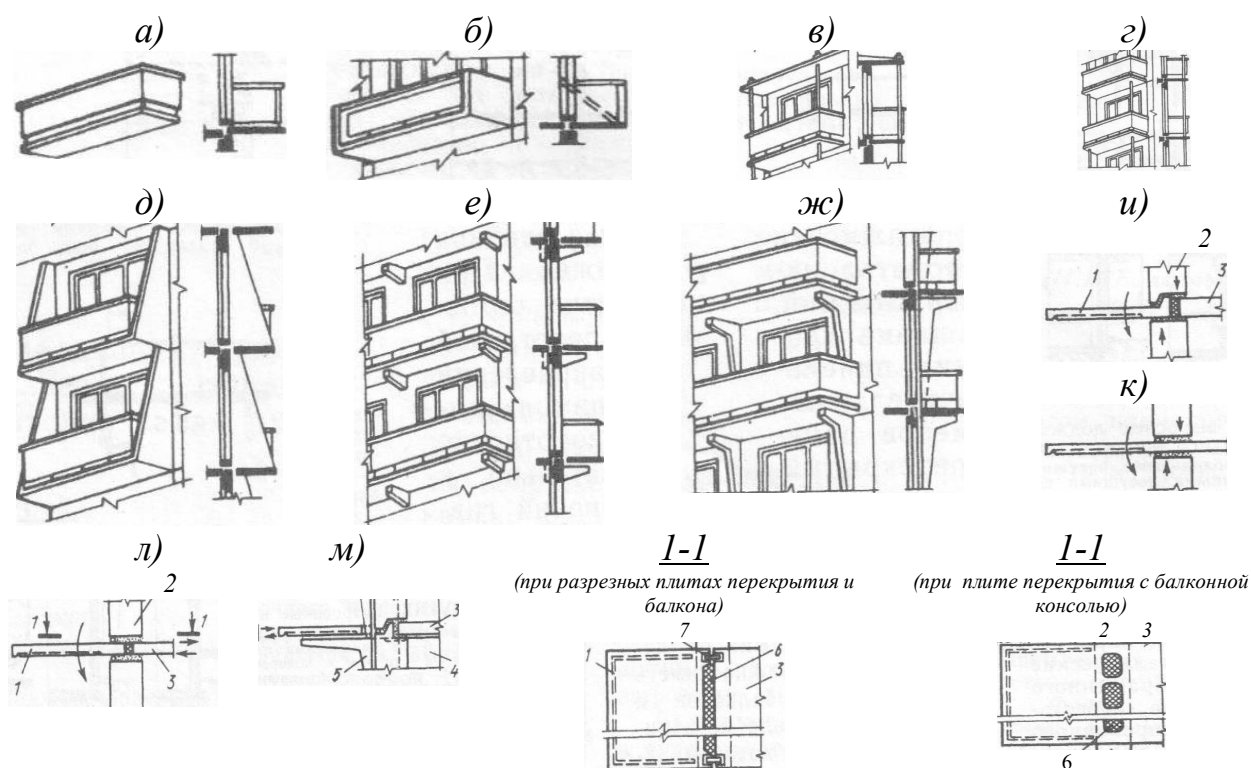


Рис. 47. Примеры конструктивных решений балконов:

а - с консольной балконной плитой; б - с подвеской к внутренней поперечной стене; в - с подвеской к карнизной плите; г - с опиранием балконной плиты на стойки; д - в виде навесных объемных элементов; е - с опиранием плиты на консольные балки; ж - то же, на кронштейны; и, к, л, м - схемы передачи изгибающего момента и вертикальных усилий от балконной плиты на конструкции (и-наружной несущей стены; к-легкобетонной панели перекрытия; л-перекрытия из тяжелого бетона; м-приставной опоры); 1-балконная плита; 2-наружная стена; 3-перекрытие; 4-внутренняя стена; 5-Г-образный кронштейн; 6-утеплитель; 7-стальная накладка

Конструкция стены эркера, как правило, повторяет конструкцию наружных стен здания (рис. 49). Возможным решением являются легкие металлические наружные стены эркера с эффективным утеплителем, выполненные по типу витража. Нижние и верхние перекрытия эркеров выполняют с утеплением.

В районах сейсмичностью до 8 баллов включительно устройство эркеров осуществляется с усилением образованных в стенах проемов при помощи железобетонных рам и установкой металлических связей стен эркеров с основными стенами.

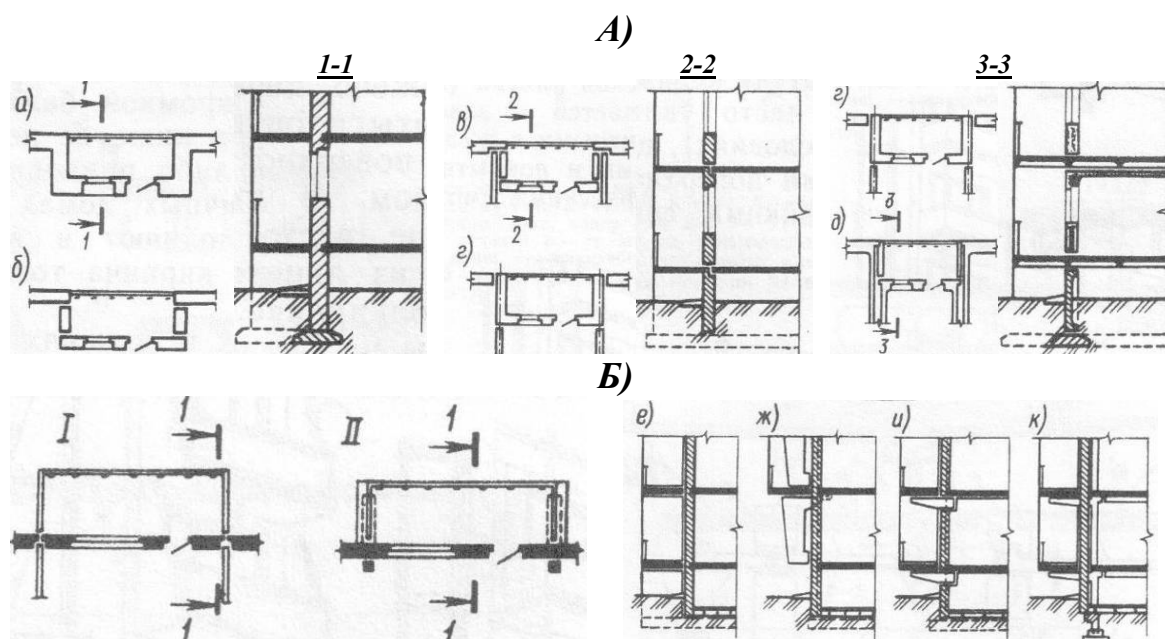


Рис. 48. Конструкции встроенных и выносных лоджий: *A)* Встроенные лоджии в домах: *a*-с кирпичными стенами; *б*-с панельными продольными несущими стенами; *в*-то же, поперечными несущими стенами; *г*-то же, с объемным элементом лоджии; *д*-с объемно-блочными конструкциями; *Б)* Выносные лоджии в домах: *I*-панельных; *II*-каркасно-панельных; *е*-с несущими стенами лоджий; *ж*-с навесными стенами лоджий; *и*-на консолях внутренних несущих стен; *к*-на консолях колонн каркас

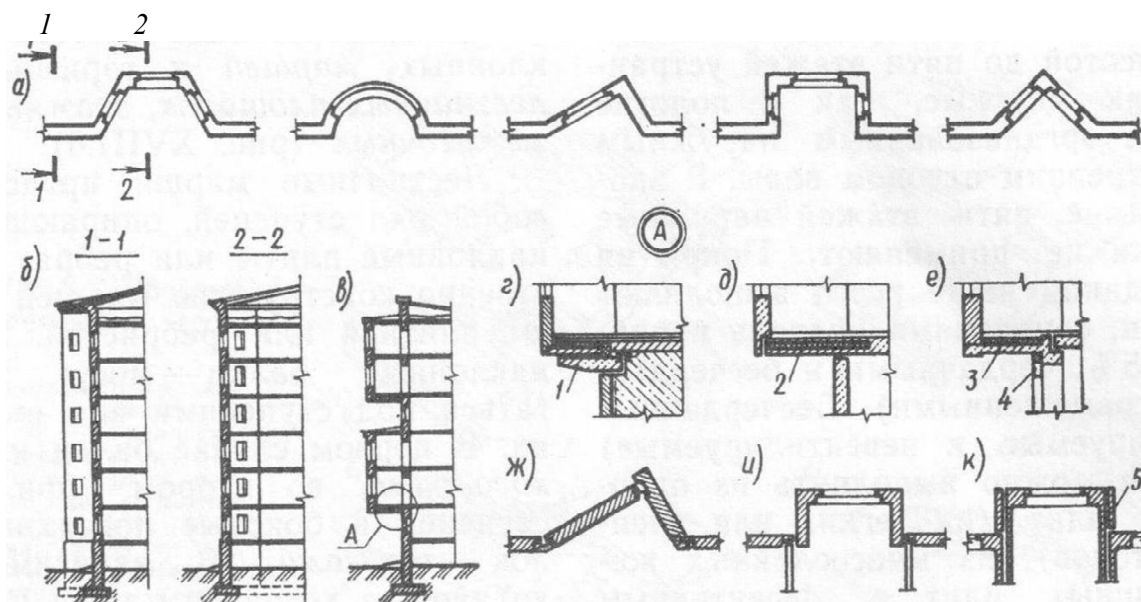


Рис. 49. Конструкции эркерov: *a*-формы планов эркерov; *б*-эркер с несущими стенами; *в*-навесной эркер; *г*-навесной эркер в панельном доме, опертый на консоли внутренних стен; *д*-то же, на утепленную консоль перекрытия; *е*-то же, в кирпичном доме, эркер оперт на консольную керамзитобетонную плиту; *ж*-стены эркерov из панелей; *и*-то же, из объемного элемента; *к*-устройство эркера в объемно-блочном доме; *1*-железобетонная консоль панели внутренней стены; *2*-консоль перекрытия; *3*-консольная керамзитобетонная плита эркера; *4*-оконная перемычка; *5*-утепляющая панель



### 3.6. Особенности проектирования железобетонных конструкций зданий и сооружений в сейсмических районах

Проектирование железобетонных конструкций и их элементов в сейсмических районах осуществляется по требованиям СП 14.13330.2014 [40], СП52-101 [48], СП52-102 [51], СП52-103 [50]. Схемы к расчету приведены на рис.50.

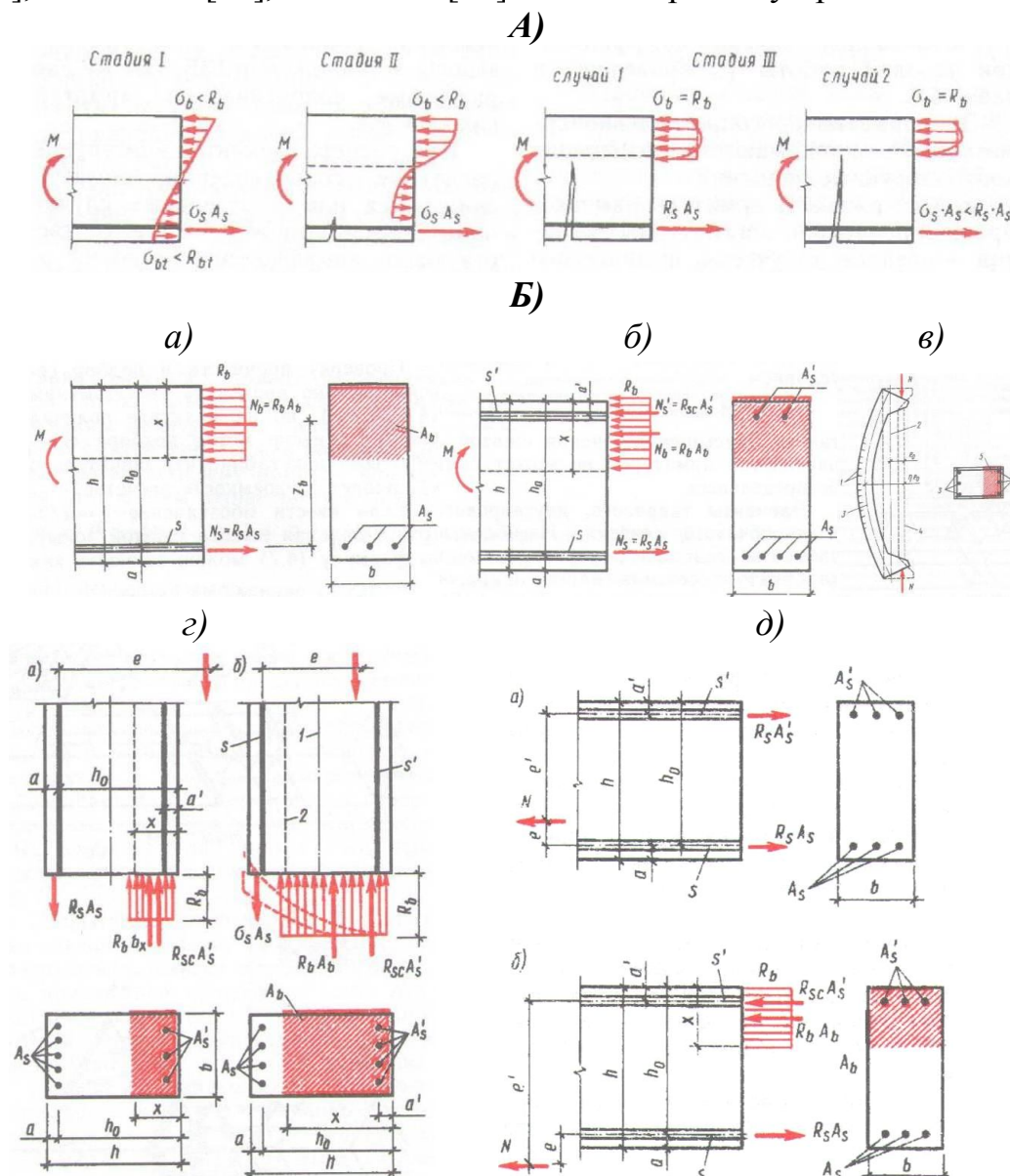


Рис. 50. Схемы к расчету на прочность по нормальному сечению изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных элементов: *А*-стадии напряженно-деформированного состояния при изгибе (I-упругая стадия; II-появление и раскрытия трещин в бетоне; III-предельная стадия); *Б*-схемы усилий при расчёте прочности элемента по нормальному сечению: *а*-с одиночной арматурой; *б*-то же, с двойной арматурой; *в*-внецентренно сжатый железобетонный элемент: 1-трещины в растянутой зоне; 2-геометрическая ось элемента до нагружения; 3-то же, после нагружения; 4-ось приложения силы; 5-сжатая зона; *г*-схема усилий и эпюра напряжений в поперечном сечении внецентренно сжатого элемента: 1-геометрическая ось элемента; 2-граница сжатой зоны; *д*-то же, внецентренно растянутого элемента

Расчет на прочность нормальных сечений изгибаемых и внецентренно сжатых элементов (рис. 50) значения граничной относительной высоты сжатой зоны бетона  $\xi_R$  принимают по действующим нормативным документам на бетонные и железобетонные конструкции с коэффициентом, равным при расчетной сейсмичности, соответственно: 7 баллов – 0,85; 8 баллов – 0,70; 9 баллов – 0,50.

Следует отметить, что при расчете по прочности нормальных сечений на основе нелинейной деформационной модели характеристика значения граничной относительной высоты сжатой зоны бетона  $\xi_R$  не используется.

При проектировании железобетонных конструкций и элементов в сейсмических районах, п.п. 6.7.3. СП 14.13330.2014, в качестве ненапрягаемой рабочей арматуры рекомендуется применять свариваемую арматурную сталь класса А500. Допускается применение арматурной стали классов А600, В500 и класса А400 марки 25Г2С. В несущих элементах железобетонных конструкций, проектируемых в сейсмических районах, не допускается применение стыкуемых электродуговой сваркой отдельных стержней, сварных сеток и каркасов, а также анкерных стержней закладных деталей из арматурной стали марки 35ГС класса А400. Основные разновидности профилей арматурной стали приведены на рис. 51.

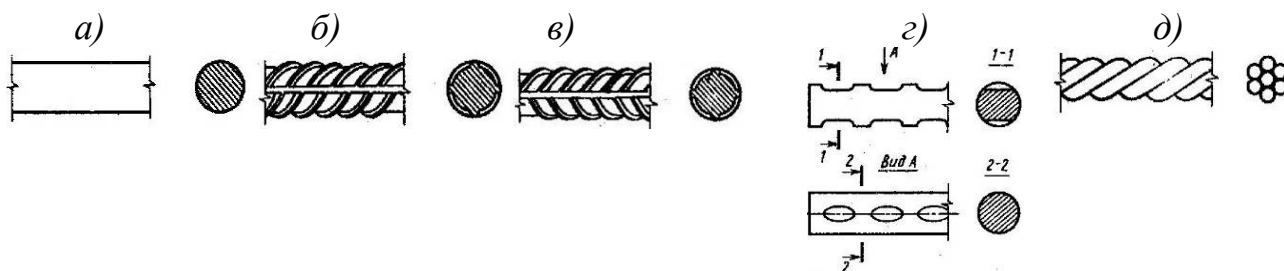


Рис. 51. Арматура для железобетонных конструкций:  
а-стержневая (класса А-I); б-стержневая (класса А-II); в-стержневая (класса А-III и выше); г-высокопрочная проволока; д-арматурный канат

Проектирование сейсмостойких конструкций из монолитного или сборного железобетона с предварительным напряжением преимущественно осуществляется с применением стержневой горячекатаной или термомеханически упрочненной арматуры классов А800 и А1000, стабилизированной арматурной проволоки классов Вр1400, В1500 и В1600 и семипроволочных стабилизированных арматурных канатов классов К1500 и К1600. Арматурную прокатную сталь, имеющую полное относительное удлинение  $\delta$  при максимальном напряжении  $\sigma_{max}$  мене 2,5% ( $\delta < 2,5\%$ ), а также арматурную проволоку класса В500, не допускается применять в качестве рабочей арматуры, как напрягаемой, так и без предварительного напряжения. На площадках с сейсмичностью 8 - 9 баллов, в случае применения арматурного проката класса В500С для железобетонных конструкций учитывается, что удлинение  $\delta$  при максимальном напряжении  $\sigma_{max}(A_{gt})$  должно быть не менее 5,0% ( $\delta \geq 5,0\%$ ) или относительное равномерное удлинение  $\delta_p$  не менее 4,5% ( $\delta_p \geq 4,5\%$ ), а отношение  $(\sigma_e / \sigma_{0,2}) \geq 1,08$ . При сейс-

мичности 9 баллов не допускается применение арматурных канатов и стержневой арматуры периодического профиля диаметром более 28 мм ( $d > 28$  мм), без использования специальных анкеров.

При сейсмичности 8 и 9 баллов проектирование железобетонных конструктивных элементов, работающих на внецентренное сжатие или изгиб, в конструкциях которых учитывается продольная сжатая арматура, шаг хомутов устанавливается по расчету, но не более приведенных ниже условий:

-при  $R_{sc} \leq 450$  МПа – 400мм, а также  $12d$  для вязаных каркасов и  $15d$  для сварных каркасов;

- при  $R_{sc} > 450$  МПа – 300мм, а также  $10d$  для вязаных каркасов и  $12d$  для сварных каркасов, где  $d$  –наименьший диаметр сжатых продольных стержней. В тех случаях, когда общее насыщение продольной арматурой внецентренно сжатого железобетонного элемента превышает 3%, принимается решение по установке хомутов на расстоянии не более  $8d$  и не более 250 мм.

Проектирование и изготовление вязанных арматурных каркасов железобетонных конструкций в сейсмических районах выполняется таким образом, что концы хомутов поперечной арматуры загибаются вокруг стержня продольной рабочей арматуры с ориентацией конца загиба в направлении центра тяжести поперечного сечения. Концы загибов хомутов заводятся во внутрь бетонного ядра железобетонного элемента на расстояние не менее чем на  $6d$  хомута, считая от геометрической оси продольного арматурного стержня.

В сейсмических районах при проектировании изгибаемых и внецентренно сжатых элементов из железобетона, кроме конструкций колонн, стыкование рабочей арматуры внахлестку без сварки имеет границы применимости (рис. 52). Основные типы сварных соединений арматуры приведены на рис. 52.

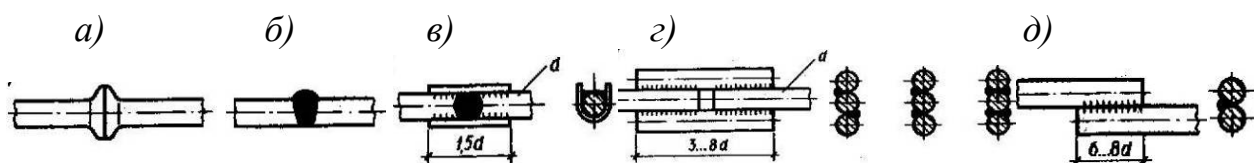


Рис. 52. Основные типы сварных соединений арматуры:

*а*-контактная стыковая; *б*-ванная; *в*-ванная на стальной скобе; *г*-ручная дуговая протяженными швами с круглыми накладками; *д*-нахлесточное

Так в районах сейсмичностью 7 и 8 баллов стыкование рабочей арматуры внахлестку без сварки допускается осуществлять только при диаметре  $d$  арматурных стержней до 20 мм (при  $d < 20$  мм). В зонах сейсмичностью 9 баллов стыкование рабочей арматуры внахлестку без сварки осуществляется только при выполнении «лапок» или других анкерных устройств на концах арматурных стержней. При этом следует иметь в виду, что расчетная длина нахлестки стыкуемых арматурных стержней принимается на 30% больше значений, требуемых по действующим нормативным документам на бетонные и железобетонные конструкции (СП 63.13330 [53], СП 52-101 [49], СП 52-102 [51], СП 52-103

[50]). В современных условиях для соединения стыкуемых арматурных стержней широкое распространение получили специальные механические соединения в виде опрессованных или резьбовых муфт. С учетом этого решена проблема стыкования рабочей арматуры при диаметре стержней более 20 мм. Поэтому в настоящее время соединение стержней каркасов выполняется с помощью специальных механических соединений в виде опрессованных или резьбовых муфт или при помощи электросварки независимо от сейсмичности площадки строительства. В местах выполнения стыковки арматурных стержней внахлестку без электросварки шаг хомутов назначается не более  $8d$ . Современными требованиями п.п. 6.7.12 [40] не допускается стыкование арматуры сварными соединениями внахлестку. Вместе с тем отмечается, что за исключением элементов несущего остова зданий, в малоответственных конструкциях при стыковании арматуры возможно применение сварных соединений внахлестку. И в этом случае значение длины сварных швов принимается на 30% больше значений, требуемых по ГОСТ 14098 для сварного соединения типа С23-Рэ. Следует отметить, что при проектировании и изготовлении изгибаемых и внецентренно сжатых элементов железобетонных конструкций стыки арматуры внахлестку со сваркой и без сварки располагаются вне зоны максимальных изгибающих моментов. В конструкциях диафрагм жесткости, выполненных из монолитного железобетона, стыкование арматуры проектируется и выполняется в виде сварных или вязанных внахлест соединений. Проектирование и изготовление стыкования рабочей арматуры выполняется таким образом, чтобы в одном сечении соединялось не более 50% растянутой рабочей арматуры. Некоторые виды анкеровки арматуры на торцевых участках железобетонных конструкций приведены на рис. 53.

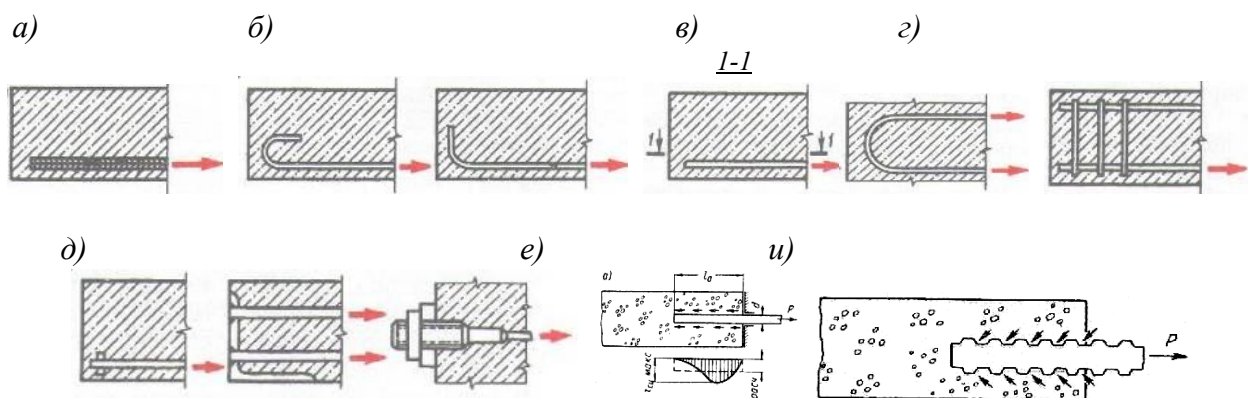


Рис. 53. Анкерование арматуры в бетон:

а-сцеплением прямых стержней с бетоном; б-крюками и лапками; в-петлями; г-приваркой поперечных стержней; д-особыми приспособлениями (анкерами); е-напряжения сцепления  $\tau_{сц}$  арматуры с бетоном для гладких стержней; и-то же, для арматурных стержней периодического профиля

Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений, возводимых из железобетонных конструкций с предварительным напряжением, осуществляется с учетом особенностей условий натяжения напрягаемой арматуры и ее месторасположения в конструкции. При натяжении арматуры на бетон напрягаемую арматуру, устанавливаемую из расчета по прочности (предельному состоянию первой группы), располагают в закрытых каналах, которые замоноличиваются бетоном или цементно-песчаным раствором. Прочность бетона замоноличивания или тампонажного раствора принимается не ниже прочности железобетонной конструкции. Расчет по второй группе предельного состояния (по деформациям и раскрытию трещин) предполагает в качестве напрягаемой арматуры использовать дополнительно устанавливаемые арматурные канаты, располагаемые в трубах без сцепления с бетоном.

### **3.6.1. Особенности проектирования зданий и сооружений в сейсмических районах с остовом из железобетонного каркаса**

Основным составляющим каркасного здания или сооружения является его несущий остов, который представляет собой пространственную систему, состоящую из совокупности вертикальных и горизонтальных стержневых, плоских или объемных элементов – несущих конструкций и связей, соединяющих эти конструкции.

На каркасный остов зданий передается весь комплекс комбинаций и сочетаний вертикальных, горизонтальных и произвольных внешних и внутренних постоянных, временных, кратковременных и особых нагрузок. В зданиях и сооружениях с каркасным остовом, расположенных в сейсмических районах, горизонтальные и вертикальные сейсмические нагрузки воспринимаются каркасом.

В сейсмостойком строительстве практикуется использование следующих конструктивных систем каркасных остовов, включая: каркасный; каркас с заполнением; каркас с вертикальными связями, диафрагмами или ядрами жесткости. При проектировании каркасных зданий высотой более 9 этажей в сейсмических районах, в качестве несущего остова принимаются каркасы с плоскими диафрагмами жесткости, связями или пространственными ядрами жесткости.

Наиболее характерные системы каркасных остовов сейсмостойких зданий приведены на рис. 54.

При землетрясениях основная доля прочности, устойчивости и эксплуатационной пригодности обеспечивается за счет вертикальных конструктивных элементов каркасного остова, включая: колонны; пилоны; диафрагмы и ядра жесткости (рис. 55). Поэтому при выборе конструктивных систем предпочтение отдается схемам, в которых зоны пластичности возникают в первую очередь в горизонтальных элементах каркаса, включая: ригели, плиты, перемычки, обвязочные балки и т.д.

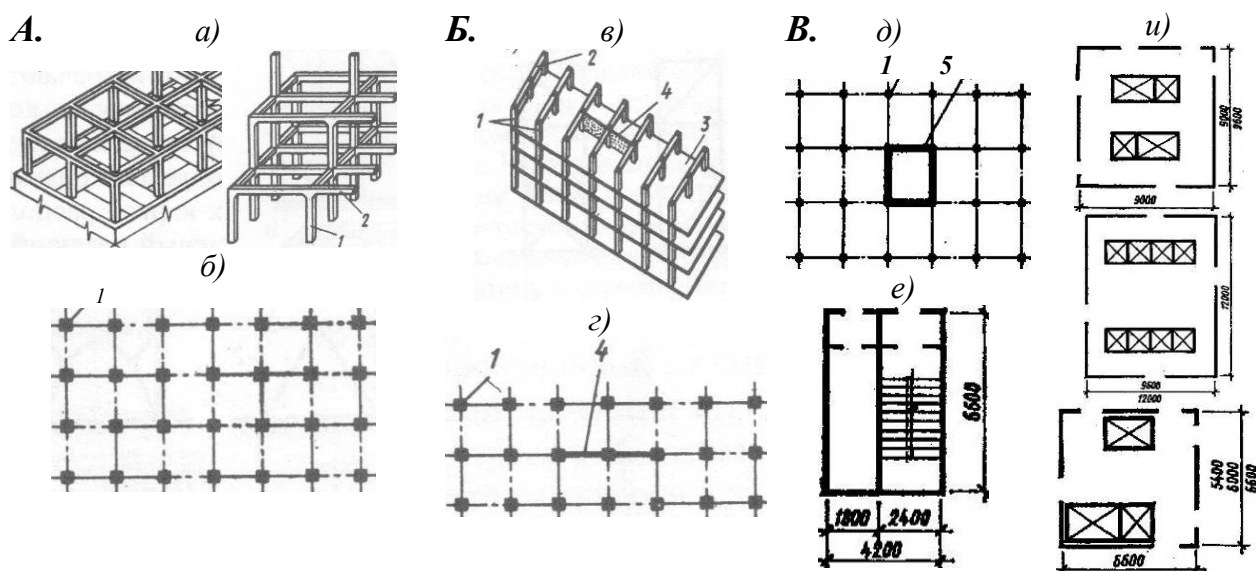


Рис. 54. Конструктивные схемы каркасных остовов:

**A** – рамные: *a* – пространственная схема каркаса; *б* – план; **B** – рамно-связевые: *в* – пространственная схема каркаса; *г* – план; **B** – с ядром жесткости: *д* – план; *е* – то же, с лестницей; *и* – то же, с лифтами; 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – жесткий диск перекрытия; 4 – диафрагма жесткости; 5 – ядро жесткости

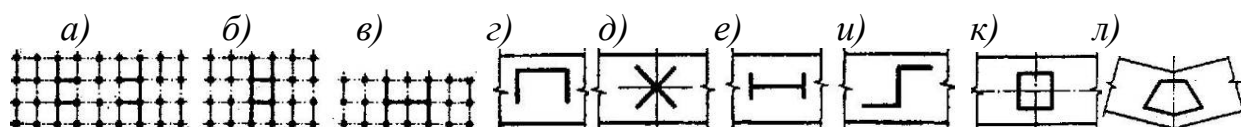


Рис. 55. Варианты компоновки плоских и пространственных связевых систем:

*a, б, в* – плоские вертикальные диафрагмы жесткости; *г, д, е, и* – сочетание размещения плоских диафрагм жесткости в плане; *к, л* – различные геометрические формы ядер жесткости

В районах сейсмичностью 8 и 9 баллов, при проектировании железобетонных колонн рамных каркасов многоэтажных зданий или сооружений расчетный шаг хомутов назначается из условия, при котором он не должен превышать  $1/2h$ , где  $h$  – наименьший размер стороны поперечного сечения колонны прямоугольного или двутаврового сечения. Для железобетонных колонн рамных каркасов многоэтажных зданий с несущими диафрагмами расчетный шаг хомутов принимается не более  $h$ . При этом диаметр поперечного сечения арматурных стержней хомутов принимается не менее 8 мм. Проектирование и изготовление вязанных арматурных каркасов железобетонных конструкций в сейсмических районах выполняется таким образом, что концы хомутов поперечной арматуры загибаются вокруг стержня продольной рабочей арматуры с ориентацией конца загиба в направлении центра тяжести поперечного сечения. Концы загибов хомутов заводятся вовнутрь бетонного ядра железобетонного элемента на расстояние не менее чем на  $6d$  хомута, считая от геометрической оси продольного арматурного стержня. В угловых стержнях величина угла заведения принимается  $30^\circ$ – $60^\circ$ . Проектирование многоэтажного каркасного остова из сборных железобетонных элементов колонн осуществляется с предпочтением укрупненных схем с применением колонн на несколько этажей. При этом мон-

тажные стыки сборных железобетонных колонн располагаются в зоне с наименьшими изгибающими моментами по длине колонн. Следует отметить, что стыкование продольной рабочей арматуры в конструкциях сборных железобетонных колонн внахлестку осуществляется только с электросваркой стыкуемых арматурных стержней. Принимая во внимание то, что стандартная длина плиты арматурных стержней заводского изготовления составляет 11700 мм (11,7 м), при проектировании сборных железобетонных конструкций колонн длиной до 10,7 м продольная рабочая арматура принимается из целых арматурных стержней мерной длины.

В монолитных железобетонных конструкциях стыкование продольной рабочей арматуры диаметром более 22 мм осуществляется при помощи специальных механических соединений, включая: опрессованные муфты; резьбовые муфты; ручной дуговой сварки на стальной скобе-накладке (ванная сварка); ручной дуговой сварки продольными швами с парными накладками для стержней арматуры диаметром до 22 мм включительно.

Проектирование опорных участков конструкций плит междуэтажных и чердачных перекрытий в сейсмических районах выполняется из условия установки поперечной арматуры, нормальной к плоскости плиты. Количество устанавливаемой поперечной арматуры определяется расчетом на продавливание. Если по расчету поперечная арматура не требуется, то она устанавливается конструктивно. Во всех случаях ближайшие к контуру площадки передачи нагрузки плиты стержни поперечной арматуры располагаются на расчетном расстоянии не более  $1/3h_0$  и не далее  $1/2h_0$  от этого контура, где  $h_0$  – рабочая высота поперечного сечения. В обоих осевых направлениях ширина зоны размещения расчетной или конструктивной поперечной арматуры принимается не менее  $2h_0$ , считая от контура площадки передачи нагрузки. В качестве поперечной арматуры (расчетной и конструктивной) плит практикуется использование арматурных стержней периодического профиля диаметром не менее 8 мм. Соединение стержней поперечной арматуры с продольной рабочей арматурой выполняется посредством контактной электросварки или концевых отгибов (крюков). Шаг расположения поперечных арматурных стержней назначается по строительным нормам проектирования железобетонных конструкций.

СП 14.13330.2014 [40] п.п. 6.8.7 нормируется общий процент армирования поперечного сечения железобетонных элементов колонн рабочей продольной арматурой. Так, для конструкций железобетонных колонн многоэтажных каркасных зданий и сооружений с проектной арматурой классов А400 и А500 общий процент армирования поперечного сечения железобетонных элементов колонн рабочей продольной арматурой принимается не более 6%. Для железобетонных колонн с арматурой класса А600 общий процент армирования принимается не более 4%. При условии усиления приопорных участков конструкций железобетонных колонн допускается более высокое насыщение поперечного сечения колонн продольной рабочей арматурой. В этом случае приопорные участки колонн усиливаются при помощи косвенного армирования не менее чем четырьмя сварными сетками с размерами ячейки не более 100 м.



Сетки конструктивного косвенного армирования располагаются с шагом 60-100 мм на участке длины от торца элемента колонны не менее  $10d$ , где  $d$  – наибольший диаметр стержней продольной арматуры. Диаметр поперечного сечения арматурных стержней классов А400, А500, В500, используемых для сеток конструктивного косвенного армирования, принимается не менее 8 мм.

При проектировании сейсмостойких зданий и сооружений с каркасным остовом, имеющим жесткие узлы примыкания колонн к ригелям, зоны примыкания элементов усиливаются применением сварных сеток, спиралей или замкнутых хомутов. В месте устройства жесткого узла железобетонной рамы участки ригелей и колонн на расстоянии, равном полуторной высоте их поперечного сечения (но не более  $\frac{1}{4}$  высоты этажа или пролета ригеля), армируются замкнутой поперечной арматурой (хомутами), устанавливаемой по расчету, но не реже чем через 100 мм. Такие же хомуты для рамных систем с несущими диафрагмами устанавливаются с шагом не реже чем через 200 мм.

В конструкциях многоэтажных зданий с каркасным остовом из сборного, монолитного и сборно-монолитного железобетона, пространственная устойчивость от действия горизонтальных сейсмических (ветровых) нагрузок, обеспечивается за счет установки вертикальных элементов жесткости, включая: диафрагмы жесткости, связи (крестовые, порталные), ядра жесткости (рис. 33). Эти элементы, воспринимающие горизонтальную нагрузку, проектируются конструктивно непрерывными по всей высоте здания и располагаются в обоих перпендикулярных направлениях равномерно и симметрично относительно центра тяжести здания или сооружения. В каждом из двух перпендикулярных друг к другу направлений разбивочных осей зданий устанавливается не менее двух вертикальных плоских диафрагм жесткости, которые располагают в разных плоскостях одного направления.

Для зданий многоэтажных и повышенной этажности, с целью формирования оптимально-эффективной жесткости каркасного остова, на уровне верхних этажей предусматривается уменьшение числа и протяженности диафрагм при сохранении принципа симметричности их расположения в пределах этажа. При этом принимается во внимание условие, при котором изменение сдвиговой (изгибной) жесткости диафрагм соседних (смежных) этажей не должно превышать 20%, а длина конструкции диафрагмы жесткости принимается не менее высоты этажа. Если проектируется здание с «гибким» нижним этажом (рис. 1а, б), у которого жесткость нижних этажей существенно ниже жесткости выше расположенной части здания, в условиях расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов, то конструкции колонн «гибкого» этажа выполняются из стальных элементов или из железобетона с жесткой арматурой (рис. 56).

При отсутствии ядер жесткости в сейсмостойких зданиях с остовом, возводимым из конструкций системы безригельного каркаса («Куб», безбалочные плиты с капителями, безбалочные плиты без капителей из монолитного железобетона), конструкции диафрагм жесткости, проектируются из расчета их расположения в плане на расстоянии не более 12 м друг от друга. Удобные с точки зрения обеспечения свободных объемно-планировочных и архитектурно-

конструктивных функций и решений, а также прокладки подпотолочных инженерных коммуникаций, конструкции безригельного каркаса, проектируются с максимальными расстояниями между разбивочными осями в каждом направлении, соответственно: при сейсмичности 7 баллов - не более 7,2 м, при сейсмичности 8, 9 баллов - не более 6 м.

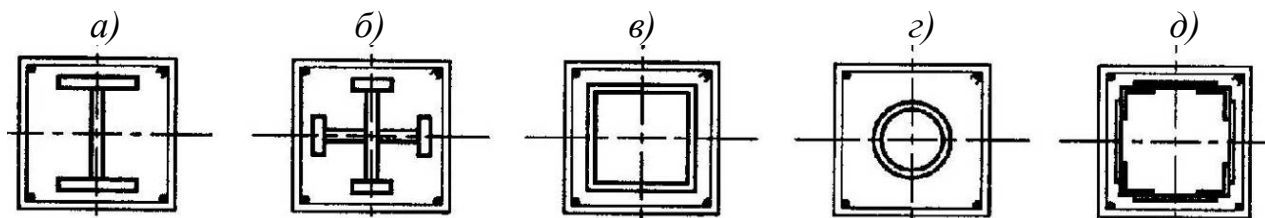


Рис. 56. Типы поперечных сечений сталежелезобетонных колонн нижних «гибких» этажей с жесткой арматурой из различных стальных профилей

В безригельных каркасах, толщину  $h$  плоских плит перекрытий и с капителями, принимается из условия не менее отношения  $h \geq (1/30)l$  или расстояния между разбивочными осями колонн каркаса и не менее 180 мм. При этом класс бетона  $B$  конструкции плиты принимается не ниже  $B20$ . Расчет конструкций плит безригельных бескапитальных каркасов производится по прочности I-й группы предельного состояния на действие изгибающих моментов в пролетной и опорной зонах. Расчетную ширину сжатой зоны плиты бетона при этом, принимаются не более трехкратной ширины поперечного сечения колонны каркаса. В каждом осевом направлении на этой расчетной ширине размещается не менее 50% общего количества продольной рабочей арматуры плиты, приходящейся на ширину одного пролета. Из этого объема в пределах расчетной ширины продольной рабочей арматуры 10% площади пропускается сквозь тело колонны каркаса. В опорной зоне плиты перекрытия на колонну не допускается обрыв нижней рабочей арматуры, которая заводится в тело колонны или капители. Не менее 30 % всей продольной арматуры проектируемых плит перекрытий устанавливается в виде групп протяженных сварных неразрезных каркасов, выполненных в форме плоских вертикальных или пространственных прямоугольного или треугольного поперечного сечения. Такие каркасы в обоих осевых направлениях сосредотачивают в составе полос усиленного армирования над колоннами. Не менее двух плоских каркасов или двух верхних стержней пространственного каркаса пропускаются сквозь тело колонны, а также в составе арматуры, проходящей через серединные участки пролетов. При помощи стыковых сварных соединений рабочей арматуры этих каркасов обеспечивается их требуемая непрерывность в пределах общих габаритов плиты перекрытия. Стыковые соединения рабочей арматуры каркасов располагаются в зонах минимальных изгибающих моментов по соответствующим осевым направлениям.

В сейсмических районах наружные ограждающие конструкции каркасных зданий проектируются, как правило, из легких навесных панелей. В необходимых и обоснованных случаях в качестве наружных ограждающих конструкций заполнения каркаса применяется каменная кладка, которая выполняется в соот-

ветствии с требованиями пп. 6.14.4 и 6.14.5 [40]. В случае применения в каркасных зданиях наружных ограждающих конструкций самонесущих стен из каменной кладки, соблюдаются условия:

- устанавливается ограничение, при котором шаг пристенных колонн назначается не более 6 м;

- ограничивается свободная высота каменной кладки наружных самонесущих стен, в зависимости от сейсмичности строительной площадки: для сейсмичности 7 баллов высота стены принимается не более 12 м; для сейсмичности 8 баллов – 9 м; для сейсмичности 9 баллов – 6 м.

Одним из эффективных инженерно-конструктивных мероприятий по оптимизации работы со снижением горизонтальных сейсмических нагрузок на каркасный остов здания или сооружения является разделение работы несущего каркаса и самонесущих конструкций стен наружного ограждения при землетрясении. Таким образом исключается возможность передачи нагрузок от сейсмических масс каменных стен, действующих в плоскости стен, на конструкции каркасного остова (колонны, ригели, диафрагмы, перекрытия). Окончательное конструктивное решение о возможности применения наружных стен из каменной кладки принимается по результатам расчетов по прочности элементов стен и узлов, их крепления к элементам каркаса на действие сейсмических нагрузок из плоскости стен с учетом требований пп. 5.5 [40].

С целью обеспечения расчетной податливости каркаса здания по отношению к наружным ограждающим конструкциям стен, которые должны находиться в относительном покое при землетрясениях, каменную кладку наружных самонесущих стен в каркасных зданиях выполняют с гибкими (податливыми) связями с элементами каркаса. Гибкие связи проектируются таким образом, чтобы не препятствовать горизонтальным смещениям каркаса вдоль стен при землетрясениях. С целью реализации этого конструктивного мероприятия, проектом предусматривается зазор шириной не менее 20 мм между поверхностями каменных стен и колонн каркаса здания. В конструкции самонесущей наружной стены каркасного здания, выполненной из каменной кладки, по всей своей длине в уровне плит покрытия и верха оконных проемов, предусматриваются антисейсмические пояса по типовой серии 2.130-6с и 2.140-5с, которые посредством гибких связей соединяются с каркасом здания.

Принимая во внимание особенности работы каркасных зданий на действие горизонтальных и вертикальных сейсмических воздействий, при расчете и проектировании каркаса, кроме деформаций изгиба и сдвига, возникающих в стойках каркаса, учитываются осевые деформации. Дополнительно к этому выполняется расчет на устойчивость против опрокидывания от действия горизонтальных сейсмических нагрузок.

При обязательном соблюдении требований п.п. 6.14.13 СП 14.13330.2014 по армированию каменной кладки, в зданиях с каркасным остовом высотой до 12 этажей, снабженных диафрагмами или ядрами жесткости, допускается включение в совместную работу на восприятие сейсмических и вертикальных нагрузок стен из каменной кладки, которые имеют связи с конструкциями ко-

лонн и диафрагм при помощи выпусков арматурных сеток, устанавливаемых по всей высоте каменных стен.

Для аналитической оценки работы каркаса здания с заполнением кладкой, выполняются расчеты конструкций с учетом каменного заполнения и без него. При этом армирование железобетонных элементов каркаса выполняется по варианту наиболее невыгодного для них расчету. С целью включения в совместную работу каркаса остова и элементов стен (диафрагм), обеспечивающих пространственную жесткость здания, проектами предусматриваются конструктивные связи:

- по высоте колонны не менее чем в трех точках с равномерным их расположением по длине колонны;

- в конструкциях низа перекрытий связи устанавливаются с расчетным шагом не более 3 м при обязательной постановке конструктивных связей в местах сопряжения колонн (диафрагм) и перекрытий (ригелей.)

При проектировании железобетонных конструктивных элементов, толщина защитного слоя бетона, в соответствии с требованиями надежной защиты рабочей и вспомогательной арматуры от коррозии и огнезащиты, назначается и принимается равной, соответственно: для гибкой стальной арматуры - не менее диаметра арматуры и не менее 25 мм; для жесткой арматуры, расположенной внутри поперечного сечения конструкции - не менее 50 мм с обязательным армированием защитного слоя стальной сеткой.

Если проектом предусматривается размещение или установка стальных элементов жесткого армирования на внешней поверхности конструктивного элемента, то выполняются инженерные мероприятия по их защите от коррозии и огнезащите, например: вся открытая боковая поверхность стального профиля защищается негорючими теплоизолирующими материалами (минеральная вата, стекловата) с последующим оштукатуриванием защищенной поверхности цементно-песчаным раствором, расчетной толщиной 20 мм по стальной сетке системы «Рабица».

В качестве облицовочного слоя применяется обшивка или облицовка боковой поверхности негорючими материалами, например: два слоя гипсокартонных листов (ГКЛ, ГКЛВ), природные или искусственные облицовочные каменные материалы толщиной не менее 20 мм (гранит, мрамор, керамогранит) на цементно-песчаном растворе, без воздушного зазора с креплением облицовки на кронштейны. Конструкции железобетонных колонн высотных зданий с жестким армированием в сравнении с обычными железобетонными колоннами имеют следующие достоинства:

- 1) относительно меньший размер поперечного сечения, малый собственный вес, увеличение используемого пространства. В колоннах, выполненных из железобетона с жестким армированием, несущая способность значительно повышается и особенно возрастает сопротивляемость конструкций колонн на действие поперечной силы. Это позволяет значительно уменьшить геометрические размеры поперечного сечения несущих элементов и повысить

прочностные свойства конструкций, включая повышение сейсмостойких свойств высотных зданий;

2) более высокая пластичность и лучшие свойства сейсмостойкости конструкций колонн с жесткой арматурой;

3) высокая технологичность и скорость возведения конструкций каркаса из железобетона с жесткой арматурой даже по отношению к колоннам, выполненным из стальных профилей.

Следует отметить ряд достоинств конструкций железобетонных колонн с жесткой арматурой в сравнении с колоннами, выполненными из стальных конструкций, которые включают:

1) бетон железобетонной колонны с жесткой арматурой (рис. 56), расположенный в пределах внешнего контура поперечного сечения (защитный слой бетона или «внешний бетон») исключает или предупреждает изгиб стального профиля, повышает жесткость элементов и обеспечивает экономию стержневой арматурной стали;

2) при относительно повышенной жесткости имеют быстрое затухание колебаний (от воздействия ветровых, сейсмических и других нагрузок), а также более эффективны с точки зрения снижения и ограничения деформаций конструкций;

3) «внешний бетон» в составе поперечного сечения сталежелезобетонных конструкций с жестким армированием, способствует повышению долговечности, и что особенно важно, надежному повышению огнестойкости несущих конструкций в условиях повышенных требований по огнезащите конструкций высотных зданий.

В практике высотного строительства нашли применение конструкции скрытых стальных колонн из прокатных и сварных профилей, размещаемых в составе поперечного сечения стен, диафрагм и ядер жесткости (рис. 57). Рациональное расположение жесткой арматуры в местах пересечений стен в составе ядра жесткости позволяет обеспечить минимальную податливость.

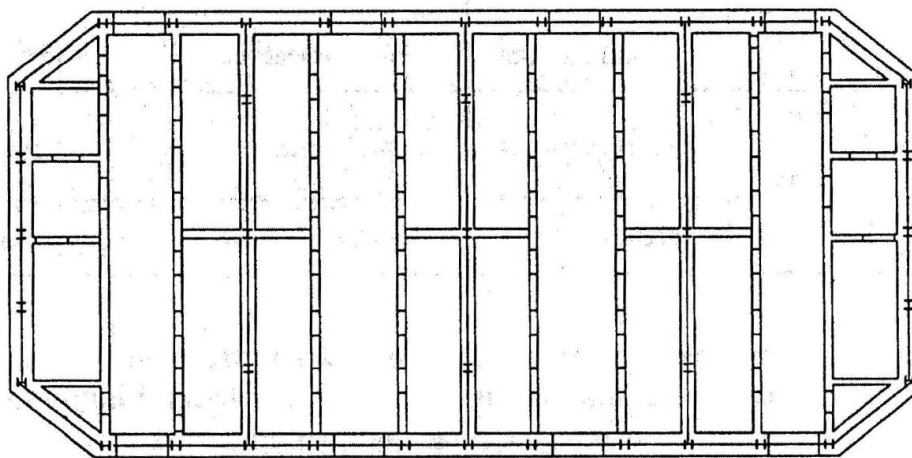


Рис. 57. План расположения элементов жесткого армирования из стальных профилей в стенах ствола ядра жесткости, выполненного из монолитного железобетона

Одним из актуальных вопросов при проектировании железобетонных конструкций с жесткой арматурой является обеспечение эффективного включения в совместную работу стальных профилей жесткого армирования с окружающим бетоном поперечного сечения конструкции. В отечественной и зарубежной практике совместная работа в сталежелезобетонных конструкциях из монолитного бетона обеспечивается за счет приварки анкеров и упоров к стальным профилям жесткого армирования. Совместная работа конструктивных элементов из сборного железобетона с конструкциями из монолитного железобетона в сборно-монолитных конструкциях осуществляется путем устройства специальных шпонок; создания рифленой поверхности сорного элемента; выпусков поперечной арматуры-анкеров из сборных конструктивных элементов для заделки в монолитные элементы.

### **3.6.2. Конструкции комбинированных колонн со стальными обоймами**

С целью снижения сроков возведения каркаса высотных зданий, трудоемкости и стоимости возведения конструкций колонн, полного исключения работ по устройству опалубки колонн, повышения уровня технологии возведения конструкций колонн, в современном высотном строительстве часто применяются конструкции комбинированных колонн со стальными обоймами. Отличительной особенностью конструкций комбинированных колонн со стальными обоймами является то, что такие колонны конструируются из стальных круглых или квадратных труб, расчетных геометрических размеров, в полость которых после их установки в проектное положение укладывается свежеприготовленная бетонная смесь проектного класса бетона, не ниже В25, с тщательным вибрированием. При необходимости перед монтажом стальных обойм производится расчетное армирование ствола колонн стержневой арматурной сталью.

В практике строительства стальные обоймы называют «оставляемой оснасткой», так как они не подлежат демонтажу после схватывания и набора прочности бетона, а остаются в составе конструкции комбинированной сталежелезобетонной колонны с включением в совместную работу с арматурным каркасом из стержневой арматуры и бетона. Бетонирование высоких колонн со стальными обоймами осуществляется по технологии «снизу-вверх» при помощи подачи пластичной бетонной смеси бетононасосами через патрубок, размещаемый в нижней части стальной обоймы. Такая технология укладки бетона позволяет исключить возможность образования воздушных пустот в теле бетона. Для обеспечения требуемой огнестойкости стальной конструкции обоймы, как несущего конструктивного элемента колонны, боковая поверхность таких колонн защищается огнестойкими материалами при помощи оштукатуривания цементно-песчаным раствором толщиной 25 – 50 мм по стальной сетке типа «Рабица» или облицовки каменными плитками на строительном клее. Отличительной особенностью работы конструкций комбинированных колонн со стальными обоймами по отношению к обычным железобетонным колоннам является то, что когда в сжатом от приложенной нагрузки бетоне колонны обра-

зуются микротрещины, возникают продольные деформации сжатия, которые передаются на стальные обоймы. Конструкции стальных труб (обойм), в свою очередь, воспринимают эти усилия и деформации и ограничивают продольные деформации бетона. Бетон в таких колоннах находится в трехосном сжатом состоянии и его прочность значительно повышается. Наличие бетонного ядра в замкнутой полости колонны способствует ограничению локального изгиба внешних обойм, что позволяет полностью использовать прочностные свойства стали обойм.

Установлено, что при всех прочих равных условиях, суммарная несущая способность отдельно взятых стальных труб и бетона значительно ниже, чем фактическая несущая способность конструкции комбинированных колонн со стальными обоймами. К числу достоинств конструкций комбинированных колонн со стальными обоймами в сравнении с обычными железобетонными колоннами, относятся следующие:

1) конструкции стальных обойм колонн хорошо сопротивляются действию горизонтальных напряжений, передаваемых бетоном, а при укладке бетонной смеси в полость оболочки значительно уменьшается количество технологических процессов и стоимость работ;

2) конструкции стальных обойм, выполняемых из круглых или квадратных труб, сами являются рабочей арматурой и выполняют функцию продольной и поперечной арматуры. Кроме того, производство стальных труб в заводских условиях более технологично, чем у стальных плоских и пространственных каркасов из арматурной стали, и более пригодно для заливки бетона;

3) стальные трубы обойм сами работают как каркас, и скорость их возведения такая же, как и у стальных конструкций, но по сравнению со стальными колоннами с открытыми профилями, конструкции колонн со стальными обоймами обладают высокой огнестойкостью и жесткостью.

Конструкции комбинированных колонн со стальными обоймами, выполненными из круглых стальных труб, в сравнении с комбинированными колоннами с прямоугольными обоймами признаны более рациональными по их несущей способности; самыми экономичными конструкциями; обладающими большей архитектурной выразительностью.

### **3.6.3. Железобетонные балки каркаса с жесткой арматурой**

Стальные профили конструкции железобетонных балок с жесткой арматурой устанавливают, монтируют и соединяют со стальными профилями сталежелезобетонных колонн, пилонов или стен-диафрагм. Наиболее распространенный вариант конструкции железобетонных балок с жесткой арматурой из стального прокатного или сварного двутавра в поперечном сечении приведен на рис. 58.



Как и для железобетонных колонн с жесткой арматурой, достоинством железобетонных балок с жесткой арматурой является то, что их прочность значительно выше прочности обычных железобетонных балок. По периметру поперечного сечения жесткостного элемента стальной балки размещен бетон, что является надежной огнезащитой, но вместе с тем это вызывает необходимость контролировать ширину раскрытия трещин в растянутой зоне бетонного слоя. Ширина раскрытия трещин в растянутой зоне бетона таких балок, является главным ограничивающим фактором их применения.

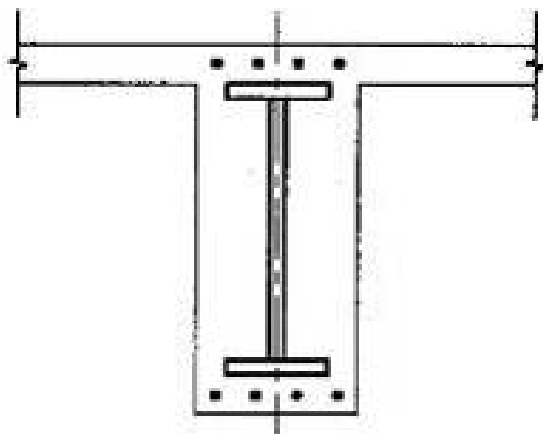


Рис. 58. Поперечное сечение железобетонной балки с жесткой арматурой из стальных профилей

#### 3.6.4. Железобетонные стены-диафрагмы с жесткой арматурой

Элементы жесткости высотных зданий в виде стен-диафрагм выполняются с жестким армированием из стальных профилей, размещаемых, как правило, в концевых участках поперечного сечения (рис. 3.19).

Такое расположение стальных профилей позволяет решать вопросы повышения прочности и расчетной предельной деформативности скрытых колонн каркаса здания. Достаточно широкому применению конструкций стен-диафрагм с краевым расположением жесткого армирования в смешанных конструктивных системах способствовало условие удобного и надежного конструктивного соединения между стальными балками и стенами-диафрагмами.

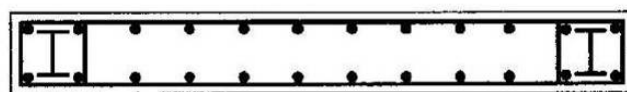


Рис. 59. Поперечное сечение железобетонной стены-диафрагмы или пилона с жесткой арматурой из стальных профилей

### 3.7. Особенности проектирования сейсмостойких зданий и сооружений с остовом из стального каркаса

Конструкции колонн многоэтажного каркасного остова рамного типа, выполненные из стальных элементов в сейсмических районах, проектируются из профилей замкнутого (коробчатого или круглого) поперечного сечения. Замкнутые профили классифицируются как равноустойчивые относительно главных осей инерции поперечного сечения колонны. Конструкции колонн рамно-связевых типов каркасов проектируются из стальных профилей двутаврового, крестового или замкнутого поперечных сечений. Конструкции ригелей стальных каркасов проектируются с применением прокатных или сварных двутав-

ров. С целью повышения устойчивости стенки двутавра поперечного сечения ригеля, наряду с устройством ребер жесткости, нашли распространение конструктивные решения выполнения гофрированной стенки.

Как и в железобетонных конструкциях, стыки колонн по высоте многоэтажных зданий устраивают в зоне действия наименьших изгибающих моментов, в соответствии с эпюрой изгибающих моментов в колонне, за пределами монтажных узлов элементов колонн.

В конструкциях стальных колонн рамных каркасов на уровне расположения стальных ригелей устанавливаются поперечные ребра жесткости. Для исключения концентрации напряжений, зоны развития пластических деформаций в элементах стальных конструкций выносятся за пределы сварных и болтовых соединений.

В тех случаях, когда в конструкциях стальных ригелей рам применяются сварные двутавры с плоской стенкой, для обеспечения требуемой устойчивости стенки, ее гибкость, определяемая по формуле  $h_w/t_w$  (где  $h_w$  и  $t_w$  - высота и толщина стенки соответственно) принимается не более 50. Свес поясов сечений ригелей принимается из условия непревышения значения, определяемого по формуле  $0,25t_f\sqrt{E/R_y}$ , где  $E$  и  $R_y$  – соответственно, модуль упругости и расчетное сопротивление стали;  $t_f$  - толщина пояса двутавра.

С целью снижения напряжений в соединениях и элементах сварных соединений, расположенных в зоне примыкания стальных конструкций ригелей к колоннам, конструирование и проектирование опорных сечений ригелей стальных каркасов многоэтажных зданий выполняют с учетом развития поперечных сечений за счет увеличения ширины полок или устройства вутов.

Требованиями п.п. 6.9.4 [40] допускается сопряжение стыков ригелей с колоннами выполнять с использованием высокопрочных болтов без увеличения опорных сечений конструкций ригелей.

В сейсмических районах для элементов стальных конструкций, работающих в упругопластической стадии, применяются малоуглеродистые и низколегированные стали с относительным удлинением не менее 20 %.

Проектирование одноэтажных производственных зданий (ОПЗ) с применением жестких стальных рам в поперечном направлении здания (цифровые координационно-разбивочные оси) и стальными вертикальными связями, устанавливаемыми между колоннами в продольном направлении здания (буквенные координационно-разбивочные оси), осуществляется из условия размещения конструкций вертикальных связей по каждому продольному ряду колонн здания.

С целью обеспечения пространственной жесткости и устойчивости покрытия и его элементов, предусматривается система связей между несущими конструкциями покрытия (фермами) в плоскости верхних и нижних поясов, а также в вертикальных плоскостях.

### 3.8. Проектирование крупнопанельных зданий в сейсмических районах

Для обеспечения требуемой надежности и пространственной жесткости многоэтажных зданий, возводимых из крупных панелей в сейсмических районах при восприятии сейсмических нагрузок, конструкции крупнопанельных зданий проектируются с продольными и поперечными стенами (сотовая структура), объединенными между собой перекрытиями и покрытиями в единую пространственную систему.

Результаты научно-теоретических исследований и накопленный практический опыт возведения и эксплуатации многоэтажных крупнопанельных зданий в сейсмических районах, позволил выработать основные принципы, условия, технологию и методы, которые используются при проектировании крупнопанельных зданий, включая:

- панели стен и перекрытий выполняются, размером на всю комнату;
- вертикальные и горизонтальные стыковые соединения панелей продольных и поперечных стен между собой и с панелями перекрытий (покрытий) осуществляются при помощи электросварки арматурных выпусков, закладных деталей или при помощи болтовых соединений, с последующим замоноличиванием вертикальных и горизонтальных монтажных стыков мелкозернистым бетоном класса не ниже В15 и не ниже класса бетона панелей. Все замоноличиваемые торцевые стыкуемые грани панелей стен и перекрытий (покрытий) выполняются с рифлеными (шпонки) или зубчатыми поверхностями. Глубину (высоту) шпонок и зубьев принимают не менее 4 см;
- опирание конструкций крупнопанельных перекрытий на наружные стены здания и стены у антисейсмических швов предусматривается с учетом охвата вертикальной арматуры стеновых панелей арматурой швов, приваренной к выпускам арматуры плит перекрытия.

По результатам расчетов и экспериментальных исследований с соответствующим обоснованием, допускается выполнять вертикальные стыковые соединения стен на закладных деталях, без устройства замоноличиваемых вертикальных колодцев и рифленых поверхностей граней панелей стен.

Армирование крупноразмерных стеновых панелей, применяемых в сейсмических районах, выполняют двухсторонним, с использованием пространственных арматурных каркасов или арматурных сеток.

Минимальная суммарная площадь вертикальной и горизонтальной арматуры, устанавливаемой у каждой плоскости панели, составляет не менее 0,05% от площади соответствующего сечения стены.

Для многослойных панелей в сейсмических районах, толщина внутреннего несущего слоя утепленной конструкции определяется по результатам расчета и принимается не менее 100 мм.

Все закладные детали, служащие для соединения панелей между собой, привариваются к рабочей арматуре крупнопанельных конструкций. В местах

пересечения стен размещается вертикальная арматура, непрерывная на всю высоту здания. По граням дверных и оконных проемов устанавливается вертикальная арматура, которая и при регулярном расположении проемов поэтажно стыкуется. Площадь поперечного сечения арматуры, устанавливаемой в стыках и по граням проемов, определяется по расчету и принимается не менее  $2 \text{ см}^2$ .

В конструкциях наружных стеновых панелей, в местах пересечения стен, должно размещаться не более 60% расчетного количества вертикальной арматуры. Остальная часть расчетного количества вертикальной арматуры 40% и более размещается в конструкциях внутренних стеновых панелей, на участке длиной не более 1 м от места пересечения стен (за исключением конструктивной арматуры). Такие конструктивные решения стыковых соединений крупных панелей позволяют обеспечивать восприятие расчетных усилий растяжения и сдвига.

Сечение металлических связей в стыках крупнопанельных элементов (горизонтальных и вертикальных) здания определяется расчетом, при этом их минимальное поперечное сечение принимается не менее  $1 \text{ см}^2$  на каждый один погонный метр монтажного шва.

Конструкции встроенных лоджий в крупнопанельных сейсмостойких зданиях выполняются длиной, равной расстоянию между соседними несущими стенами.

В конструкциях многоэтажных крупнопанельных зданий, размещаемых на площадках сейсмичностью 8 и 9 баллов, в плоскости наружных стен в местах размещения лоджий предусматривается устройство железобетонных рам.

При расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов для крупнопанельных зданий средней этажности высотой до пяти этажей выполняется устройство пристроенных лоджий с выносом за внешнюю грань наружной стеновой панели не более 1,5 м, при этом конструкции выносной лоджии конструктивно связывают с остовом основных стен при помощи металлических связей.

В качестве примера на рис. 60 приведены чертежи главного фасада, плана типового этажа и конструкции сейсмостойкой однослойной панели наружных стен 5-этажного сейсмостойкого крупнопанельного жилого дома по типовой серии 1-464АС, проектируемого и возводимого для расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов.



### **3.9. Сейсмостойкие здания с несущим остовом из монолитного железобетона**

Среди практикуемых к применению в сейсмических районах различных конструктивных остовов (каркасный, стеновой, с неполным каркасом) зданий и сооружений, выполняемых из современных прочных и негорючих строительных материалов и конструкций (каменной кладки, стальных конструкций, сборных бетонных и железобетонных конструктивных элементов, комбинированных конструкций), в настоящее время широкое распространение получили сейсмостойкие здания и сооружения с несущими стенами из монолитного железобетона. В соответствии п.п. 6.11.1 [40] к монолитным зданиям, помимо зданий, все стены и перекрытия которых выполняют из монолитного бетона, относятся также здания, наружные стены которых, а также отдельные участки внутренних стен и перекрытий монтируют из сборных элементов (сборно-монолитные). Как правило, сейсмостойкие здания и сооружения с конструкциями остовов, выполняемые из монолитного железобетона, проектируются в виде перекрестно-стеновой системы с несущими (в основном из тяжелого железобетона) или самонесущими наружными стенами. При этом не менее 80% поэтажной жесткости на каждом из этажей здания, кроме верхнего этажа, обеспечивают стены, диафрагмы, ядра жесткости и не более 20% колонны. Жесткость верхнего этажа здания или сооружения составляет не менее 50% жесткости нижележащего этажа. Получила распространение сейсмостойкая система монолитных зданий со ствольно-стеновой конструкцией остова с одним или несколькими стволами.

На строительных площадках сейсмичностью 8 и 9 баллов конструкции внутренних поперечных и продольных стен зданий проектируются без изломов (линейные) в плане в пределах каждой стены. Сейсмическими нормами регламентируется расстояние между несущими стенами в зданиях из монолитного железобетона, в связи с этим, максимальное расстояние между несущими стенами проектируется не более 7,2м.

При проектировании зданий с ненесущими наружными стенами, проектом предусматривается не менее двух внутренних продольных и поперечных стен. В связи с обязательными требованиями к сейсмостойким зданиям и сооружениям по соблюдению простых и симметричных геометрических форм в плане, при проектировании зданий с выступами, в виде исключения разрешается устраивать выступы для части наружных стен в плане, которые не превышают 6м для зданий с расчетной сейсмичностью 7 и 8 баллов и 3 м для зданий с расчетной сейсмичностью 9 баллов. Как отмечалось выше, в зданиях из монолитного железобетона конструкции перекрытия выполняются: монолитными, сборными; сборно-монолитными. Конструкции стен лоджий, выполняемые из монолитного железобетона, проектируются как продолжение несущих стен.

Расчет конструкций сейсмостойких зданий и сооружений выполняется с обязательной проверкой прочности горизонтальных и наклонных сечений глухих стен и простенков; вертикальных сопряжений стен; нормальных сечений в

опорных зонах перемычек; сечений по полосе между возможными наклонными трещинами; по наклонной трещине. Учитывая особенности работы несущих и самонесущих строительных конструкций и элементов остова зданий и сооружений, воспринимающих знакопеременные динамические сейсмические нагрузки, запроектированных из монолитного железобетона, проектом предусматривается: конструктивное армирование элементов по полю стен вертикальной и горизонтальной арматурой площадью сечения у каждой плоскости стены не менее 0,05% площади соответствующего сечения стены; дополнительного армирования в пересечениях стен, местах резкого изменения толщины стены; у граней проемов арматурой площадью сечения не менее 2 см<sup>2</sup>. Арматурные стержни конструктивного армирования объединяются в пространственные каркасы при помощи установки замкнутых хомутов, располагаемых с шагом не более 500 мм.

Армирование стен из монолитного железобетона выполняется при помощи установки пространственных каркасов, собираемых из плоских вертикальных каркасов и горизонтальных стержней или плоских горизонтальных каркасов. При применении пространственных каркасов, используемых для армирования поля стен, диаметр вертикальной арматуры принимается не менее 10 мм, а горизонтальной - не менее 8 мм. Проектный шаг горизонтальных стержней, объединяющих каркасы, назначается не более 400 мм. Конструкции широких простенков из монолитного железобетона армируются при помощи установки диагональных каркасов.

При бетонировании конструкций монолитных зданий (кроме колонн, если они присутствуют), арматурные работы по стыкованию стержней и арматурных каркасов осуществляются с соблюдением следующих условий:

- в зонах 7 и 8 баллов при диаметре стержней до 20 мм стыкование выполняется внахлестку без электросварки;
- в зонах сейсмичностью 9 баллов стыкование выполняется внахлестку без электросварки с «лапками» или с другими анкерными устройствами на концах арматурных стержней.

Независимо от сейсмичности площадки, при назначении диаметра арматурных стержней 20 мм и более, соединение стержней и каркасов выполняется при помощи электросварки или при помощи специальных механических соединений (опрессованных и резьбовых муфт).

В монолитных железобетонных конструкциях стен перемычки над проемами армируются с использованием пространственных арматурных каркасов с заведением их арматуры за грань проема в соответствии с требованиями действующих нормативных документов на бетонные и железобетонные конструкции [53], с учетом дополнительных требований [40], но не менее чем на 500 мм в каждую сторону от края проёма. Конструкции перемычек, имеющие большую высоту, армируются диагональными каркасами. Шаг поперечных стержней пространственных каркасов перемычек принимается не более 10*d* (*d*-диаметр продольных стержней) и не более 150 мм. Диаметр поперечных стержней принимается не менее 8 мм. Вертикальные стыковые соединения стен армируются



горизонтальными арматурными стержнями, площадь которых определяется, расчетом, и независимо от результатов расчета, принимаются не менее  $0,5 \text{ см}^2$  на каждый один погонный метр шва в зданиях до пяти этажей на территориях с расчетной сейсмичностью 7 и 8 баллов и не менее  $1 \text{ см}^2$  на каждый один погонный метр шва в остальных случаях.

### 3.10. Объемно-блочные и панельно-блочные здания в сейсмических районах

В сейсмических районах, имеющих развитую производственно-технологическую инфраструктуру с заводами по производству разнообразных железобетонных изделий, возведение сейсмостойких зданий и сооружений осуществляется с использованием объемно-блочных и панельно-блочных зданий, выполняемых из цельноформованных или сборных объемных блоков и панелей. Отдельные конструктивные схемы объемно-блочных зданий приведены на рис. 61. Объемно-блочные системы используют, в основном, для жилых домов «чисто» блочных (рис. 61а), а панельно-блочные (рис. 61б) – для зданий общественного назначения, в которых требуются большие безопасные площади, и реже - для жилых домов. Каркасно-блочные (рис. 61в) и блочно-ствольные (рис. 61г) системы используются для уникальных жилых домов и общественных зданий, имеющих большую этажность, а также для зданий санитарно-курортного назначения.

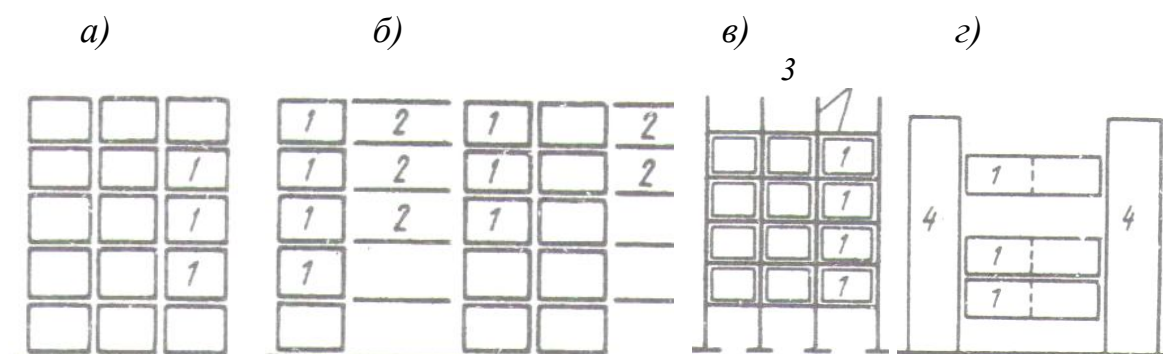


Рис. 61. Конструктивные схемы зданий с применением объемных блоков:  
а - «чисто» блочная; б - панельно-блочная; в - каркасно-блочная; г - блочно-ствольная;  
1 – объемные блоки; 2 – панели перекрытия; 3 – каркас; 4 – ядра жесткости (стволы)

В зависимости от проектного положения объемных блоков в столбе, различают конструктивные системы плоские и со сдвигками. Варианты схем зданий из объемных блоков в столбе приведены на рис. 62. Сдвигка блоков может быть по продольным и поперечным осям в горизонтальной плоскости (рис. 62б, в), а также с образованием консольных выступающих или западающих за плоскость фасада объемных блоков (рис. 62 г).

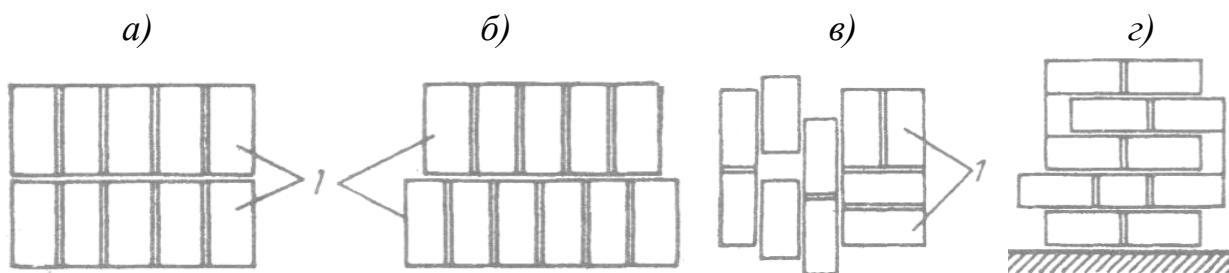


Рис. 62. Схемы зданий из объемных блоков в столбе:  
*а* – плоская в плане; *б* – со сдвижкой в плане по продольной оси; *в* – со сдвижкой в плане по двум осям; *г* – со сдвижкой по вертикали; 1 – объемные блоки

Объемные блоки, применяемые в жилищном строительстве, по своим типологическим признакам подразделяются на блоки с функциями, включая: жилые комнаты; санитарно-кухонные; смешанные, представляющие собой промежуточный тип блока (могут содержать в своем составе кухню или жилую комнату, санитарный узел и часть коридора); блок лестницы; вспомогательные, например блоки шахт лифтов, коммуникаций; блоки лоджий и т.д. (рис. 63).

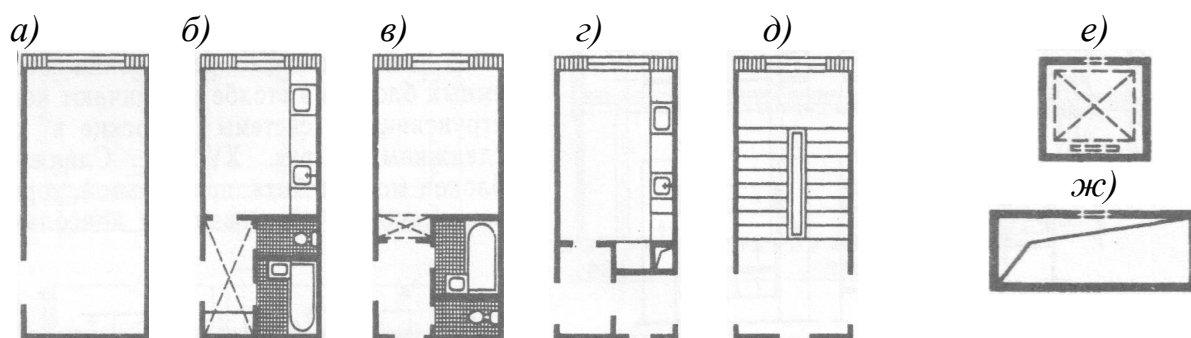


Рис. 63. Типы объемных блоков в зависимости от назначения:  
*а* – жилая комната; *б* – санитарно-кухонный блок; *в, г* – блоки смешанного назначения; *д* – блок-лестница; *е, ж* – вспомогательные блоки (шахты лифтов, шахты коммуникаций, блоки лоджий и т.д.)

В зависимости от геометрических размеров, объемные блоки подразделяют на блоки размером на одну комнату и блоки размером на группу помещений (рис. 64*а, б, в*). В зависимости от геометрической формы, конструкции объемных блоков подразделяют на прямоугольные, косоугольные и криволинейные (рис. 64*г, д, е, к*). Кроме того, объемные блоки различают по применяемым материалам, степени заводской готовности, характеру восприятия нагрузок. По признаку восприятия нагрузок объемные блоки подразделяют на несущие, воспринимающие нагрузку (постоянную, временную, особую) от вышележащих конструкций и передающие ее на нижележащие блоки или другие опорные конструкции, и ненесущие (самонесущие), которые воспринимают только собственную массу и полезные нагрузки на объемный блок. Несущие объемные блоки являются основой блочной и блочно-панельной конструктивных систем

здания, а несущие – основным элементом заполнения блочных систем с несущим остовом.

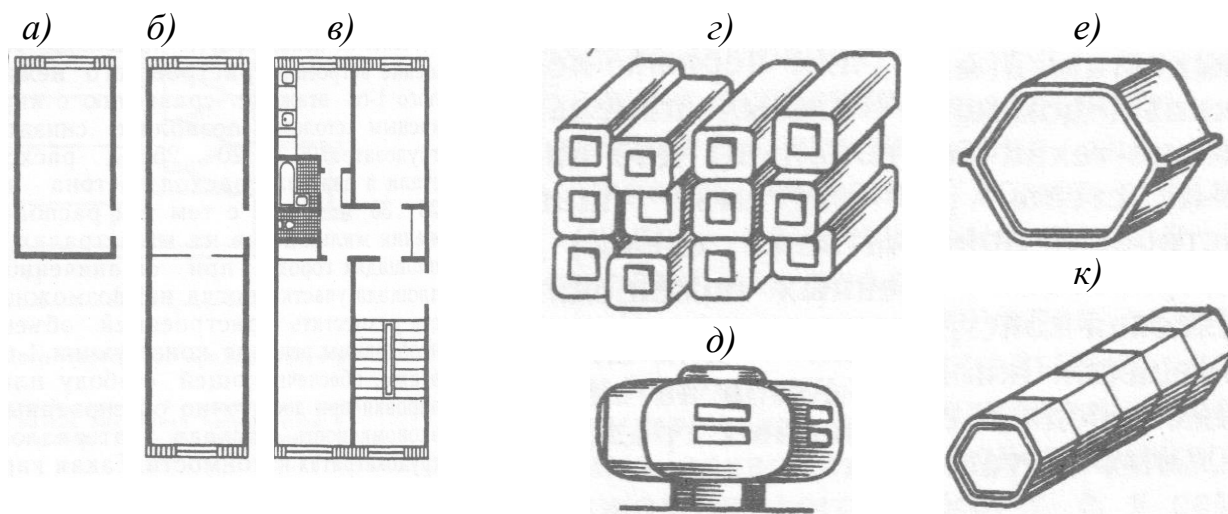


Рис. 64. Типы объемных блоков в зависимости размеров в плане и по форме:  
а – на комнату; б – на группу помещений; в – на квартиру (включая лестницу); г – прямоугольные; д – криволинейные; е, к – косоугольные

По условиям изготовления железобетонные объемные блоки классифицируются на блоки типа «колпак», «стакан», «лежащий стакан». Типы объемных блоков в зависимости от способов их изготовления и условий опирания конструктивных элементов приведены на рис. 65.

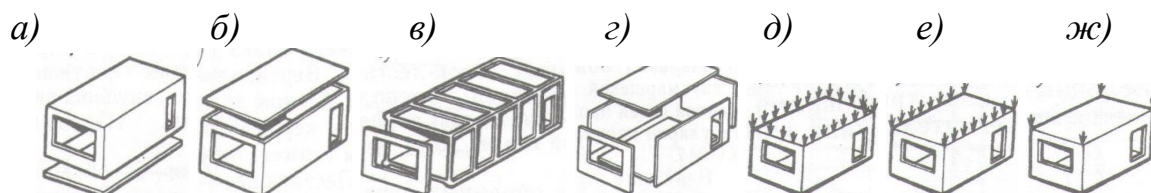


Рис. 65. Типы объемных блоков в зависимости от способов изготовления и условий опирания конструктивных элементов:

а – «колпак»; б – «стакан»; в – «лежащий стакан», где а, б, в – изготовлены из монолитного железобетона; г – объемный блок выполненный из сборных железобетонных элементов; д – схема передачи нагрузок на объемный блок по периметру; е – то же, по двум длинным сторонам; ж – то же, по четырем углам

Лестничные клетки в объемно-блочных зданиях изготавливают из монолитного, сборного и сборно-монолитного железобетона. Конструкции лестниц формируются из специальных объемных блок-лестниц с двухмаршевой лестницей, расположенной своей продольной осью перпендикулярно к наружной стене дома. Конструктивные системы объемных блоков лестничных клеток приведены на рис. 66.



Рис. 66. Объемные блоки лестничных клеток:

а—цельноформованная блок-лестница; б—блок-лестница из двух пространственных блоков и отдельно монтируемых лестничных маршей; в—то же, из двух маршей и двух объемных элементов; г—блок-лестница,

собираемая из отдельных элементов; д—блок-лестница, состоящая из монолитного четырехстенка с заполнением; е—элементы маршей с двумя полуплощадками; ж—то же, из отдельных площадок и маршей

Конструкции объемно-блочных и панельно-блочных зданий и сооружений изготавливаются из тяжелого или легкого бетона класса не менее В15. В таких зданиях отдельные плоскостные железобетонные элементы объединены в единую пространственную систему, эффективно воспринимающую сейсмические воздействия в разных направлениях. Объединение объемных блоков в единую пространственную систему, формирующую здание, осуществляется следующими способами:

- при помощи электросварки закладных деталей или арматурных выпусков из конструкций стен и перекрытий объемных блоков;
- устройством монолитных бетонных или железобетонных шпонок в вертикальных полостях между стенами объемных блоков;
- устройством горизонтальных обвязочных балок в уровнях междуэтажных перекрытий и покрытия;
- замоноличиванием стыков по вертикальным и горизонтальным швам мелкозернистым бетоном с пониженной усадкой;
- обжатию столбов объемных блоков вертикальной арматурой, напрягаемой в построечных условиях.

Для восприятия сейсмических нагрузок в конструкциях объемно-блочных зданий, при необходимости применяется «скрытый» монолитный железобетонный каркас и диафрагмы жесткости, которые располагаются в вертикальных полостях между объемными блоками. Железобетонная конструкция плиты междуэтажного перекрытия (потолка) по системе объемных блоков «колпак» изготавливается плоской со вспарушенностью (строительным подъемом) в сере-

дине не менее 20 мм. Минимальная толщина таких плит перекрытий на опорах и в середине принимается по расчету, но не менее 50 мм (в среднем). С целью создания прочных и экономичных конструктивных элементов заводского изготовления, конструкции плиты пола и стены объемных блоков устраиваются часторебристыми или гладкими однослойными или многослойными. Толщина плоских однослойных стен и несущих слоев многослойных стен изготавливается не менее 100 мм. Толщина полок ребристых стен проектируется не менее 50 мм, а высота ребер, включая толщину полок, изготавливается не менее 100 мм.

Армирование конструктивных элементов объемных блоков выполняется с двухсторонним размещением арматуры в поперечном сечении железобетонных элементов. Для этого изготавливаются и используются пространственные каркасы, сварные сетки и отдельные стержни, объединенные в единый арматурный пространственный блок. В обоснованных случаях допускается выполнение армирования плоских стен с одинарным расположением арматуры в средней части поперечного сечения с использованием плоской сварной сетки. Площадь вертикальной и горизонтальной арматуры, устанавливаемой у каждой плоскости панели для арматуры каждого вида, должна составлять не менее 0,05 % площади соответствующего сечения плиты. Объемные блоки с одинарным армированием трех плоских стен применяются в случаях, когда проектируются: здания со скрытым монолитным каркасом независимо от этажности; здания других типов - высотой не более пяти этажей при расчетной сейсмичности 7, 8 баллов и не более трех этажей - при сейсмичности 9 баллов.

При проектировании многоэтажных зданий в сейсмических районах с использованием объемных блоков, их поэтажное опирание выполняется, как правило, по всей длине несущих стен. На строительных площадках с расчетной сейсмичностью 7 и 8 баллов в зданиях до пяти этажей и до трех этажей при 9 баллах допускается поэтажное опирание объемных блоков друг на друга только по углам. При этом длина зоны опирания должна быть не менее 300 мм в каждую сторону от угла объемного блока. В зданиях, возводимых из объемных блоков, имеющих более двух этажей, предусматривается, как правило, не менее одной внутренней стены. В наружных стенах допускается применение объемных блоков различных типоразмеров, которые могут быть выступающими или западающими на длину до 1,5 м. Предельный выступ части наружных стен здания из объемных блоков в плане проектируется не более 6,0 м. Конструктивные решения вертикальных и горизонтальных связей между объемными блоками должны обеспечивать восприятие расчетных усилий. Требуемое поперечное сечение металлических связей определяется расчетом, и независимо от результатов расчета принимается не менее: вертикальных -  $30 \text{ мм}^2$  на 1 погонный метр горизонтального шва между смежными по высоте блоками при сейсмичности 7 и 8 баллов и 50 - при сейсмичности 9 баллов; горизонтальных -  $150 \text{ мм}^2$  на 1 погонный метр горизонтального шва между смежными в плане блоками. При этом связи между смежными блоками допускается выполнять сосредоточенными по углам блоков. При выполнении расчетов горизонтальных и вертикальных связей трение в горизонтальных стыковых соединениях не учитывается.



Геометрические размеры поперечного сечения элементов «скрытого» монолитного каркаса (колонн и ригелей) определяются расчетом, они независимо от результатов расчета принимаются не менее 160×200 мм. Колонны и ригели армируются с использованием пространственных каркасов. Колонны «скрытого» каркаса проектируются из условия применения в качестве продольной арматуры арматурные стержни диаметром не менее 4d12 класса А400, ригели - 4d10 при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов и не менее 4d12 при сейсмичности 9 баллов. Проектный класс бетона железобетонных конструкций с использованием элементов «скрытого» каркаса принимается не ниже В15.

Минимальная толщина конструкций диафрагм жесткости, выполняемых из монолитного железобетона, располагаемых в полостях между блоками, проектируется не менее 100 мм. Конструкции монолитных диафрагм жесткости армируются одинарными сетками, располагаемыми в срединной части поперечного сечения железобетонного элемента. Требуемая сейсмостойкость при проектировании зданий из объемных блоков обеспечивается за счет конструктивных решений диафрагм жесткости и элементов «скрытого» каркаса, позволяющих включить в совместную работу элементов жесткости и конструкции объемных блоков.

Проектирование и возведение сейсмостойких зданий и сооружений с использованием системы железобетонных конструкций панельно-блочного типа осуществляется с учетом особенностей включающих: панели стен и перекрытий предусматриваются размером на всю комнату; соединение панелей стен и перекрытий между собой и с блоками выполняется путем электросварки выпусков арматуры, анкерных стержней или закладных деталей с последующим замоноличиванием вертикальных колодцев и участков стыков по горизонтальным швам мелкозернистым бетоном с пониженной усадкой; в местах монтажных узлов опирания перекрытий на наружные стены и стены у температурных швов выпуски арматуры из панелей перекрытий с вертикальной арматурой стеновых панелей предусматриваются электросварные соединения.

### **3.11. Здания со стенами из крупных блоков в сейсмических районах**

Сейсмостойкое строительство зданий и сооружений со стеновым остовом в ряде регионов с развитой инфраструктурой домостроительных комбинатов осуществляется с использованием в качестве материалов для наружных и внутренних конструкций стен крупных блоков, изготовленных в заводских условиях. В качестве строительных материалов и изделий для изготовления конструкций крупных стеновых блоков используются: тяжелые и легкие бетоны; кладка из кирпича или других штучных материалов на цементно-песчаном растворе с применением вибрирования в формах на вибростоле. При этом требуемое значение нормального сцепления кирпича (камня) с раствором в блоках определяется расчетом, но должно быть не менее 120 кПа.

Габаритные размеры крупных стеновых блоков для строительства малоэтажных и многоэтажных зданий определяются региональным каталогом уни-

фицированных изделий, утвержденных для данного региона. Каталог определяет систему разрезки наружных стен на крупные блоки (рис. 67).

Сейсмостойкие конструкции стен из крупных блоков классифицируются на стены двухрядной и многорядной разрезки, с учетом особенностей их работы при землетрясениях, включая:

а) двухрядной и многорядной разрезки, в которых усилия в швах воспринимаются силами трения и шпонками. Число надземных этажей в таких зданиях не должно превышать трех на площадках сейсмичностью 7 баллов и одного на площадках сейсмичностью 8 баллов;

б) двухрядной или трехрядной разрезки, в которых соединение блоков между собой выполняется с помощью электросварки закладных деталей или арматурных выпусков;

в) многорядной разрезки, в которых требуемая сейсмостойкость обеспечивается за счет усиления остова здания при помощи вертикальных железобетонных включений.

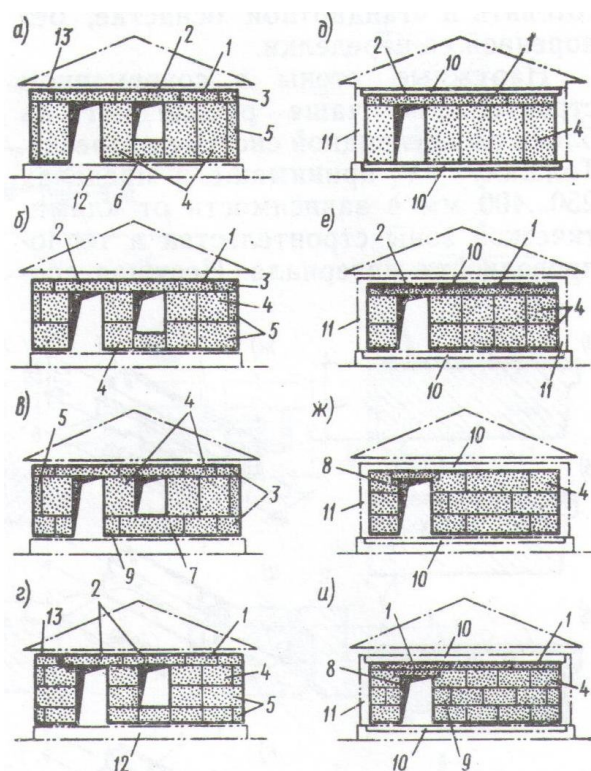


Рис. 67. Схемы разрезки стен одноэтажных жилых зданий на крупные стеновые блоки:

а...г – наружные стены из крупных блоков; д...и – внутренние стены из крупных блоков, в том числе: а – д – двухрядная разрезка по высоте здания; б – е – трехрядная; в – ж – трехрядная ленточная; г – и – четырехрядная; 1 – поясной рядовой блок; 2 – перемычный наружный; 3 – поясной угловой; 4 – простеночный рядовой; 5 – простеночный угловой; 6 – подоконный; 7 – поясной нижний; 8 – перемычный внутренний; 9 – доборный простеночный; 10 – перекрытие; 11 – наружная стена; 12 – цоколь; 13 – карниз

Наружные стены в современном строительстве чаще расчленяются на крупные блоки по двухрядной системе разрезки. Толщина их принимается в пределах 250...400 мм в зависимости от климатической зоны строительства и теплопроводности материалов. Система разрезки наружных стен предусматривает обязательную перевязку монтажных швов между сборными элементами поясных и простеночных рядов. Крупные блоки наружных стен могут быть однослойными или многослойными. Наиболее распространенные типы конструкций стен из крупных блоков приведены на рис. 68.

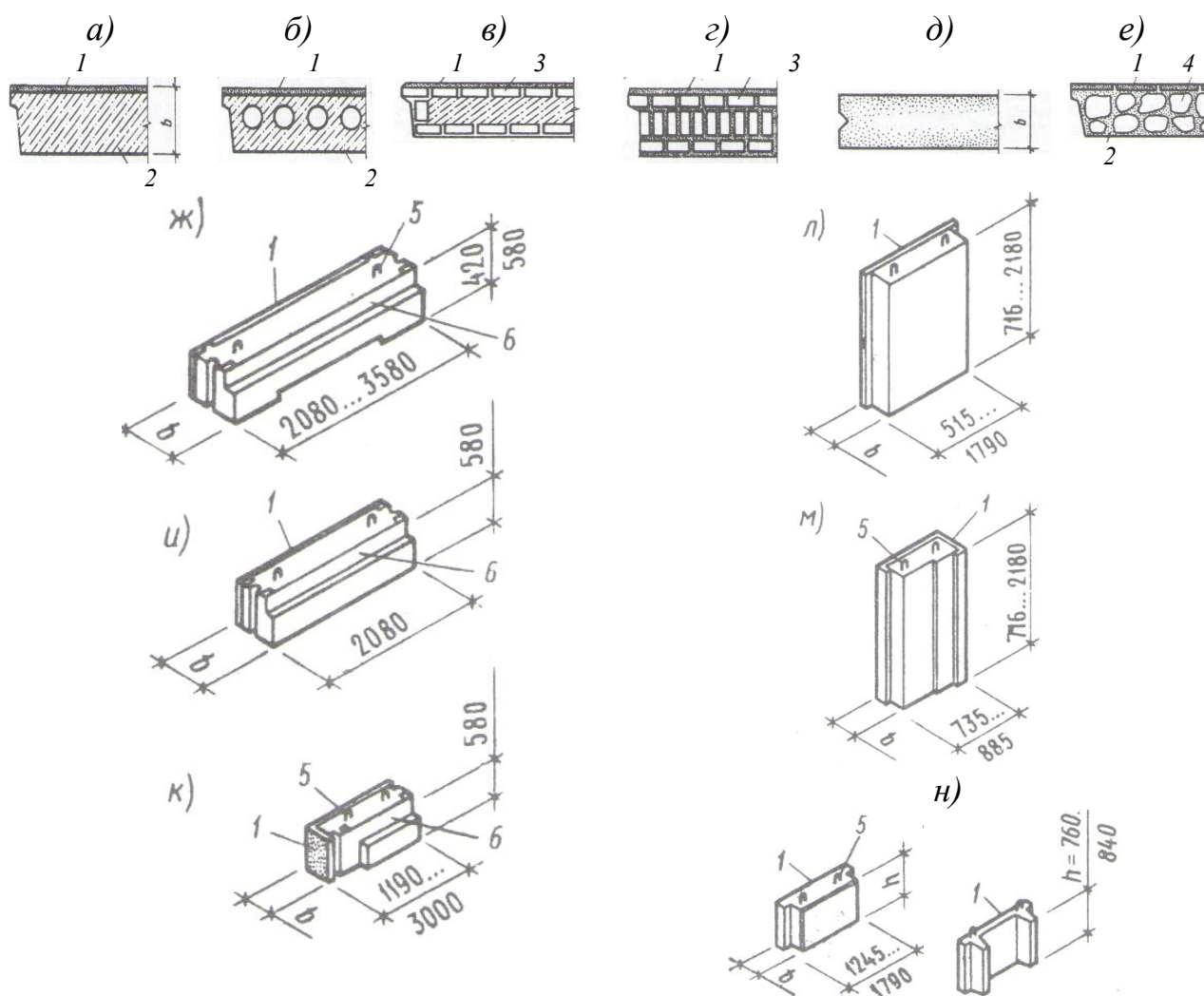


Рис. 68. Конструкции крупных блоков для наружных стен зданий и сооружений:  
 а... е - конструкции крупных блоков; ж... и - габаритные схемы, в том числе: а - сплошной лег-  
 кобетонный; б - с пустотами; в - кирпичный с легкобетонным вкладышем; г - из эффективно-  
 го кирпича; д - из природного камня или арболита; е - из природного камня на легкобетонной  
 связке; ж - перемычный крупный стеновой блок; и - поясной (рядовой); к - поясной угло-  
 вой; л - простеночный рядовой; м - простеночный угловой; н - подоконные блоки; 1 -  
 фасадная сторона (фактурный слой); 2 - легкий бетон; 3 - кирпич; 4 - природный камень ма-  
 лой плотности ( $\rho < 1600 \text{ кг/м}^3$  или удельным весом  $\gamma < 16,00 \text{ кН/м}^3$ ); 5 - монтажная петля; 6 -  
 полка для опоры элементов перекрытия

Конструкции крупных стеновых блоков армируются пространственными каркасами. При этом вертикальную арматуру в блоках устанавливают по расче-  
 ту, но не менее  $2d8$  класса А240 по каждой боковой грани. Неармированные  
 блоки могут применяться на площадках сейсмичностью 7 баллов в зданиях вы-  
 сотой до трех этажей, на площадках сейсмичностью 8 баллов в одноэтажных  
 зданиях. Из условия включения в совместную работу всех отдельных стеновых  
 блоков (как для наружных, так и для внутренних стен) для возведения сейсмо-  
 стойких зданий применяются только блоки с пазами или четвертями на торце-  
 вых вертикальных гранях. Блоки соединяются между собой сваркой закладных  
 деталей или выпусков арматуры. Вертикальная арматура по торцам простеноч-



ных блоков, в том числе на глухих участках стен, соединяется с выпусками арматуры из фундамента, вертикальной арматурой вышележащих и нижележащих простеночных блоков, в том числе блоков смежных этажей и анкеруются в антисейсмическом поясе перекрытия верхнего этажа. В крупноблочных зданиях антисейсмические пояса выполняются из монолитного железобетона или сборно-монолитными из армированных блоков-перемычек. Блоки-перемычки соединяются между собой в двух уровнях по высоте путем сварки выпусков арматуры или закладных деталей с последующим замоноличиванием мест соединений (рис. 69).

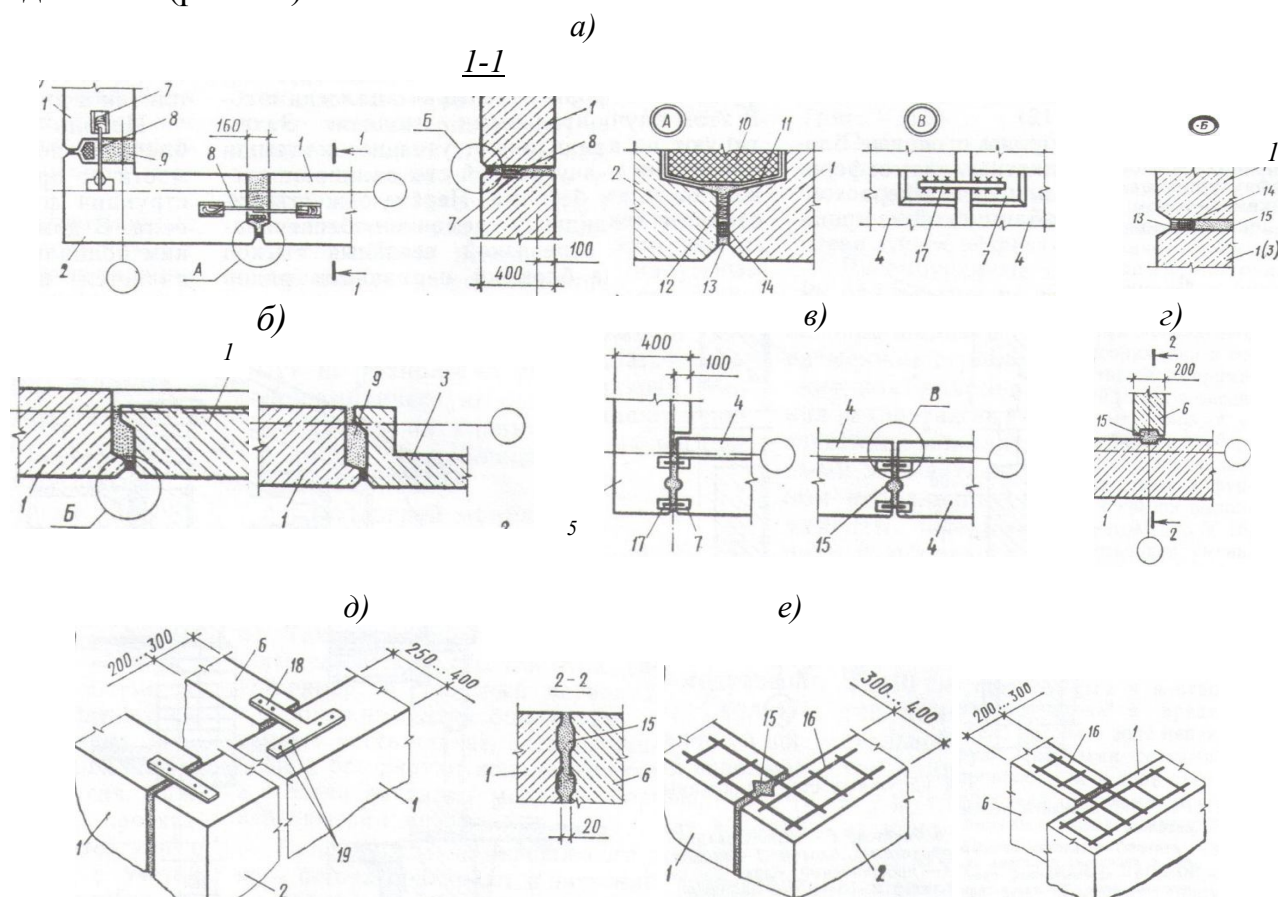


Рис. 69. Узлы сопряжений крупных стеновых блоков наружных стен:

*а* – сопряжения простеночных блоков; *б* – то же, с подоконными; *в* – сопряжения поясных блоков; *г* – сопряжение наружной стены с внутренней; *д* – сопряжение блоков из арболита; *е* – то же, из природного камня; 1 – простеночный рядовой блок; 2 – то же, угловой; 3 – подоконный блок; 4 – поясной рядовой; 5 – поясной угловой; 6 – блок внутренней стены; 7 – закладная деталь; 8 – стальной анкер; 9 – легкий бетон; 10 – утепляющий вкладыш; 11 – два слоя рубероида; 12 – конопатка; 13 – чеканка цементно-песчаным раствором; 14 – герметик; 15 – цементно-песчаный раствор; 16 – арматурная сетка СГ-1; 17 – стальная накладная деталь; 18 – анкер для полосовой стали; 19 – гвозди

При применении в качестве междуэтажных перекрытий и покрытия плит из сборного железобетона, в уровне перекрытий и покрытий, по всем стенам выполняются антисейсмические пояса из монолитного железобетона, объеди-

няющие выпуски арматуры из торцов плит перекрытий и выпуски из поясных блоков. Ширина пояса принимается не менее 90 мм, высота должна соответствовать толщине плит перекрытий, а класс бетона принимается не ниже В12,5. При подборе арматуры антисейсмических поясов допускается учитывать продольную арматуру поясных блоков. Конструктивная связь между продольными и поперечными стенами зданий обеспечивается при помощи тщательного бетонирования вертикальных пазов, примыкающих друг к другу стеновых блоков с укладкой арматурных сеток в каждом горизонтальном растворном шве и связи с антисейсмическими поясами. Стержни вертикальной арматуры устанавливаются на всю высоту здания в углах, местах изломов стен в плане и сопряжений наружных стен с внутренними, в обрамлении проемов во внутренних стенах, по длине глухих стен не более чем через 3 м, по длине наружных стен - в обрамлении простенков. При непрерывном вертикальном армировании продольная арматура пропускается через отверстия в поясных блоках и стыкуется сваркой. В местах установки вертикальной арматуры пазы в блоках заделываются товарным пластичным бетоном на мелком щебне класса не менее В15 с тщательным вибрированием. С целью повышения сейсмостойкости зданий, возводимых из крупных стеновых блоков, в местах пересечения и по свободным торцевым граням стен, устраивают вертикальные железобетонные включения. В сейсмических районах часто возводятся сейсмостойкие здания в сочетании элементов сборного железобетонного каркаса с крупными блоками - каркасно-блочные (рис.70).

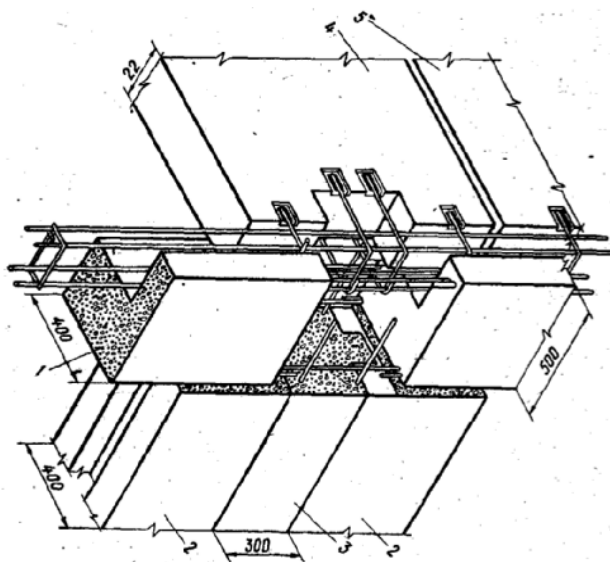


Рис. 70. Аксонометрический узел сопряжения элементов сейсмостойкого сборного железобетонного каркаса с крупными блоками каркасно-блочного здания: 1-перемычный блок; 2-простеночный блок; 3-железобетонная колонна; 4-сборная железобетонная межколонная панель перекрытия; 5-сборная железобетонная многопустотная рядовая панель перекрытия

### 3.12.Здания со стенами из кирпича или каменной кладки в сейсмических районах

При возведении сейсмостойких зданий и сооружений со стеновым остовом, выполняемым с применением каменной кладки из мелкоштучных элементов, используются керамические кирпичи и камни, бетонные блоки, природные камни правильной формы и мелкие блоки. Несущие каменные стены возводят-

ся из кладки камней правильной геометрической формы на кладочных растворах с добавлением специальных добавок, которые позволяют повышать сцепление кладочного раствора с поверхностью кирпича или камня, с обязательным заполнением всех вертикальных швов раствором. Кирпичная кладка несущих стен без заполнения вертикальных швов раствором и без железобетонных обойм или включений допускается только при применении керамических камней с пазогребневым соединением между отдельными камнями на площадках с расчетной сейсмичностью 7 баллов и менее. Возведение несущих стен зданий из кладки на растворах с пластификаторами без применения специальных добавок, повышающих прочность сцепления раствора с кирпичом или камнем производится только при расчетной сейсмичности 7 баллов.

При отрицательной температуре воздуха выполнение кладки несущих, самонесущих стен, заполнение каркаса и перегородок, в том числе усиленных армированием или железобетонными включениями, из кирпича (камня, блоков) при возведении зданий на площадках сейсмичностью 9 и более баллов - запрещается. Только при выполнении зимней кладки с обязательным включением в раствор добавок, обеспечивающих твердение раствора при отрицательных температурах, для условий с расчетной сейсмичностью 8 баллов и менее допускается возведение конструкций стенового остова. В соответствии с пп. 6.14.2 [40] допускается ведение кладки в сейсмических районах при отрицательной температуре воздуха из подогретого до положительной температуры кирпича (камня, блока) на растворах без противоморозных добавок с дальнейшим укрыванием и выдержкой при положительной температуре до набора прочности раствором не менее 20 % проектной прочности.

Расчет каменных конструкций проводится на одновременное действие горизонтально и вертикально направленных сейсмических сил. Численное значение вертикальной составляющей сейсмической нагрузки при расчетной сейсмичности 7 - 8 баллов принимается 15 % (расчетная нагрузка умножается на коэффициент  $\gamma_f=1,15$ ), а при сейсмичности 9 баллов - 30 % ( $\gamma_f=1,30$ ) соответствующей вертикальной статической нагрузки. При расчете вектор направления действия вертикальной сейсмической нагрузки (вверх или вниз) принимается тот, при котором формируется наиболее невыгодное напряженное состояние для рассматриваемого элемента.

При возведении сейсмостойких зданий и сооружений с кирпичным остовом из стен, выполняемых из мелкоштучных каменных материалов, в качестве кладки несущих и самонесущих конструкций стен или заполнения, участвующего в работе каркаса, применяются изделия и материалы, включая:

а) полнотелый и пустотелый кирпич, керамические камни марки не ниже М125 при сейсмичности площадки строительства 8 и 9 баллов, и марки не ниже М100 при сейсмичности 7 баллов. При этом изделия с пустотами должны иметь: диаметр вертикальных цилиндрических пустот и размер стороны квадратных пустот не более 20 мм; ширину щелевых пустот не более 16 мм, а пустотность материала кладки без железобетонных включений или обойм (рубашек) не должна превышать 25 %;

б) камни и блоки правильной формы из ракушечников, известняков марки не менее 35 или туфов (кроме фельзитового) марки 50 и выше;

в) для несущих стен применяются бетонные камни, сплошные и пустотелые блоки из легкого и ячеистого бетонов классов по прочности на сжатие не ниже В3,5, марок по средней плотности не ниже D600; для самонесущих стен - классов по прочности на сжатие не ниже В2,5, марок по плотности не ниже D500.

При возведении конструкций самонесущих перегородок и ненесущих каменных стен могут применяться кирпичи и керамические камни марки не ниже М75 без ограничения размеров и пустот, а также гипсовые пазогребневые плиты. Кирпичная кладка стен выполняется на смешанных цементно-песчаных растворах марки не ниже М25 в летних условиях и не ниже М50 - в зимних условиях или на специальных клеях. Возведение стен из кладки блоков выполняют с применением растворов марки не ниже М50 и специальные клеи.

В зависимости от сопротивляемости сейсмическим воздействиям, каменные кладки подразделяются на категории. Категория кирпичной или каменной кладки, выполненной из материалов, отмеченных в п.п. а, б, в выше по тексту или предусмотренных п.п. 6.14.4 [40] определяется и оценивается временным сопротивлением осевому растяжению  $R_t^u$  по неперевязанным швам (нормальное сцепление), значение которого находится в пределах соответственно:  $R_t^u \geq 180 \text{ кПа}$  - для кладки категории I;  $180 \text{ кПа} \geq R_t^u \geq 120 \text{ кПа}$  - для кладки категории II. При необходимости повышения временного сопротивления осевому растяжению по неперевязанным швам (нормальное сцепление)  $R_t^u$  применяются кладочные растворы со специальными добавками. В каждом проекте на здания и сооружения, стены которого запроектированы из кладки мелкоштучных каменных материалов на кладочном растворе, указывается требуемое значение  $R_t^u$ . Численное значение  $R_t^u$  в каждом конкретном случае при проектировании назначается в зависимости от результатов испытаний, проводимых в районе строительства. Применение кирпичной или каменной кладки не допускается в тех случаях, когда невозможно получить на площадке строительства (в том числе на растворах с добавками, повышающими прочность их сцепления с кирпичом или камнем) значения с условием  $R_t^u \geq 120 \text{ кПа}$ . Однако в соответствии с требованиями пп. 6.14.5 [40] при расчетной сейсмичности 7 баллов допускается применение кладки из натурального камня при условии, когда  $120 \text{ кПа} > R_t^u > 60 \text{ кПа}$ . Высота здания при этом назначается не более трех этажей, ширина простенков - не менее 0,9 м, ширина проемов - не более 2 м, а расстояния между осями стен - не более 12 м. Проектом производства каменных работ (ППКР) предусматриваются специальные мероприятия по уходу за твердеющим кладочным раствором каменной кладки. Эти специальные мероприятия призваны учитывать климатические особенности района строительства, которые позволяют обеспечивать получение необходимых прочностных показателей каменной кладки. Для полноценной оценки несущей способности сейсмостойкой каменной кладки на стадии расчета и проектирования производится проверка и назначаются значения расчетных сопротивлений кладки  $R_t$ ,  $R_{sq}$ ,  $R_{tw}$  по пере-

занным швам, которые должны соответствовать СП 15.13330 [41]. Расчетные сопротивления кладки  $R_t$ ,  $R_{sq}$ ,  $R_{tw}$  по непереязанным швам определяются по формулам (10) - (12) [40] в зависимости от значения  $R_t^u$ , полученного в результате испытаний, проводимых в районе строительства, соответственно:  $R_t = 0,45R_t^u$ ;  $R_{sq} = 0,7R_t^u$   $R_{tw} = 0,8R_t^u$ . Значения  $R_t$ ,  $R_{sq}$  и  $R_{tw}$  не должны превышать соответствующих значений по кирпичу или камню при разрушении кладки. При расчетной сейсмичности 7; 8 и 9 баллов, для зданий с несущими стенами из кирпичной или каменной кладки, не усиленной армированием или железобетонными включениями, нормируется ограничение высоты этажа, которая не должна превышать соответственно: для 7 баллов – 5 м; для 8 баллов – 4 м и для 9 баллов – 3,5 м. Вместе с тем для вариантов проектирования зданий с несущими стенами из кирпичной или каменной кладки с усилением кладки при помощи армирования или железобетонными включениями, высота этажа принимается равной, соответственно: для 7 баллов – 6 м; для 8 баллов – 5 м и для 9 баллов – 4,5 м. С целью обеспечения требуемой устойчивости конструкций кирпичных стен при землетрясении принимается условие, при котором отношение высоты этажа  $h_{эм}$  к толщине стены  $\delta_{см}$  назначается не более 12 ( $h_{эм}/\delta_{см} \leq 12$ ). Проектирование зданий с неполным каркасом при расчетной сейсмичности 7 - 8 баллов в качестве наружных каменных стен и внутренних железобетонных или металлических рам (стоек) применяются каменные и армокаменные конструкции стен с выполнением всех требований, установленных для сейсмостойких каменных зданий. При этом высота зданий с неполным каркасом при расчетной сейсмичности 7 - 8 баллов назначается не более 7 м ( $H_{зд} \leq 7м$ ). Ширина сейсмостойких зданий, возводимых в сейсмических районах из мелкоштучной каменной кладки, нормируется п.п. 6.14.9 [40], поэтому при проектировании широкофюзеляжных зданий с несущими стенами ширина (расстояние между разбивочными осями крайних продольных кирпичных стен) назначается не более 6,4 м. В случае невозможности соблюдения такого условия принимается решение при котором, кроме наружных продольных стен, расположенных на расстоянии более 6,4 м, проектируется еще не менее одной внутренней продольной стены. Месторасположение и количество поперечных стен сейсмостойких зданий и сооружений, возводимых из мелкоштучных каменных материалов, также нормируется СП 14.13330.2014 [40]. Предельно допустимые расчетные размеры и расстояния между осями поперечных стен или заменяющих их рам назначаются и проверяются расчетом и ограничиваются численными значениями приведенными в таблице 8 [40] или табл. 10.

Таблица 10 - Расстояния между осями поперечных стен или заменяющих их рам

| Расчетная сейсмичность, баллы | Расстояние между осями поперечных стен<br>или заменяющих их рам, м |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 7                             | 18                                                                 |
| 8                             | 15                                                                 |
| 9                             | 12                                                                 |

Для обеспечения равномерной распределенной жесткости, регламентируется соотношение протяженности рамных конструкций в сочетании со стенами. В связи с этим суммарная длина заменяющих стены рам принимается не более 25% суммарной длины внутренних стен того же направления. Не допускается устройство двух рядом расположенных заменяющих рам одного направления. В сейсмических районах для зданий, возводимых из мелких ячеисто-бетонных блоков, расстояние между стенами независимо от расчетной сейсмичности принимается не более 9 м. Геометрические размеры элементов стен каменных зданий определяются расчетом и окончательно принимаются и назначаются в соответствии с численными значениями, приведенными в таблице 9 [40] или табл. 11 настоящего издания.

Таблица 11 - Размеры элементов стен каменных зданий

| Элемент стены                                                                | Размер элемента стены, м, при расчетной сейсмичности, баллы |      |      | Примечание                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              | 7                                                           | 8    | 9    |                                                                                                                                                 |
| 1. Простенки шириной не менее, при кладке:                                   |                                                             |      |      | Ширину угловых простенков следует принимать на 25 см больше указанной. Простенки меньшей ширины необходимо усиливать железобетонным обрамлением |
| 1-й категории.....                                                           | 0,64                                                        | 0,9  | 1,16 |                                                                                                                                                 |
| 2-й категории.....                                                           | 0,77                                                        | 1,16 | 1,55 |                                                                                                                                                 |
| 2. Проемы шириной не более.....                                              | 3,5                                                         | 3    | 2,5  | Проемы большей ширины следует окаймлять железобетонной рамкой                                                                                   |
| 3. Отношение ширины простенка к ширине проема, не менее.....                 | 0,33                                                        | 0,5  | 0,75 | Вынос деревянных неоштукатуренных карнизов допускается до 1 м                                                                                   |
| 4. Выступ стен в плане не более...                                           | 2                                                           | 1    | -    | -                                                                                                                                               |
| 5. Вынос карнизов не более:                                                  |                                                             |      |      | -                                                                                                                                               |
| 5.1. Из материала стен.....                                                  | 0,2                                                         | 0,2  | 0,2  |                                                                                                                                                 |
| 5.2. Из железобетонных элементов, связанных с антисейсмическими поясами..... | 0,4                                                         | 0,4  | 0,4  |                                                                                                                                                 |
| 5.3. Из деревянных, оштукатуренных по металлической сетке.....               | 0,75                                                        | 0,75 | 0,75 |                                                                                                                                                 |

Сейсмостойкость конструкций междуэтажных перекрытий и покрытий запроектированных из сборных железобетонных многопустотных плит в зданиях со стенами из мелкоштучных каменных материалов, обеспечивается при помощи устройства системы горизонтальных жестких дисков. Для этого в каждом уровне междуэтажных перекрытий и покрытий устраиваются антисейсмические пояса по всем продольным и поперечным стенам, выполняемые из монолитного железобетона или сборные с замоноличиванием стыков и непрерывным армированием. Плиты перекрытий и покрытий, применяемые в сейсмических районах, имеют арматурные выпуски или закладные детали по торцам, а также шпоночные или рифленые боковые поверхности, позволяющие воспринимать усилия растяжения и сдвига, возникающие в швах. В отечественном проектировании сейсмостойких зданий разработаны и широко применяются



системно разработанные типовые решения по обеспечению требуемой сейсмостойкости конструкций перекрытий по типовой серии 2.240-5с. Конструктивные решения сопряжения сборных железобетонных многопустотных плит перекрытий с сейсмопоясами «Узлы многопустотных панелей перекрытий в кирпичных зданиях, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 2.140-5с», приведены в приложении 7 настоящего издания. Принципиальная схема формирования сейсмостойкого здания из кирпичной кладки с устройством горизонтального диска в уровне перекрытия и элементов упрочнения стен при помощи вертикальных сердечников в зоне проемов, приведена на рис. 71.

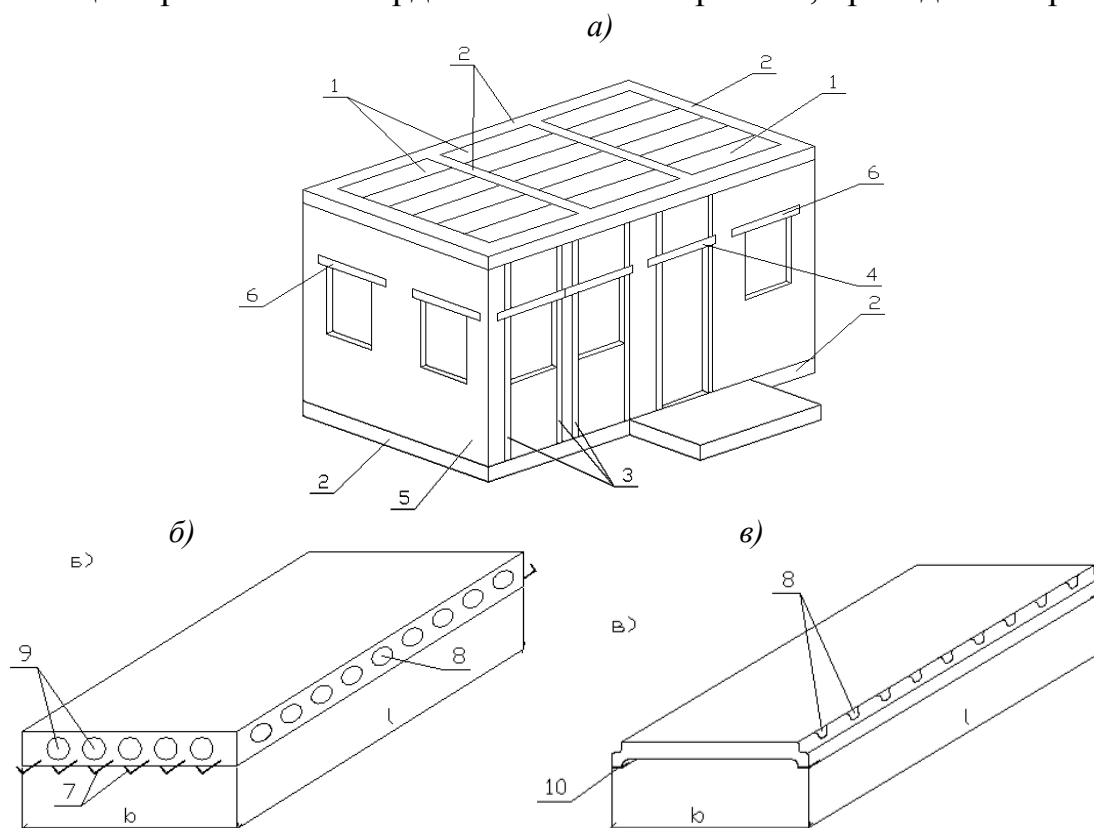


Рис. 71. Принципиальная схема формирования сейсмостойкого здания, возводимого из кирпичной кладки с устройством горизонтального жесткого диска с замоноличиванием сборных железобетонных плит перекрытий в сейсмопояса на уровне перекрытия и элементов упрочнения стен при помощи вертикальных сердечников в зоне проемов: *а* – схема с элементами замоноличивания и обеспечение жесткости перекрытий и здания в целом; *б* – аксонометрическая схема сборной ж/б многопустотной плиты перекрытия с арматурными выпусками в торцевых зонах; *в* – то же, ребристая плита перекрытия с закладными деталями в опорных точках ребер жесткости; *1* – сборные ж/б многопустотные плиты перекрытия; *2* – антисейсмические пояса замоноличивания по типовой серии 2.140-5с, вып.1; *3* – ж/б вертикальные сердечники (монолитные или сборные) в кладке стен по серии 2.130-6с, вып.1; *4* – ж/б перемычки (монолитные или сборные) по серии 2.130-6с, вып.1; *5* – каменные стены; *6* – сборные ж/б перемычки; *7* – арматурные выпуски из сборных ж/б плит для анкерования в монолитный ж/б сейсмопояс; *8* – шпонки на продольной боковой поверхности плиты; *9* – круглые продольные пустоты в плитах перекрытий; *10* – закладные детали для соединения с опорой



При строительстве кирпичных и каменных зданий, длина части панелей перекрытий (покрытий), опирающихся на несущие стены, кладка которых выполнена вручную, принимаются не менее 120 мм. Несколько меньшее значение опорной части, равное 90 мм, принимается при опирании плит на вибрированные в заводских условиях кирпичные панели и блоки. Узлы опирания многопустотных и ребристых плит перекрытий и покрытия на кирпичные стены приведены рис. 72.

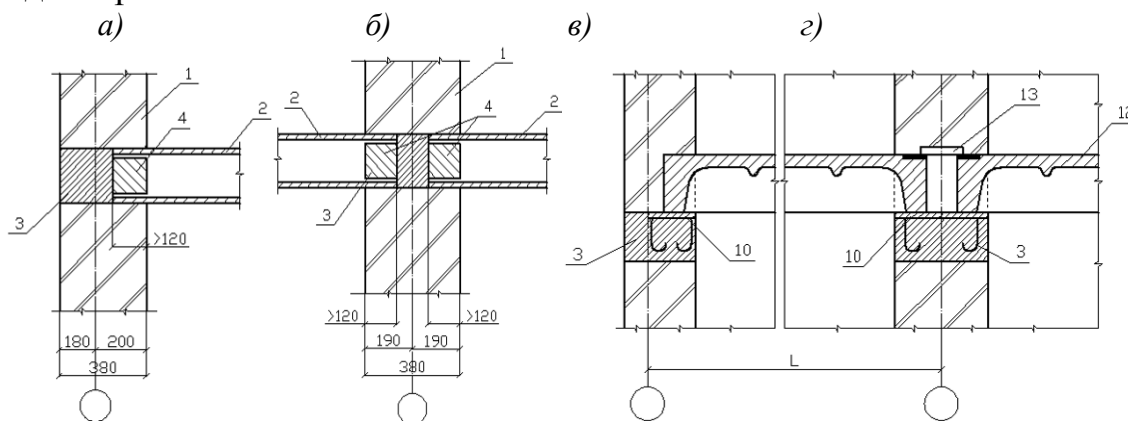


Рис. 72. Узлы опирания многопустотных и ребристых плит перекрытий и покрытия на кирпичные стены с устройством системы горизонтальных дисков жесткости при помощи устройства сейсмических поясов: а-опирание многопустотной плиты на крайнюю стену; б-то же, на среднюю стену; 1-кирпичная стена; 2-многопустотная железобетонная плита; 3-сейсмопояс по типовой серии 2.140-5с; 4-бетонный вкладыш в пустотах; в-опирание ребристой плиты на крайнюю стену; г-то же, на среднюю стену; 3-сейсмопояс по типовой серии 2.140-5с; 10-закладная деталь в теле сейсмопояса; 12-сборная железобетонная ребристая плита перекрытия; 13-накладная деталь, привариваемая к закладным деталям в плитах перекрытий

Антисейсмические пояса верхнего этажа конструктивно связываются с кирпичной кладкой вертикальными выпусками арматуры (приложение 7 настоящего издания). В зданиях с монолитными железобетонными перекрытиями, заделанными по контуру в стены, антисейсмические пояса в уровне этих перекрытий не устраивают. В соответствии с типовой серией 2.140-5с, антисейсмический пояс (с опорным участком перекрытия) для стен шириной 250 и 380 мм, устраивается на всю ширину стены, а в наружных стенах толщиной 510 мм и более ширина антисейсмического пояса может быть меньше на 100 - 150 мм ширины стены. Высота антисейсмического пояса проектируется и выполняется не менее 150 мм, а в соответствии с типовой серией 2.140-5с принимается равной высоте многопустотной плиты 220 – 250 мм. Класс бетона для антисейсмических поясов, выполняемых из монолитного железобетона, принимается не ниже В12,5.

Рабочая продольная арматура поясов устанавливается по расчету, но не менее 4d10 при расчетной сейсмичности 7 - 8 баллов и не менее 4d12 - при сейсмичности 9 баллов. Сейсмостойкая кирпичная кладка наружных и внутренних стен из мелкоштучных каменных элементов выполняется в соответст-

вии с требованиями, приведенными в типовой серии 2.130-6с «Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 2.130-6с» [76] или в приложении 8 настоящего издания. В связи с тем, что при сейсмических воздействиях в зонах углов и местах пересечений кирпичных стен зданий и сооружений происходит формирование и развитие концентрации максимальных напряжений, в сопряжениях стен в кладку укладываются арматурные сетки СГ-1 сечением продольной арматуры общей площадью не менее  $1 \text{ см}^2$ , длиной 1,5 м через каждые 700 мм по высоте при расчетной сейсмичности 7 - 8 баллов и через 500 мм по высоте стены при 9 баллах. Участки стен и столбы над чердачным перекрытием высотой более 400 мм дополнительно армируются или усиливаются при помощи монолитных железобетонных включений, заанкеренных в антисейсмический пояс. Над кирпичными стенами по верху парапета или завершения верхней кладки выполняется обвязочный железобетонный пояс, связанный с вертикальными железобетонными сердечниками. При проектировании кирпичных зданий с неполным каркасом, кирпичные столбы выполняются только при расчетной сейсмичности 7 баллов. При этом марка кладочного раствора принимается не ниже М50, а высота столбов - не более 4 м. Для обеспечения требуемой устойчивости кирпичных столбов, в двух перпендикулярных направлениях по цифровым и буквенным разбивочным осям, столбы связываются заанкеренными в стены балками-прогонами. Сейсмостойкость каменных стен здания повышается сетками из арматуры за счет создания комплексной конструкции при помощи предварительного напряжения конструкции кирпичной кладки или другими экспериментально обоснованными методами. Каменная кладка армируется специальными стальными сетками СГ-1, которая укладывается в горизонтальные кладочные швы, а также при помощи отдельных вертикальных стержней или каркасов, размещаемых в теле кладки или в штукатурных слоях. Вертикальная арматура проектируется сплошной, без стыков (непрерывной) и соединяется с антисейсмическими поясами. Соединение арматуры внахлест без сварки не допускается. Размещаемая в штукатурных слоях вертикальная арматура, связывается с каменной кладкой при помощи хомутов, располагаемых в горизонтальных кладочных швах кладки. В конструкциях комплексной кирпичной кладки с вертикальными железобетонными элементами (сердечниками и обрамлениями проемов) предусматривается обязательное жесткое соединение сердечников и вертикальных обрамлений проемов с антисейсмическими поясами. С целью доступного осмотра и контроля качества выполнения строительных работ по изготовлению монолитных железобетонных включений в кирпичную кладку комплексных конструкций, проектом предусматривается устройство включений открытыми не менее чем с одной стороны с минимальным размером поперечного сечения не менее 120 мм. В стенах комплексной конструкции, выполненных из кирпичной кладки с усилением монолитными железобетонными включениями, антисейсмические пояса и их узлы сопряжения со стойками рассчитываются и конструируются как элементы каркасов с учетом работы заполнения. При этом, с целью контроля качества выполненных бетон-

ных работ, предусмотренные для бетонирования стоек пазы выполняются открытыми не менее чем с двух сторон кирпичной кладки стен. Если стены комплексной конструкции из кирпича выполняют с железобетонными включениями по торцам простенков, продольная арматура надежно соединяется хомутами, уложенными в горизонтальных швах кладки. Несущая способность железобетонных включений, расположенных по торцам простенков, учитываемая при расчете на сейсмическое воздействие, не должна учитываться при расчете сечений на основное сочетание нагрузок. Проектный класс бетона железобетонных включений в кирпичную кладку принимается не ниже класса В12,5. Каменная кладка выполняется на кладочном растворе марки не ниже М50. Количество продольной рабочей арматуры принимается из расчета не превышения 0,8% от общей площади сечения бетона простенков.

При проектировании сейсмостойких зданий многофункционального назначения со свободной объемно-планировочной системой, требующих большой свободной площади, с каркасной конструктивной схемой в пределах первого этажа (нескольких нижних этажей) и стеновым остовом из кирпичной кладки на вышележащих этажах, в качестве конструктивных элементов колонн применяются железобетонные, стальные и сталежелезобетонные несущие конструкции. Конструкции сборных и монолитных железобетонных и стальных перемычек в сейсмических районах устраиваются, как правило, на всю толщину каменной стены и заделываются в кладку на глубину не менее 350 мм в каждую из опорных участков. Допускается уменьшение величины заделки опорной части перемычки со снижением до 250 мм в каждую сторону от опоры при ширине проема не более 1,5 м. На глубину 200 мм заделывается опорная часть перемычек в конструкциях самонесущих или ненесущих (навесных) кирпичных стен.

### **3.13. Деревянные здания в сейсмических районах**

Конструкции деревянных зданий, возводимые в сейсмических районах, проектируются и возводятся с различными остовами, включая: каркасный (рис. 73, 74), брусчатый и бревенчатый (рис. 75, 76, 77), панельный (рис. 78, 79, 80) при соблюдении требований, изложенных в [40] и [55].

В зданиях с каркасным и панельным остовами сейсмическую нагрузку воспринимают вертикальные и горизонтальные элементы каркаса в сочетании с раскосами и обшивками. Расстояние между стойками принимается с регулярным шагом не более 3 м. При этом каждая стойка крепится к конструкции фундамента при помощи анкерных болтов и имеет металлические связи с соответствующими им стойками по высоте здания и с элементами горизонтальных обвязок в уровне конструкций перекрытий. Деревянные конструкции перекрытия каркасных зданий выполняются с использованием балок из сплошных или клеелесовых брусев, имеющих поперечное сечение в виде круглых или окантованных бревен. Перекрытия панельных зданий выполняются из панелей или отдельных балок. В уровне перекрытий каркасных и панельных зданий по всем несущим стенам устраиваются непрерывные обвязочные пояса. Конструктивные элементы обвязочных балок-поясов соединяются между собой по всему контуру, включая угловые стыки металлическими накладками

на болтах или стяжках. Каждая балка перекрытия крепится металлическими связями с балками примыкающего участка перекрытия и горизонтальными обвязками по контуру стен здания.

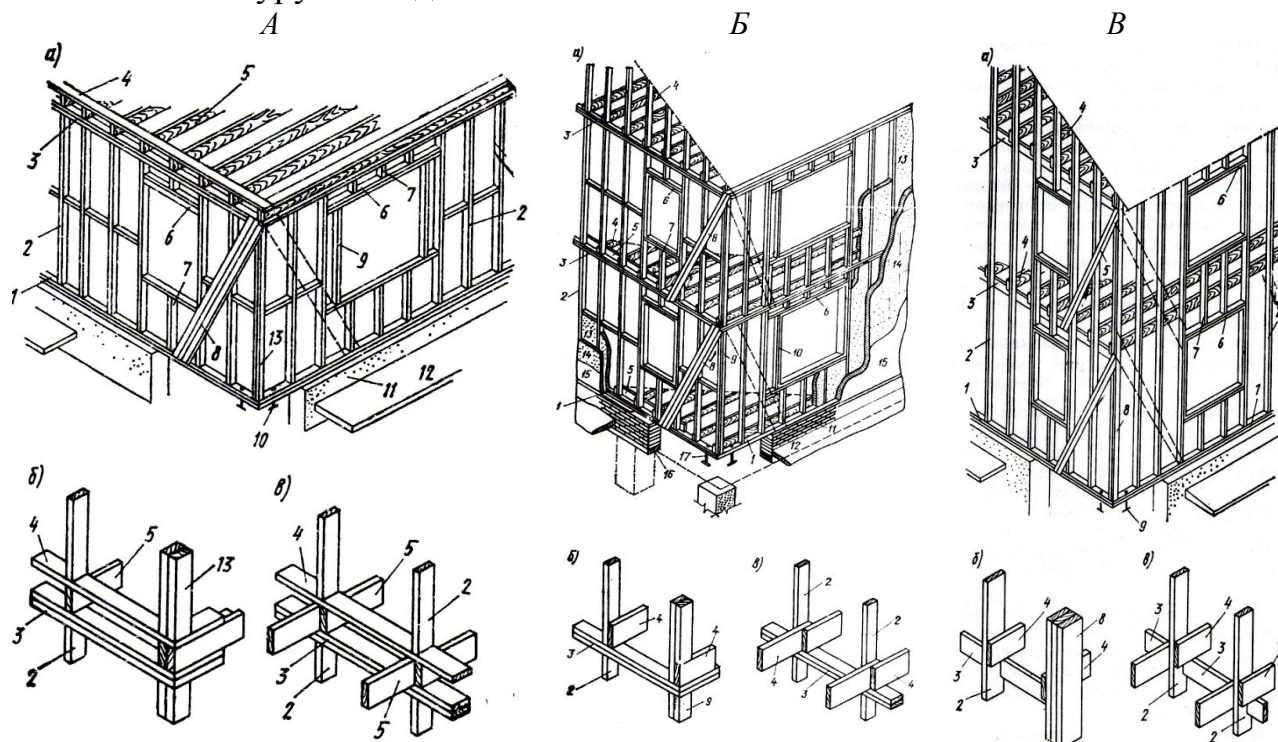


Рис. 73. Конструкции каркасного дома: *А*-с платформенным сопряжением стоек; *Б*-с контактным сопряжением стоек; *В*-с засыпным каркасом; *а*-общий вид каркаса; *б*-опирание балок на наружную стену в углу; *в*-опирание балок на внутреннюю стену; 1-нижняя обвязка; 2-стойка 50x100мм, 50x150мм; 3-верхняя обвязка 2(50x100мм)- для *А*, *Б* и опорная доска на ребро 50x150мм-*В*; 4-вторая обвязка 50x100мм-для *А*, балка перекрытия 50x200мм-для *Б*, *В*; 5-балка перекрытия 50x200мм-для *А*, распорка 50x200мм-для *Б*, раскосы жесткости -для *В*; 6-балка-перемычка-для *А*, *Б* и *В*; 7-укороченная стойка; 8-раскосы жесткости -для *А* и *Б*, доборные стойки в углах 50x150мм -для *В*; 9-дополнительная стойка проема -для *А*, доборные стойки в углах 50x100мм -для *Б*; 10-анкерные болты -для *А*, дополнительная стойка проёма -для *Б*; 11-цоколь; 12-отмостка; 13-доборные стойки в углах 50x100мм -для *А*, утеплитель между стойками -для *Б*; 14-утеплитель снаружи -для *Б*; 15-штукатурка -для *Б*; 16-фундаментная балка -для *Б*; 17-анкерные болты -для *Б*

Жесткость деревянных конструкций стен и перекрытий каркасных и панельных зданий обеспечивается при помощи раскосов, обшивкой из конструктивной фанеры или диагональной обшивкой из шпунтованных досок. Расчетная сейсмостойкость и жесткость стен, выполненных из брусьев или бревен, обеспечивается при помощи установки стальных нагелей или шипов из древесины твердых пород по всей площади стен в шахматном порядке с шагом не реже 700 мм по длине, а также на углах и в пересечениях стен, на участках, примыкающих к оконным и дверным проемам (рис. 75, 76, 77). Оконные и дверные проемы обрамляются жесткими вертикальными элементами, рассчитанными на восприятие сейсмических нагрузок из плоскости стены. Венцы выше чердачного перекрытия, на которые должны опираться стропила, скрепляются сквозными нагелями. Верхние венцы в углах и пересечениях объединяются угловыми

балками на врезках и сквозных нагелях. В углах и пересечениях стен устанавливаются сжимы в виде вертикальных стоек с обеих сторон, объединенных стяжными болтами с шагом по высоте не более 1,5 м.

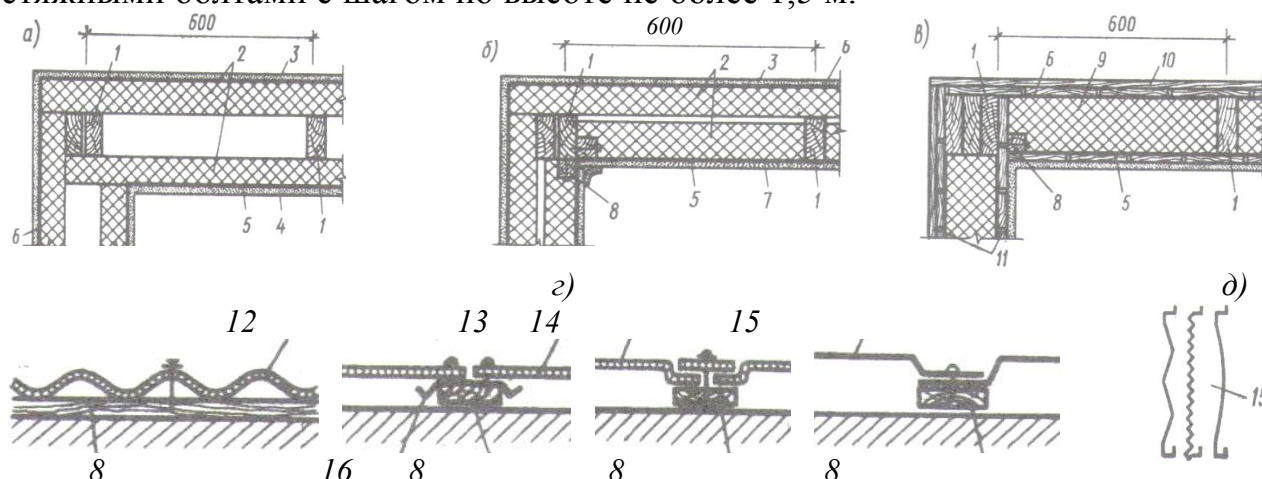


Рис. 74. Примеры заполнения каркасных стен:

а-жестким утеплителем с образованием пустот; б-с жестким утеплителем между стойками каркаса; в-стены с засыпным утеплителем; г-приёмы устройства наружных обшивок по рейкам; д-варианты облицовки и обшивки из легких профилей изготовленных из сплавов и стеклопласта; 1-стойка каркаса; 2-жесткий утеплитель; 3-наружная штукатурка по дранке; 4-внутренняя штукатурка по драни; 5-пароизоляция; 6-ветрозащитная бумага; 7-сухая штукатурка; 8-рейка; 9-засыпной утеплитель; 10-наружная обшивка; 11-обшивка диагональными досками; 12-волнистые литы из асбоцемента; 13-плоские листы из асбоцемента; 14-листы слоистого пластика; 15-листы из лёгких сплавов; 16-полоска из оцинкованной стали

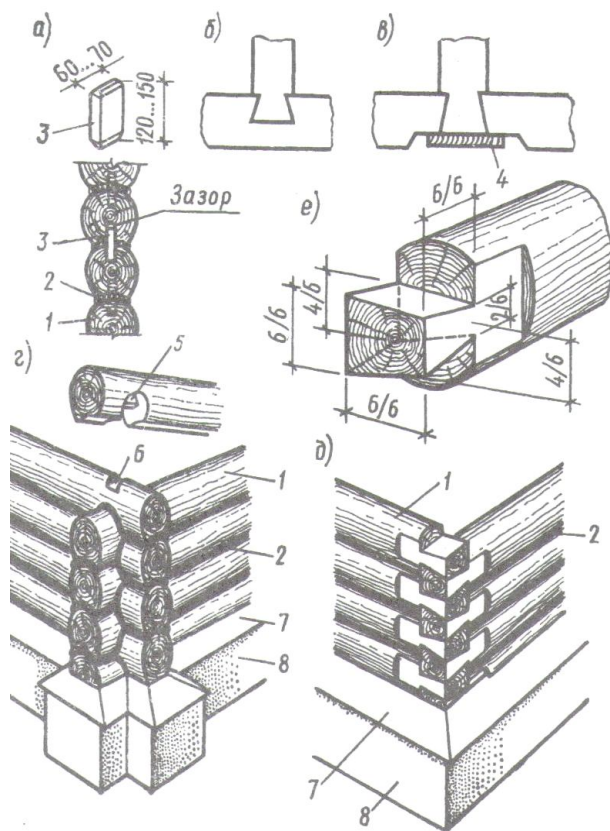


Рис. 75. Узлы и детали бревенчатых деревянных конструкций стен:

а-сруб и бревен; б-сопряжение бревен и балок потайным сковороднем; в-сопряжение бревен и балок сквозным сковороднем; г-рубка угла с остатком «в чашу»; д-рубка угла без остатка «в лапу»; е-обработка бревен под рубку без остатка; 1-венеч сруба; 2-конопатка; 3-вставной шип; 4-защитная доска; 5-потайной шип; 6-паз под потайной шип; 7-отлив; 8-цоколь



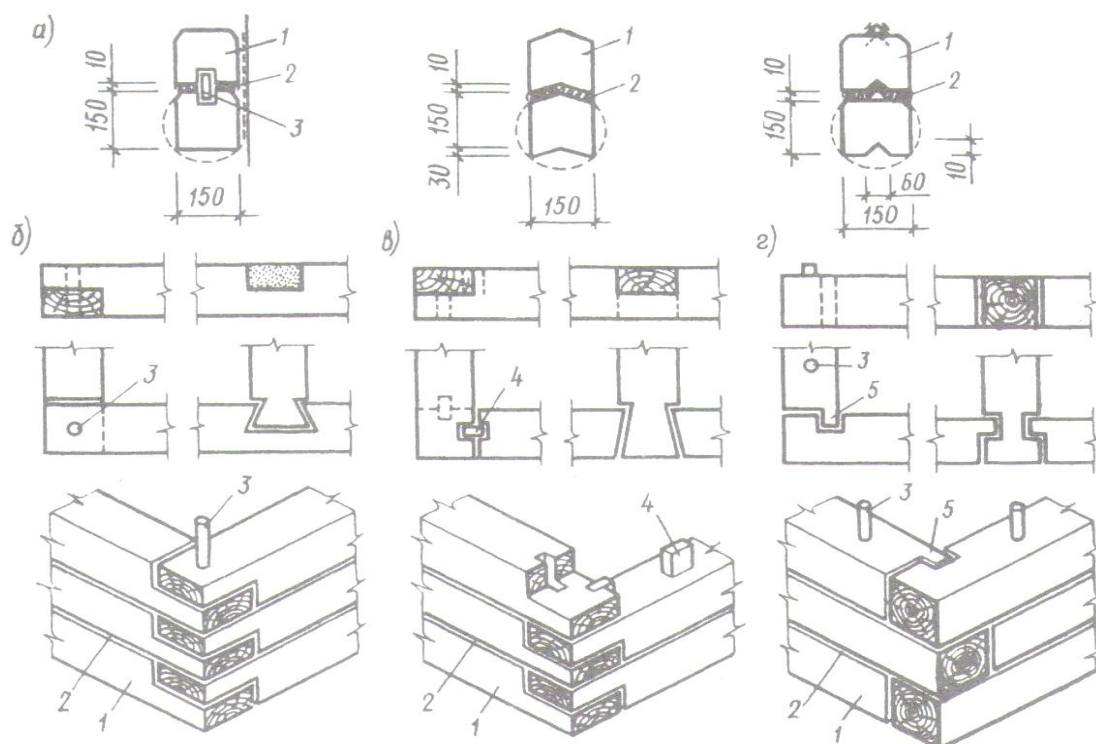


Рис. 76. Узлы и детали брусчатых деревянных конструкций стен:  
 а -сечения брусчатых стен; б, в, г –сопряжения брусьев в углу и с внутренней стеной;  
 1 –брус; 2 –конопатка; 3 –нагель; 4 –шип; 5 –коренной шип

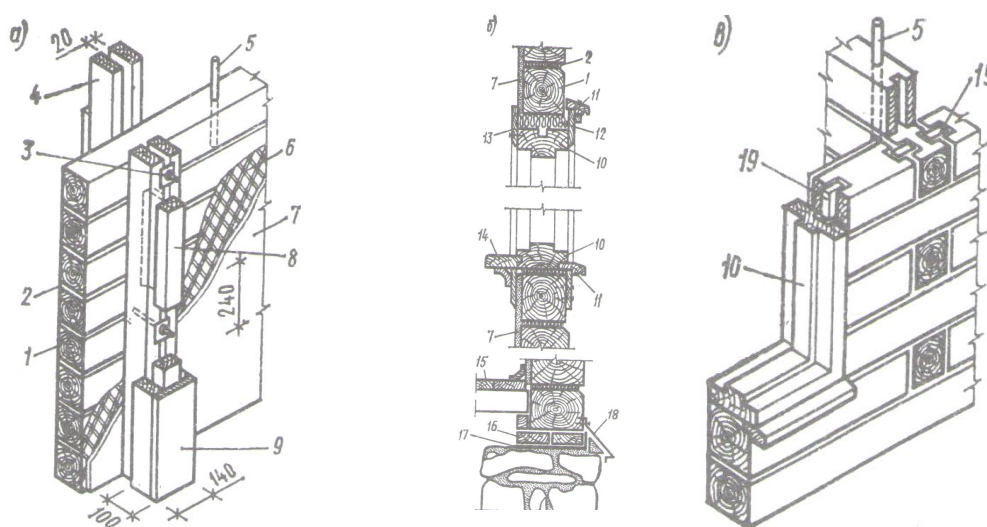


Рис. 77. Конструктивные решения в брусчатых стенах: а-устройство сжима в брусчатой стене; б-узлы разрезов по окну и цоколю; в-сопряжение стен и установка оконной коробки; 1- брус; 2-конопатка; 3-натяжной болт-костыль  $M12$ ,  $l=400$ мм через 4 венца; 4-сжимы 2 (50x100мм); 5-нагель; 6- дранка; 7- штукатурка; 8-бобышка 50x80x400мм с прокладками 20x100x400мм; 9-наличник из досок  $\delta=20$ мм; 10-оконная коробка; 11-наличник оконный наружный; 12-зазор 1/20 от высоты проема; 13-наличник оконный внутренний; 14-подоконник; 15-чистый пол; 16-антисептированная прокладка; 17-гидроизоляция (два слоя рубероида); 18-отлив из стали; 19-шип

При этом отверстия под болты в сжимах выполняются продолговатыми, не препятствующими осадке срубов. Стойки выполняются неразрезными на всю высоту здания. Сжимы ставятся у проемов с пролетом более 1,5 м и на участках стен длиной более 6 м. Пригонка венцов выполняется плотной. При сейсмичности 8 и 9 баллов применяется врубка в полдерева с остатком не менее 250 мм или без остатка с усилением углов плоскими уголками жесткости с прошивкой их гвоздями. В районах с расчетной сейсмичностью 7 баллов выполняется врубка в полдерева с прошивкой двумя нагелями в узле по осям брусьев или впритык. В рубленых домах балки перекрытия соединяются со стенами врубкой, а в районах сейсмичностью 9 баллов балки перекрытий скрепляются стальными гнутыми металлическими полосами с креплением к балке болтами, а к стене нагелями.

В районах сейсмичностью 7 и 8 баллов в брусчатых и бревенчатых зданиях анкерные болты крепления обвязки по верху фундамента дополнительно устанавливаются в углах и пересечениях стен, а при сейсмичности 9 баллов и в местах расположения сжимов. При этом в целях обеспечения надежной связи стен с фундаментом, основные анкера пропускаются в обруб на 1 - 2 венца выше промежуточных дополнительных. Расчетный шаг основных анкеров принимается не более 1,5 м при сейсмичности 9 баллов и не более 2 м при сейсмичности 7 и 8 баллов.

Конструкция панелей включает контурную обвязку из брусьев с раскосами и обшивку из конструктивной фанеры или диагональные обшивки из шпунтованных досок (рис. 78, 79).

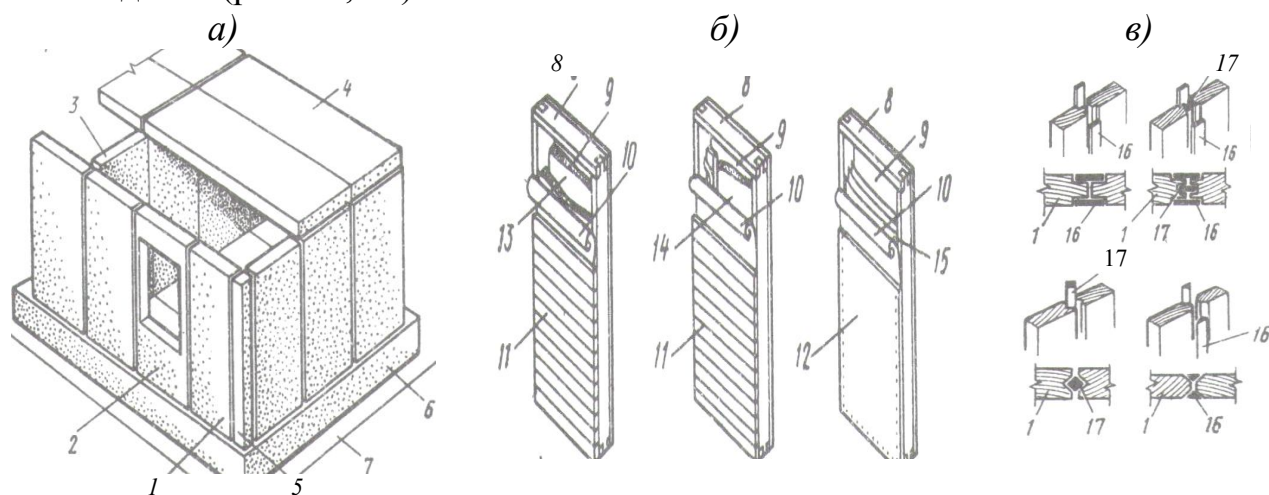


Рис. 78. Панельное щитовое здание с основными деталями и узлами:

*а* -общий вид и разрезка здания на сборные элементы; *б* -конструктивные элементы щитовых панелей наружных стен с различными типами утеплителя; *в*-варианты вертикальных соединений щитовых стен; 1-щит наружной глухой панельной стены; 2- щит наружной панельной стены с оконным проемом; 3-щит внутренней стены; 4-перекрытие; 5-угловой элемент; 6-цоколь; 7-отмостка; 8-обвязка щита; 9-ветрозщитная бумага; 10-пароизоляция у внутренней обшивки; 11-внутренняя обшивка; 12-древесно-стружечная плита; 13-плитный утеплитель (фибролит); 14-слои рулонного утеплителя (шевелин), прикрепленные рейками на гвоздях; 15-три слоя оргалита с воздушными прослойками; 16-раскладка; 17-рейка-шпонка



Каждая панель по всем углам связывается с примыкающими панелями и горизонтальными обвязками в уровне перекрытий. Кроме того, выполняются связи между вертикальными элементами обвязок панелей соседних этажей и конструктивно объединяются с обвязками в уровне перекрытий. Конструкции панели нижнего ряда связываются с фундаментом при помощи анкерных болтов. Практикуется установка одного анкерного болта на две примыкающие стойки обрамления соседних панелей. Связи панелей между собой выполняются на болтовых соединениях. Для увеличения жесткости панельных зданий выполняется крепление участка обшивки, выпущенной за контур обвязки панели стены или перекрытия к обвязке примыкающей панели.

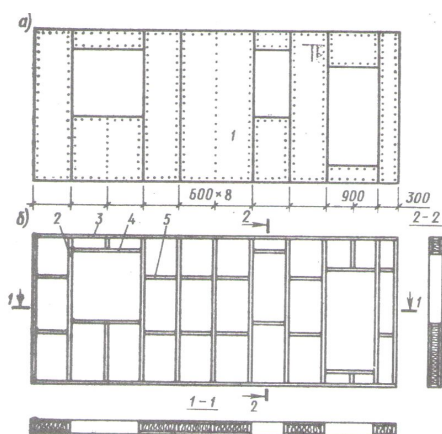


Рис. 79. Клеефанерная укрупнённая стеновая панель наружной стены: а-внешний вид с раскладкой облицовки из асбестоцементных плоских листов; б-схема каркаса панели из древесины; 1-асбестоцементные плоские листы на шурупах; 2-стойки деревянного каркаса; 3-обвязка; 4-ригель-перемычка; 5-распорки

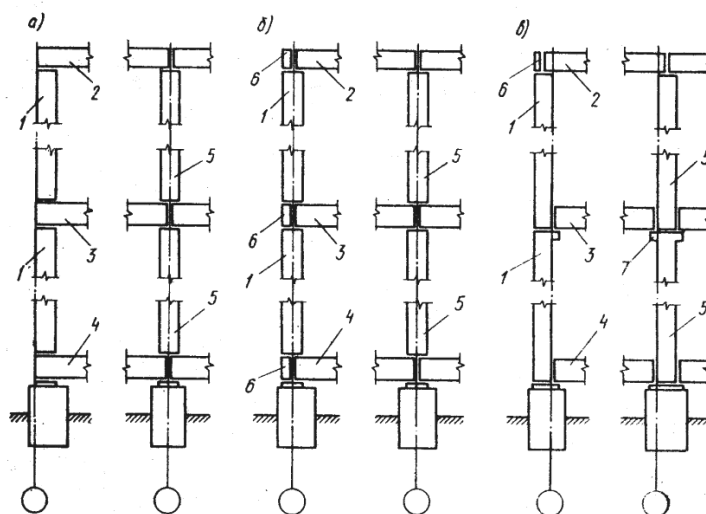


Рис. 80. Варианты привязки наружных и внутренних несущих панельных стен к координационным осям: а, б – платформенный вариант опирания; в – контактный стык панелей; 1-наружная панель; 2-чердачное перекрытие; 3-междуэтажное перекрытие; 4-цокольное перекрытие; 5-внутренняя панель; 6-доборная обвязка; 7-опорный брус

В панельных зданиях из деревянных конструкций сейсмостойких зданий конструкции крыш принимаются безраспорными, преимущественно с легкой кровлей. Местная и пространственная жесткость конструкций крыш обеспечивается установкой раскосов между стойками в обоих направлениях плана.

### 3.14. Сейсмостойкие здания и сооружения из местных материалов

В районах с сухим и жарким климатом, в сельских населенных пунктах и отдаленных от городов районах практикуется строительство жилых домов из сырцового кирпича, самана, мятой глины и грунтовых блоков. В сельских населенных пунктах, размещаемых в районах сейсмичностью до 8 баллов, строи-

тельство одноэтажных зданий из этих материалов осуществляется при условии усиления стен деревянным антисептированным каркасом с диагональными связями. С этой целью выполняется деревянный замкнутый пространственный каркас с диагональными связями на врубках, а затем заполняется сырцовым кирпичом, саманником или грунтовыми блоками. Принципиальная схема пространственного деревянного каркаса, заполняемого местным строительным материалом приведена на рис. 81.

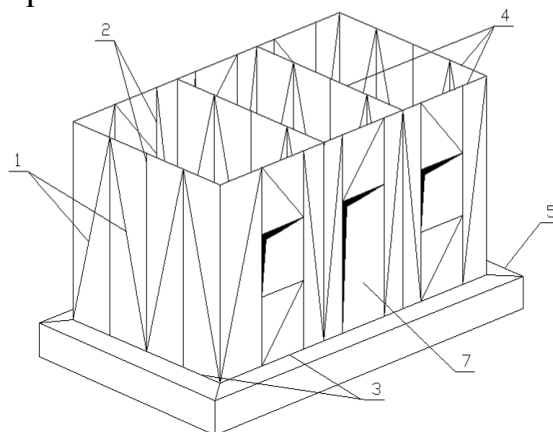


Рис. 81. Принципиальная схема пространственного деревянного каркаса, заполняемого местным строительным материалом: 1 –диагональные связи; 2 –вертикальные стойки на врубках; 3 –нижние замкнутые брусья-лежни; 4 –верхние замкнутые брусья-поояса; 5 –ленточный фундамент; 6 –оконный проем; 7 –дверной проем

В частном домостроении применяется конструктивное сочетание из мелкоштучных каменных материалов стен и перекрытий из деревянных балок со щитовым настилом (рис.82).

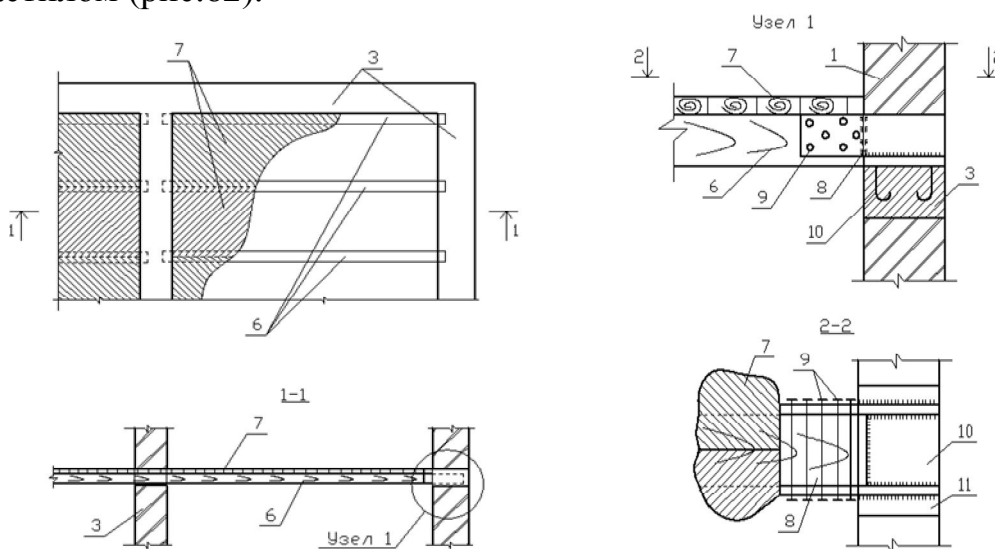


Рис. 82. Конструктивное решение опирания деревянных балок перекрытий и покрытий на кирпичные и каменные стены: 1–кирпичная стена, выполненная на месте строительства, вручную; 3–антисейсмический пояс по типовой серии 2.140-5с, вып.1; 6–деревянные антисептированные балки перекрытия (покрытия); 7–диагональный дощатый настил; 8 –металлический опорный кронштейн; 9 –стяжные болты; 10 – закладная деталь; 11 – сварной шов

## **Глава 4. Сейсмоизоляция и сейсмозащита зданий и сооружений**

Перспективным направлением в современном сейсмостойком строительстве и развитии сейсмической защиты зданий и сооружений является система сейсмической изоляции. Сейсмоизоляция в конструкциях зданий и сооружений размещается, как правило, между фундаментом и надземной частью здания. В необходимых случаях и при соответствующем обосновании сейсмическая изоляция размещается в уровне любого надземного этажа. Наиболее характерные для современного отечественного и зарубежного строительства случаи сейсмоизоляции и сейсмозащиты зданий и сооружений с различными конструктивными схемами приведены в приложении 3 настоящего издания. В состав приложения 3 включены: инновационные технологии сейсмозащиты зданий в сейсмических районах; отечественный и зарубежный опыт проектирования и строительства сейсмоизолированных зданий; система взаимодействия зданий и сооружений с упругим полупространством грунтового основания; активная и пассивная системы сейсмозащиты; сейсмоизолированные здания и сооружения с адаптивной системой сейсмозащиты; огнестойкость сейсмоизолирующих резинометаллических опор; сейсмоизоляция каркасных зданий с использованием конструктивных шарниров и т.д. Сейсмостойкие конструкции современных фундаментов зданий и сооружений проектируются в соответствии с требованиями строительных правил и норм на проектирование оснований и фундаментов, включая: СП 22.13330 [43], СП 24.13330 [45]. Конструктивные типы фундаментов под сейсмическими изоляторами проектируются в виде ленточных перекрестных, отдельно стоящих столбчатых с соединительными рандбалками, сплошных плитных с ребрами и без ребер жесткости; свайных со сплошным плитным ростверком именуемых, как комбинированные свайно-плитные фундаменты (КСПФ) т.п. Отдельно стоящие столбчатые фундаменты должны быть соединены между собой жесткими связями (рандбалками). Расчет и проектирование сейсмостойких типов фундаментов выполняется в соответствии с [40]. Для зданий особо ответственных и высотой более 16 этажей, расчеты выполняются с использованием инструментальных записей ускорений основания при землетрясении, наиболее опасных для данного здания или сооружения, а также синтезированных акселерограмм с использованием динамического метода расчета. Схема консольной расчетной динамической модели, приведена на рис. 83.

Сейсмические изоляторы при землетрясениях подвергаются воздействию на них горизонтальных и вертикальных сейсмических нагрузок. Поэтому для обеспечения равномерного распределения горизонтальной и вертикальной сейсмических нагрузок на сейсмические изоляторы, над ними предусматривается жесткая система балок или плит. Распределительная система верхних балок или плит проектируется жестко связанной с надземной частью здания или сооружения.

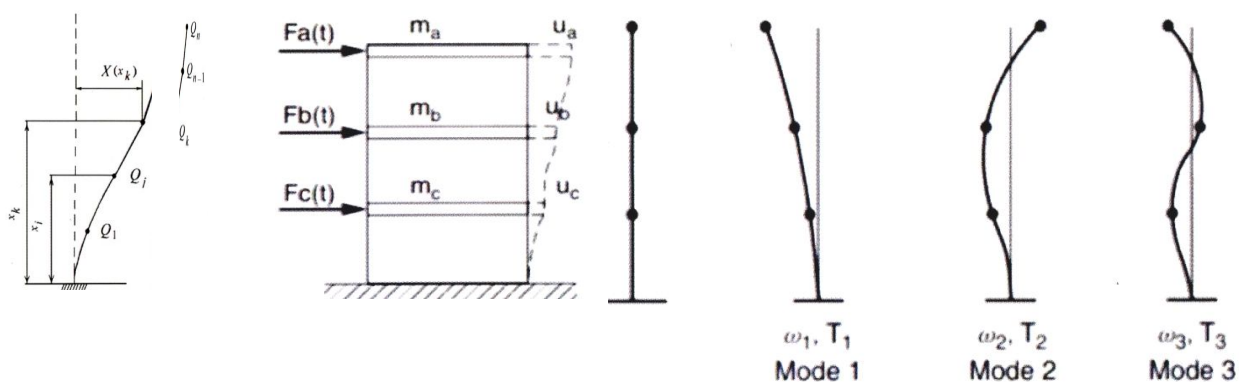


Рис. 83. Схема консольной расчетной динамической модели

При этом недопустимо возникновение крутящих моментов в конструктивных элементах системы верхних балок, что исключается при помощи разделения сложных в плане планировочных решений на простые геометрические формы (рис. 16). Современная система сейсмозащиты зданий и сооружений проектируется с применением одного или нескольких перечисленных элементов или их комбинаций, включая: изоляторы, демпфирующие устройств, устройства сопротивления ветровым нагрузкам, устройства по ограничению перемещений. Некоторые расчетные и конструктивные схемы систем сейсмоизоляции и сейсмозащиты многоэтажных и высотных зданий приведены на рис. 84.

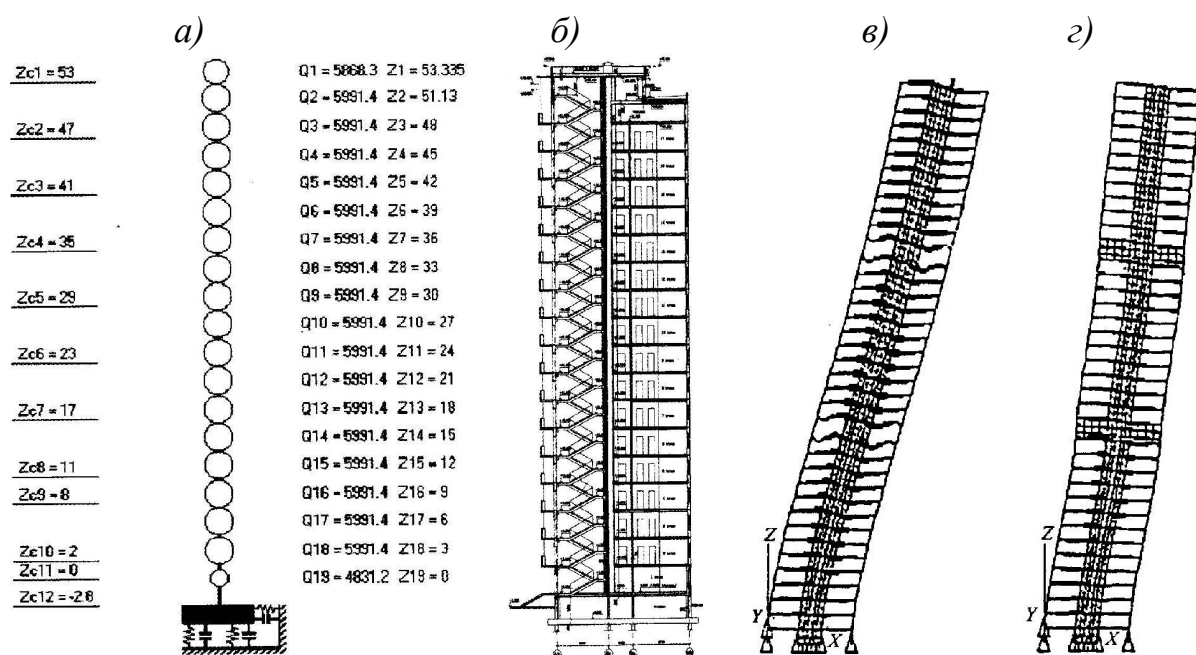


Рис. 84. Сейсмоизоляция и сейсмозащита высотных зданий: а-схема к расчету здания с демпфирующими системами на сейсмические воздействия; б-поперечный разрез сейсмостойкого высотного здания; в-деформации здания, возведенного без усиленных этажей; г-то же, с жесткими этажами

Землетрясение - неотвратимый природный процесс. Каждый год во всем мире происходит 150 - 200 землетрясений с магнитудой 7,0 и выше. Мощные землетрясения 1999 г. нанесли финансовый ущерб, который был оценен в 20

миллиардов долларов (Измит, Турция), 14 миллиардов долларов (Афины, Греция), 150 миллионов долларов (Тайвань) и этот перечень можно продолжить. Наиболее значимые последствия землетрясений и других сейсмособытий, произошедших за последние 10 лет, приведены в приложении 1 настоящего издания. Поскольку тенденции уменьшения частоты или разрушительности землетрясений не наблюдается, уязвимость современной инфраструктуры городов требует эффективных систем сейсмозащиты зданий и сооружений. Одним из вариантов, сдерживающим разрушительный потенциал землетрясений, является демпфирование зданий и сооружений. Идея демпфирования заключается в рассеивании энергии сейсмического воздействия, передаваемой сооружению, вместо увеличения сопротивляемости данному воздействию. На рис. 85 представлена часть из большого числа разработанных отечественными и зарубежными учеными и специалистами демпфирующих элементов, получивших наибольшее распространение в мировой практике сейсмостойкого строительства.

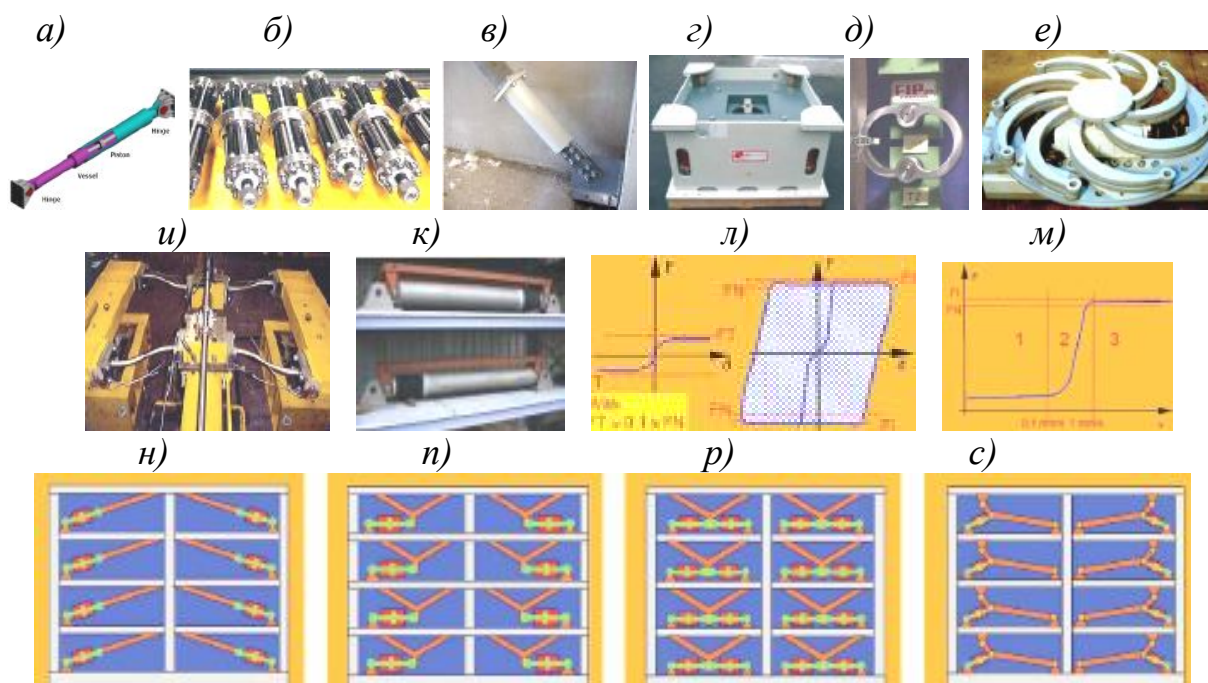


Рис. 85. Современные системы разработанных отечественными и зарубежными учеными и специалистами демпфирующих элементов, получивших наибольшее распространение в мировой практике:

*а*-вязкостный демпфер; *б*-демпфирующее устройство на основе сплава, сохраняющего память поверхности; *в*-неизгибаемая стальная связь, установленная в рабочее положение; *г*-демпфер с подвешенными массами, готовый к монтажу; *д*-гистерезисные стальные демпферы однонаправленного действия; *е*-устройства, создающие демпфирование в любых направлениях; *и*-гистерезисные стальные демпферы из конусообразных стержней; *к*-демпферы серии *MHD* с транспортными скобами; *л*-график зависимости «сила-перемещение»  $F=f(\delta)$ ; *м*-график зависимости «сила-скорость»  $F=f(v)$ ; *н*-диагональные связи в сочетании с демпферами типа *MHD*; *п*-горизонтальные связи в сочетании с демпферами типа *MHD*; *р*-двойные горизонтальные связи в сочетании с демпферами типа *MHD*; *с*-диагональные шарнирные связи в сочетании с демпферами типа *MHD*



Среди большого числа разработанных демпфирующих систем и элементов можно отметить демпферы, приведенные на рис. 85, включая:

1. Вязкостные демпферы (рис. 85а), производимые итальянской фирмой «*Fip Industriale*», представленные конструкциями демпферов серии *ОР* и *ОТР*. Конструкции вязкостных демпферов типа *ОР* и *ОТР*, в основном, включают в себя цилиндр, заполненный силиконовой жидкостью (масло или мастика) и поршень, который разделяет их на две камеры и свободно движется в обоих направлениях. В случае больших перемещений во время землетрясений или других динамических воздействий, подобных урагану, ветру и т.п., перетекание силиконовой жидкости через кольцо расчетного диаметра ведет к поглощению энергии. В случае малых перемещений, например, во время температурных изменений, в демпфере типа *ОТР* жидкость перетекает из одной камеры в другую с минимальным сопротивлением (сила обычно не превышает 10 % от максимальной силы), в то время как в демпфере типа *ОР* такого перетекания не происходит. В эксплуатационном состоянии здания демпферы находятся в «жестком» режиме, т. е. перетекание жидкости заблокировано. Эти устройства имеют зависимость «сила-скорость» (рис. 85м) в виде  $F=Cv^\alpha$ , где  $\alpha=0,15$ . Когда  $\alpha$  близко к нулю, тогда устройства действуют с почти постоянной силой в широком диапазоне скоростей. Это позволяет проектировщикам моделировать их с билинейной зависимостью «сила-перемещение» (рис. 85л), характеризующейся силой, независимой от перемещений. Настройка демпферов позволяет максимизировать энергию поглощения землетрясения и оптимизировать напряжения в несущих элементах сооружения. Как следствие, несущие элементы сооружения могут оставаться в упругой области деформирования даже во время сильных землетрясений, которые вызывают серьезные разрушения в зданиях и сооружениях без демпфирующих устройств.

2. Вязкостные демпферы серии *OVE-OVE\**. Вязкостный демпфер типа *OVE*, в основном, включает в себя цилиндр, заполненный силиконовой жидкостью (масло или мастика) и поршень. Эти устройства характеризуются зависимостью  $F=F_0 + kx + Cv^{0,15}$ , где:  $F_0$  - начальная нагрузка;  $kx$  - упругая реакция устройства в зависимости от перемещения  $x$ ;  $Cv^{0,15}$  - неупругая реакция жидкого силикона, протекающего через гидравлическое кольцо расчетного диаметра. Такие устройства имеют упругопластическую зависимость «сила-перемещение» (рис. 85). При квазистатических нагрузках и в случае начального нагружения, демпферы типа *OVE* сопротивляются только упругой частью реакции. Нелинейная диаграмма деформирования позволяет иметь мгновенно изменяемый период собственных колебаний сооружения (эффект упругого состояния) и рассеивать часть энергии, передаваемой сооружению землетрясением (эффект демпфирования). К тому же упругое поведение создает полезный эффект динамического рецентрирования здания или сооружения. Демпферы позволяют проектировщикам задавать уровень нагрузки таким образом, чтобы ограничить перемещения в пределах расчетных значений.

3. На рис. 85б представлено демпфирующее устройство типа *SMAD* на основе сплава, сохраняющего память поверхности. Устройство на основе сплава,

сохраняющего память поверхности, главным образом, используется в виде демпфирующих связей в исторических зданиях и монументах. Оно характеризуется зависимостью «сила-перемещение» (рис. 85л), показывающей один или несколько «ровных участков», т. е. областей нагружения, которые остаются почти неизменными до тех пор, пока не продолжат увеличиваться перемещения во время воздействия землетрясения. Отличительной особенностью устройства является существенное ограничение максимальной нагрузки, передаваемой сооружению, в котором оно устроено. Тем не менее можно обратить внимание, что зависимость «сила-перемещение» характеризуется линией разгрузки, которая ниже, чем линия нагружения, т. е. образуется псевдогистерезисный цикл. При сейсмических воздействиях устройство также способно рассеивать часть энергии, перераспределяя ее. Специально устанавливаемая зависимость «сила-перемещение» в *SMAD*-устройстве достигается заданием оптимальных характеристик сплава, сохраняющего память поверхности. Этот сплав, содержащий никель и титан, имеет превосходную антикоррозионную стойкость, выше, чем у легированной стали. Все другие металлические составляющие устройства выполняются из легированной стали. Именно поэтому всё устройство обладает антикоррозионной стойкостью. Элементы изготавливают в форме тонких металлических стержней, объединенных в единое устройство. *SMAD*-устройство предназначено для обеспечения совместной работы перекрытий и/или покрытий с вертикальными стенами кирпичных зданий, для замены или в сочетании с традиционными стальными связями. Целью применения является предотвращение опрокидывания фронтона стены при горизонтальном сейсмическом воздействии. Эффективность устройства на основе сплава, сохраняющего память поверхности, в сравнении с традиционным стальным усилением, достигается как за счет улучшения численного моделирования, так и за счет экспериментальных исследований, выполняемых по специальной программе. *SMAD*-устройство может быть одностороннего или двухстороннего действия, классифицируется по двум группам: первая группа — по максимальной расчетной силе, вторая группа — по максимальным перемещениям (в одном направлении). Демпферы такого типа были применены в некоторых монументальных сооружениях, среди которых: Базилика Святого Франциска в г. Ассиси и Церковь Сан-Фелициано в г. Фолигно (Италия).

4. Металлопластический демпфер — неизгибаемая стальная связь. Неизгибаемая стальная связь (*НСС*) показана на рис. 85в. *НСС* состоит из двух сваренных между собой стальных пластин (рекомендуется из низкопластичной стали) крестообразного поперечного сечения, которые рассчитаны с учетом пластического деформирования при растяжении и сжатии для поглощения энергии колебаний; внешней стальной трубы круглого или прямоугольного поперечного сечения, которая подбирается таким образом, чтобы способность на продольный изгиб трубы превышала разрушающую нагрузку крестообразной пластины; бетона, заполняющего пространство между крестообразной пластиной и стальной трубой, чтобы исключить местный изгиб крестообразной пластины. *НСС* рассчитывается таким образом, чтобы иметь



приблизительно равные напряжения при растяжении и сжатии, и должна превосходить по прочности рамные связи. Демпфирующий элемент соединяется с порталными или диагональными связями.

5. Демпферы с подвешенными массами (рис. 85г). Демпферы с подвешенными массами (ДПМ) входят в число виброзащитных систем. Они приспособлены для применения в гибких зданиях или сооружениях и характеризуются областью частот дисбаланса для отстройки собственных частот сооружения от частот землетрясения. ДПМ, основанные на явлении дисбаланса, применяют в пешеходных мостах, канатных мостах, покрытиях стадионов, трубах, башнях, небоскребах и подобных сооружениях для снижения колебаний сооружений. ДПМ включают систему массопружинных демпферов, подвешенных с целью входа в резонанс с дисбалансной частотой и рассеивающих энергию колебаний сооружения. Иными словами, если форма колебаний системы является известной, тогда можно предварительно определить: массу  $M$  (основной системы), равную массе сооружения; жесткость пружины, которую имеет сооружение и демпфер; демпфирование соответствующее затуханию здания или сооружения. Вторичная система (демпфер с подвешенными массами) включает массопружинный демпфер, соединенный с основной системой. При оптимизации отношения вторичной массы к основной массе ( $\mu = m / M$ ), жесткости и затухания, использование ДПМ позволяет ограничивать колебания как здания или сооружения, так и самого устройства ДПМ.

6. Гистерезисные стальные демпферы (рис. 85г). Эти устройства конструируют используя элементы различных форм и поверхностей из мягкопластичной стали. Основная идея этих демпферов заключается в использовании пластической работы при изгибе. Даже в устройствах, работающих на кручение, применялись стальные гистерезисные демпферы. Среди различных форм диссипативных элементов, разработанных в Италии, наиболее используемыми являются: С-образная форма или лунный полумесяц; конусообразные стержни одинарные или двойные; Х-образные или бабочкообразные элементы; U-образные полосы; E-образные элементы. Форма элемента и его окончательные размеры выбираются в соответствии с расчетными перемещениями. Стальные диссипативные элементы должны также удовлетворять требуемым функциям в зависимости от того, где они будут установлены (работать в одном направлении или в любых направлениях). Требуемая максимальная сила, упругая и упругопластическая жесткость гистерезисного стального демпфера получается в результате подбора необходимого количества диссипативных элементов, устанавливаемых параллельно. Это позволяет получить запас надежности системы, т. е. любой дефект в одном или более элементах. Гистерезисные стальные демпферы часто используют в сочетании со скользящими опорами при разработке сейсмически изолируемой системы, особенно в мостах. Эта техника становится известной как «итальянский подход к сейсмической изоляции», так как она была разработана на итальянских заводах по изготовлению антисейсмических устройств и была применена на сотнях мостов впервые в Италии, затем во всем мире, начиная с 1980 года.

7. Гистерезисные стальные демпферы из элементов в форме лунного полумесяца (рис. 85е). Существенно, что гистерезисные стальные демпферы из элементов в форме лунного полумесяца имеют однонаправленное действие, но могут быть установлены так, чтобы создать демпфирование в любых направлениях. Применение демпферов этого типа осуществлено на Гранвильском мосту в Канаде, где было установлено 157 демпферов как в продольном, так и в поперечном направлениях.

8. Гистерезисные стальные демпферы из конусообразных стержней (рис. 85и). Гистерезисные стальные демпферы из конусообразных стержней могут быть двух типов: одинарные или двойные, эквивалентные двум одинарным элементам. Их основное свойство — работа в любом горизонтальном направлении. Самые большие конусообразные гистерезисные стальные демпферы, когда-либо изготовленные (максимальная сила 4100 кН, максимальные перемещения  $\pm 110$  мм), были установлены в нескольких виадуках *Caracas-Tuy Medio Railway* в Венесуэле в 2005 г. Примером применения двойных конусообразных гистерезисных стальных демпферов является Джамуна мост в Бангладеш. Конусообразные гистерезисные стальные демпферы были также установлены в двух высотных зданиях между подвешенными этажами и боковыми железобетонными башнями в Неаполе, в Италии.

9. Вязкостные сейсмические демпферы (изготовитель «Сыновья Маурер», Германия). Демпферы серий *MHD* и *MHD-R*. Вязкостные демпферы Маурер — это устройства, которые дают возможность развиваться перемещениям (вследствие изменения температурных условий, ползучести, усадки и т. п.) в условиях эксплуатации, не вызывая значительной реакции усилий, но поглощая большое количество энергии в ходе сейсмического воздействия, причем преобразуя эту энергию в теплоту (рис. 85к). Демпферы обычно располагаются в горизонтальных направлениях и не предназначены для восприятия вертикальных нагрузок. При малых перемещениях сооружения, например, при температурных изменениях, могут возникнуть значительные усилия  $FT$  внутри демпфера (рис. 85л, м). Если в результате сейсмического воздействия или ветра между взаимосвязанными частями несущих конструкций возникнут неожиданные ударные ускорения, вызывающие при движении скорость в пределах от  $0,1$  мм/с до  $1$  мм/с, то демпферы типа *MHD* блокируются и работают жестко.

Приведенные на рис. 85л, м зависимости «сила-перемещение»  $F=f(\delta)$  и «сила-скорость»  $F=f(v)$  показывают, что после превышения заданного уровня подводимой энергии, например, во время сейсмических нагрузок, демпфер вынужденно переходит границы максимальной заданной силы реакции  $FN$ . Комплексный «интеллектуальный» механизм управления допускает относительные перемещения между соединенными частями сооружения, но все еще с постоянной силой реакции  $FI$ , которая незначительно больше, чем  $FN$ . Характерной особенностью демпфера является то, что  $FN$  не зависит от скорости движения. Во время таких перемещений специальный регулирующий механизм направляет поток жидкости очень точно, от одной стороны поршня к другой, с целью достижения заданной постоянной силы реакции. Уравнение силы реакции

демпфера типа *MHD*:  $F = C \times V\alpha$ , где:  $F$  — сила реакции демпфера;  $C$  — константа, характеризующая демпфер;  $V$  — скорость сейсмического движения;  $\alpha$  — экспонента демпфирования,  $\alpha < 0,02$  (2 %). Вследствие небольшого значения  $\alpha$  сила реакции демпфера действует независимо от скорости движения также как показатель « $V\alpha$ » стремится к единице. С одной стороны, проектировщик может быть уверен в том, что максимальная энергия, передаваемая сооружению, поглощается, а с другой стороны, максимальная сила реакции демпфера, воздействующая на сооружение, хорошо известна вне зависимости от того, насколько мощным может быть сейсмическое воздействие. Исходя из этого, можно легко рассчитать сооружение на заданную постоянную силу реакции и весьма экономично достигнуть необходимых коэффициентов безопасности.

Отличие демпфера типа *MHD-R* от описанного ранее заключается в наличии дополнительной внутренней рецентрирующей пружины, предназначенной для развития определенной упругой силы во время движения от нейтральной позиции, которая используется для возвращения сооружения в ходе и после землетрясения назад, в среднюю позицию. Функция рецентрирования демпфера несколько снижает эффективность гашения энергии. Уравнение силы реакции демпфера типа *MHD-R*:  $FR = A + k \times d + C \times v\alpha$ , где:  $FR$  — сила реакции демпфера типа *MHD-R*;  $A$  — константа силы предварительного сжатия;  $k$  — константа пружины, полученная интегрированием функции пружины;  $d$  — перемещение;  $C$  — постоянная величина, характеризующая демпфер *MHD-R*;  $v$  — скорость сейсмического движения;  $\alpha$  — экспонента демпфирования  $\alpha < 0,02$  (2 %). Встроенная пружина частично компенсирует рецентрирующую способность резинометаллических или стальных изоляторов. Эти демпферы могут использоваться также в комбинации с резинометаллическими изоляторами для достижения максимального сейсмоизоляционного эффекта.

При проектировании конкретных зданий или сооружений применяются различные типы устройства демпферных систем, принципиальные схемы которых приведены, соответственно, на рис. 85*н, п, р, с*, в том числе:

- диагональные связи в сочетании с демпферами типа *MHD* (рис. 85*н*). При слабых сейсмических воздействиях с ускорениями порядка  $0,1g$  надземную часть сооружения возможно защитить, используя демпферы в сочетании с диагональными связями;

- горизонтальные связи в сочетании с демпферами типа *MHD* горизонтальные связи (рис. 85 *п*). При средних землетрясениях с ускорениями в пределах  $(0,15-0,25) g$  надземную часть здания или сооружения возможно защитить, используя демпферы в сочетании с горизонтальными связями;

- двойные горизонтальные и шарнирные связи в сочетании с демпферами типа *MHD* (рис. 85*р, с*). При воздействии сильных землетрясений, с ускорениями выше  $0,3g$ , надземная часть здания или сооружения защищается с использованием больших демпферов в комбинации либо с двойными горизонтальными связями, либо с шарнирными связями.

Таким образом, в обычном сооружении энергия, выделяемая землетрясением, поглощается несущими элементами, и при сильных землетрясениях про-

исходит их разрушение. Восстановление поврежденных и разрушенных конструкций после землетрясения является, как правило, длительным и дорогостоящим процессом, кроме того, требующим эвакуации людей из сооружения. Цель устройства демпфирующего оборудования в новые или существующие сооружения состоит в том, чтобы рассеивать большую часть энергии, выделяемой землетрясением, в предназначенные для этого неконструктивные элементы. Философией применения демпферов является ограничение или исключение повреждений несущих элементов здания и сооружения. После расчетного землетрясения планируется замена вышедших из работы демпфирующих устройств, установленных в здании.

При выполнении замены демпферов, возможно, не будет необходимости в эвакуации людей из здания, а стоимость ремонта будет незначительна по сравнению с затратами, связанными с ремонтом и прерыванием производственного процесса, в здании, в котором не было предусмотрена система сейсмозащиты или сейсмоизоляции. Как правило, демпфирующие системы применяются в гибких каркасных системах, башнях, мостах, виадуках, а преимущество демпфирования заключалось в существенном снижении перемещений. Разработанные и применяемые различные типы демпферных устройств позволяют применять их в зданиях и сооружениях самого различного назначения. При введении системы сейсмозащиты обычно требуются лишь незначительные изменения в здании или сооружении, устройства легко монтируются при реконструкции.

Эффективные устройства демпфирования, имеющиеся в распоряжении инженеров, позволяют регулировать сейсмическую реакцию сооружения и гарантировать требуемую степень защиты. Надежность самих систем демпфирования проверена комплексными испытаниями и многолетней эксплуатацией в зданиях и сооружениях. Снижение сейсмических нагрузок на здания и сооружения позволяет снизить себестоимость сооружения.

Места устройства систем сейсмоизоляции в плане располагаются равномерно с учетом особенностей конфигурации здания и распределения вертикальных нагрузок.

В отечественном строительстве сейсмически изолированных зданий и сооружений практикуется использование сейсмоизолирующих резинометаллических опор (рис. 86).

Расстояния между сейсмическими изоляторами под несущими стенами принимается, как правило, не более 3 м. Предпочтительно изоляторы устанавливать в одном уровне. Минимальный зазор между сооружением с изоляцией и окружающими подпорными стенами или другими сооружениями принимается не менее максимального значения расчетного перемещения части здания, находящегося над сейсмической изоляцией. При устройстве нескольких изоляторов на одном опорном элементе расстояние между двумя изоляторами должно обеспечивать их установку и замену.

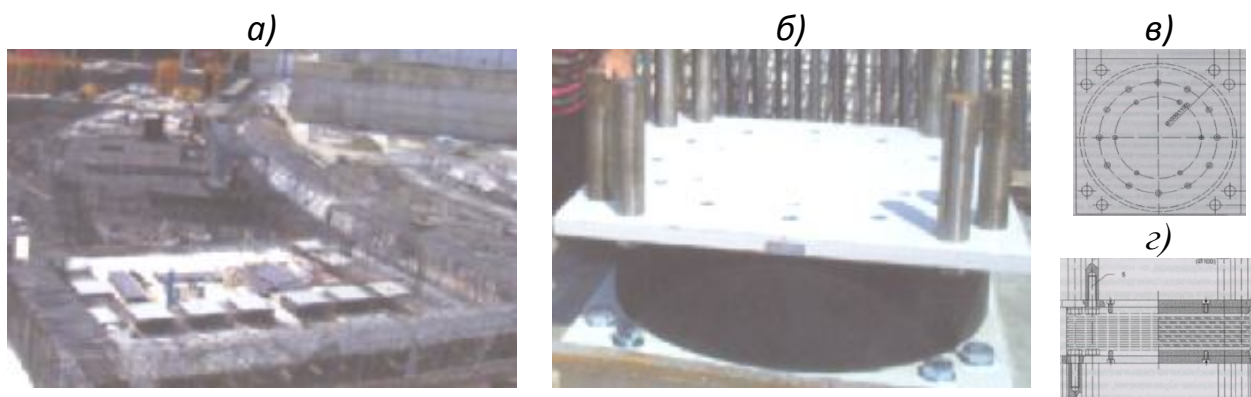


Рис. 86. Возведение сейсмоизолированного фундамента с применением сейсмоизолирующих резинометаллических опор на объекте «Гостинично-туристический комплекс «Sea Plaza» в г. Сочи: а-возведение сейсмоизолированного фундамента; б-общий вид сейсмоизолирующей резинометаллической опоры перед возведением надземной части здания; в, г-схема плана и разреза конструкции резинометаллической опоры

Устройства сопротивления ветровой нагрузке, установленные в изоляционном слое, располагаются по периметру здания симметрично и равномерно.

В сейсмоизолированных зданиях и сооружениях обеспечиваются надежные соединения устройств сейсмоизоляции с надземными конструкциями и фундаментом, а также проводятся конструктивные мероприятия, обеспечивающие восприятие расчетных усилий в узлах.

С целью обеспечения проектных перемещений между изолированной частью сооружения и фундаментной частью в любом из направлений без каких-либо повреждений несущих и ограждающих конструкций и элементов здания, в служебные коммуникации, т.е. трубопроводы и кабели, включаются гибкие соединения и компенсаторы в уровне сейсмоизоляции.

Для системного контроля за техническим состоянием и возможной замены всех элементов системы изоляции, проектом предусматриваются мероприятия по обеспечению свободного доступа персонала и специалистов.

Принципиально важным фактором обеспечения требуемой прочности, несущей способности, устойчивости, длительной эксплуатационной пригодности, применяемых для сейсмоизоляции резинометаллических опор, является их огнестойкость.

Поэтому требуемую степень огнестойкости системы сейсмоизоляции проектируют и обеспечивают в полном соответствии с требованиями строительных норм по пожарной безопасности зданий, включая ГОСТ 30247.0 [33], ГОСТ 30403 [34], ГОСТ Р 53292 [36], ГОСТ Р 53295 [37], СП 20.13130 [42]. С этой целью все применяемые сейсмоизолирующие резинометаллические опоры (СРО) подвергаются специальным испытаниям на огнестойкость.

Кроме огнестойкости, конструкции резинометаллических опор подвергаются испытаниям на прочность под прессами.

Отдельные рабочие моменты соответствующих натуральных испытаний сейсмоизолирующих резинометаллических опор, приведены на рис. 87.

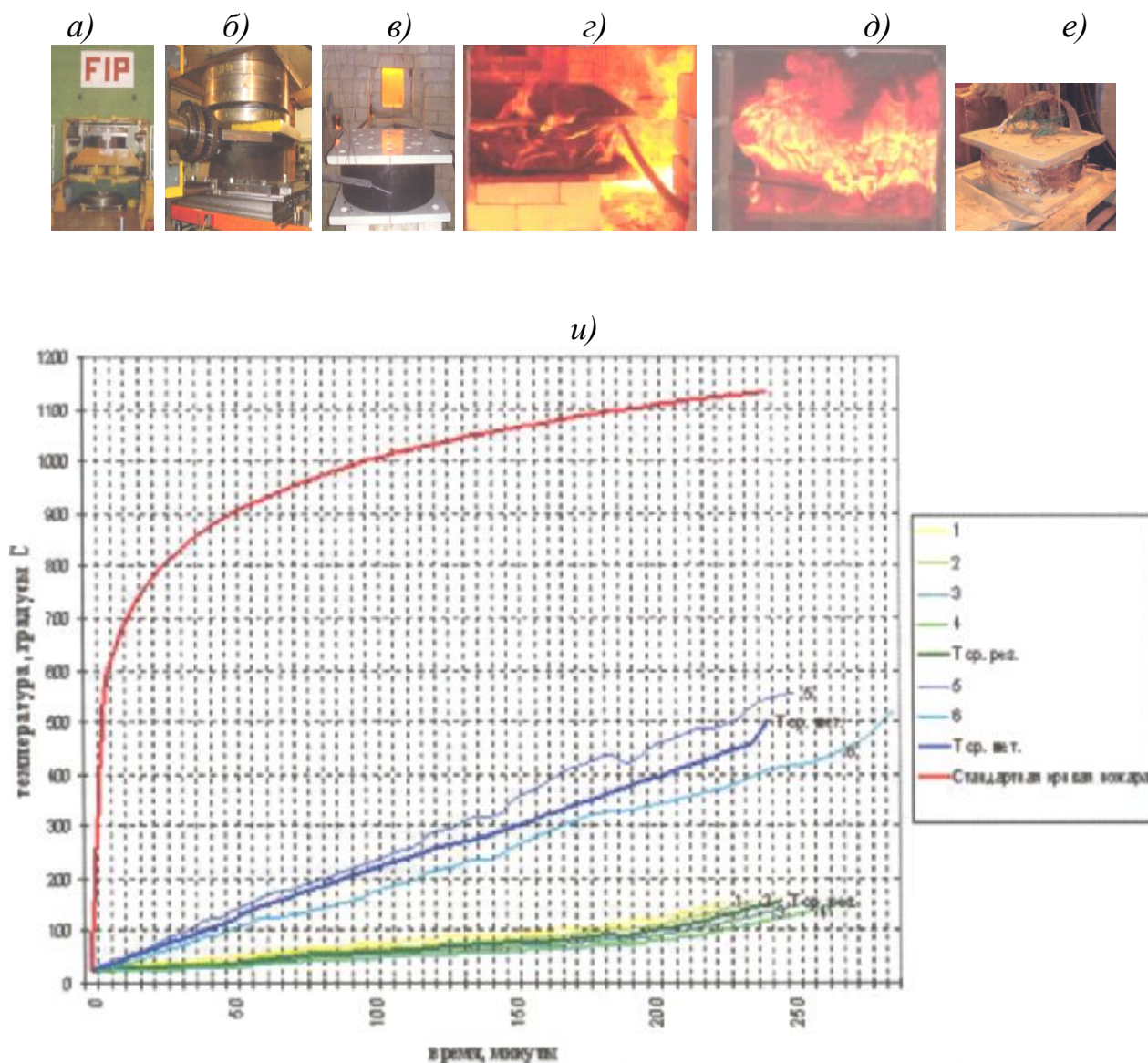


Рис. 87. Натурные испытания сейсмоизолирующих резинометаллических опор на специальном оборудовании в лабораторных условиях: а, б -испытания сейсмоизолирующих резинометаллических опор (СРО) на прочность под гидравлическим прессом; в, г, д –испытания СРО с огнезащитным покрытием «Термал» по огнестойкости в специальной печи; е –то же, после испытания на огнестойкость; и –график зависимости температуры в печи с образцом СРО,  $t^{\circ}\text{C}$  от времени  $T$ , в минутах  $t=f(T)$  для разных типов огнезащитных покрытий

Принимая во внимание высокий уровень ответственности конструктивных элементов применяемых для зданий и сооружений сейсмоизолирующих резинометаллических опор (СРО), нагруженных массой выше расположенных этажей, для контроля и эксплуатации системы сейсмоизоляции сооружений с сейсмоизоляцией, в составе проекта разрабатывается специальная инструкция для периодического мониторинга, хранящаяся в жилищно-эксплуатационной конторе (ЖЭК).



## **Глава 5. Особенности проектирования стационарного оборудования, размещаемого в сейсмостойких зданиях и сооружениях**

На основании межгосударственных стандартов и национальных стандартов Российской Федерации, в проектах сейсмостойких зданий и сооружений в которых предусматривается размещение стационарного оборудования, учитывается комплекс требований к его размещению в помещениях, в соответствии с нормами по обеспечению его безопасности при эксплуатации и сохранности при землетрясениях.

При проектировании зданий и сооружений в сейсмических районах крепление высокого и тяжелого оборудования к несущим конструкциям зданий и сооружений в обязательном порядке проверяется расчетом или экспериментально. При этом учитываются сейсмические усилия, возникающие в несущих конструкциях во время землетрясения.

## **Глава 6. Восстановление и усиление конструкций в сейсмических районах**

В связи с активизацией техногенных воздействий (добыча полезных ископаемых, изменение геологической и гидрогеологической среды в результате обеспечения жизнедеятельности человечества, подземные испытания оружия и т.д.) и природными процессами (извержение вулканов, подвижки тектонических плит, обвалы, сели, оползни, цунами и т.д.) на кору земного шара, его мантию и ядро, учеными и специалистами, занимающимися изучением и оценкой сейсмоситуации, сейсмособытий и сейсмостойкостью зданий и сооружений зафиксирован факт и отмечается, что в течение последнего обозримого периода 50 - 100 лет на Земном шаре сформировались и выявлены регионы, в которых стали происходить землетрясения и другие сейсмособытия.

В связи с этим перед специалистами встает новая глобальная проблема, связанная с обеспечением требуемой сейсмостойкости всего комплекса зданий, сооружений и инфраструктуры, которые раньше были возведены и эксплуатировались как объекты для обычных условий строительства и эксплуатации, без известных мероприятий, обеспечивающих расчетную сейсмостойкость.

В настоящее время разработан комплекс инженерных конструктивных мероприятий, повышающих сейсмостойкость существующих несущих и ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений с различными остовами (каркасный, стеновой, неполным каркасом), возведенных и эксплуатируемых без сейсмозащиты.

В приложении 4 настоящего издания в систематизированном виде приведены наиболее характерные и апробированные на практике методы, принципы и узлы сейсмоусиления строительных конструкций зданий и сооружений при реконструкции.

Приведенные в таблице решения и требования по сейсмоусилению строительных конструкций и зданий в целом при реконструкции соблюдаются при разработке мероприятий по обеспечению сейсмостойкости существующих зда-



ний, в том числе восстанавливаемых после землетрясения и усиливаемых в связи с изменением сейсмичности площадки или функционального назначения объекта, механическая безопасность которых при сейсмических воздействиях не обеспечивается.

При выборе способов усиления несейсмостойких жилых, общественных и промышленных зданий руководствуются общими требованиями, изложенными в СП 14.13330.2014 [40].

Расчетная сейсмичность существующего сооружения принимается равной расчетной сейсмичности площадки расположения объекта. Элементы здания с недостаточной несущей способностью выявляют расчетом.

В случаях, когда выполнение конструктивных требований норм в полном объеме невозможно или их выполнение приводит к экономической нецелесообразности усиления, допускается реализация обоснованных расчетом технических решений усиления здания при неполном соответствии требованиям правил с их согласованием в установленном порядке.

Проект по повышению сейсмостойкости зданий разрабатывается на основе анализа исходной проектной документации (при ее наличии) и материалов детального обследования основания и конструктивных элементов здания. В проекте сейсмоусиления применяются технические мероприятия, включая:

- изменение объемно-планировочных решений путем разделения зданий сложных конструктивных схем на отсеки простой формы антисейсмическими швами, разборки верхних этажей здания;
- устройства дополнительных элементов жесткости для обеспечения симметричного расположения жесткостей в пределах отсека и уменьшения расстояния между ними;
- усиление стен, рам, вертикальных связей для обеспечения восприятия усилий от расчетных сейсмических воздействий;
- увеличение надежности соединения элементов сборных перекрытий устройством или усилением антисейсмических поясов;
- обеспечение связей между стенами различных направлений, между стенами и перекрытиями;
- усиление элементов соединения сборных конструкций стен;
- изменение конструктивной схемы здания, в том числе путем введения системы дополнительных конструктивных элементов;
- снижение массы здания, применение сейсмоизоляции, пассивного демпфирования и других методов регулирования сейсмической реакции;
- изменение функционального назначения здания (снижение уровня ответственности).

Окончательные и принципиальные решения о восстановлении или усилении зданий принимаются с учетом их физического и морального износа, назначения и социально-экономической целесообразности мероприятий по восстановлению или усилению.

## **Глава 7. Противопожарные мероприятия при проектировании зданий в сейсмических районах**

Учитывая особенности сейсмических условий, в которых происходит эксплуатация зданий и сооружений, при проектировании устанавливаются специальные требования к строительным конструкциям со средствами огнезащиты, автоматическим установкам пожарной сигнализации и пожаротушения, системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (далее - системы противопожарной защиты), предназначенным для применения в зданиях, строениях и сооружениях, возводимых в сейсмических районах, которые изложены в главе 9 «Противопожарные мероприятия» СП 14.13330.2014 [40]. К таким особенностям проектирования лестничных клеток и их конструкций в сейсмических условиях, в частности, относятся:

- объемно-планировочные решения лестничных клеток проектируются закрытыми с обязательным естественным освещением через оконные проемы в наружных стенах на каждом этаже;

- не допускается устройство эвакуационных лестничных клеток в виде отдельно стоящих сооружений, поэтому в сейсмических районах они проектируются только в пределах контура здания или сооружения;

- расположение и число эвакуационных путей и выходов определяется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности;

- в зданиях высотой более трех этажей эвакуационные пути, как правило, не должны проходить через антисейсмические швы, а при устройстве двух и более путей эвакуации допускается, чтобы не более 50 % из них проходило через антисейсмические швы;

- здания детских дошкольных учреждений, размещаемые в сейсмических районах, проектируются не выше двух этажей, а этажность школ и учебных корпусов школ-интернатов проектируются не выше трех этажей.

Требуемый и безопасный предел огнестойкости строительных конструкций зданий, строений и сооружений, возводимых в сейсмических районах, обеспечивается за счет применения современных и эффективных средств огнезащиты, которые соответствуют требованиям Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». При этом уровень эффективности средств огнезащиты оценивают по ГОСТ Р 53292 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе» и ГОСТ Р 53295 «Средства огнезащиты для стальных конструкций». В соответствии с требованиями ГОСТ 30247.0 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость» устанавливается расчетный предел огнестойкости конкретной строительной конструкции. По ГОСТ 30403 «Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности» устанавливается класс пожарной опасности строительных конструкций. При проектировании зданий, сооружений и строений в сейсмических районах производится выбор строительных конструкций со средствами огнезащиты и системы проти-

вопожарной защиты с учетом устойчивости соответствующей строительной конструкции при пожаре, воздействии землетрясения и после него. В соответствии с методиками, приведенными в действующих нормах СП 2.13130 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты», устанавливаются основные требования по сейсмостойкости к строительным конструкциям со средствами огнезащиты, системам противопожарной защиты. Применяемые в проектах современные средства огнезащиты призваны обеспечивать выполнение строительными конструкциями их несущих функций при сейсмических воздействиях после температурного воздействия по стандартному температурному режиму по ГОСТ 30247.0 в течение времени, равного требуемому пределу огнестойкости защищаемой строительной конструкции. Предложенные к применению в составе проекта средства огнезащиты не должны снижать способность конструкций противостоять сейсмическим воздействиям. Конструктивные и иные средства огнезащиты, применяемые для повышения огнестойкости строительных конструкций, в обязательном порядке подвергаются испытаниям на сейсмические воздействия по надежности их крепления к защищаемым от воздействия огня конструкциям. Расчетная сейсмичность для средств огнезащиты и систем противопожарной защиты принимается равной сейсмичности площадки защищаемого объекта с учетом высоты его размещения. С учетом требований СП 2.13130 на натурных фрагментах, при помощи расчетных или экспериментальных методов производится определение устойчивости к сейсмическим воздействиям строительных конструкций со средствами огнезащиты и систем противопожарной защиты. При этом конструкции подвесных потолков не учитываются при определении и повышении пределов огнестойкости покрытий и перекрытий зданий, строений и сооружений, размещаемых в сейсмических районах. Расчеты строительных конструкций со средствами огнезащиты и систем противопожарной защиты на сейсмические воздействия включают в состав вычисления дополнительных параметров: параметры колебаний и напряженно-деформированного состояния элементов крепления с учетом демпфирования и взаимодействия с основанием; прочность элементов крепления с учетом характеристик прочности средств огнезащиты при динамических нагрузках. В расчетах строительных конструкций сейсмостойких зданий нагрузки от собственного веса средств огнезащиты строительных конструкций и систем противопожарной защиты учитываются при сборе нагрузок с учетом коэффициентов надежности. Формирование требований к пределам огнестойкости строительных конструкций объекта проводится на основе данных об их фактической огнестойкости в условиях с сейсмичностью более 7 баллов, которая получена путем расчетов динамики развития пожара или экспериментальным путем на здании или его фрагменте с учетом эквивалентной продолжительности пожара; оценки эффективности технических решений по обеспечению огнестойкости строительных конструкций. Конструктивные решения по огнетеплозащите несущих и ограждающих конструкций элементов остова зданий и инженерных коммуникаций приведены на рис. 88 и 89.

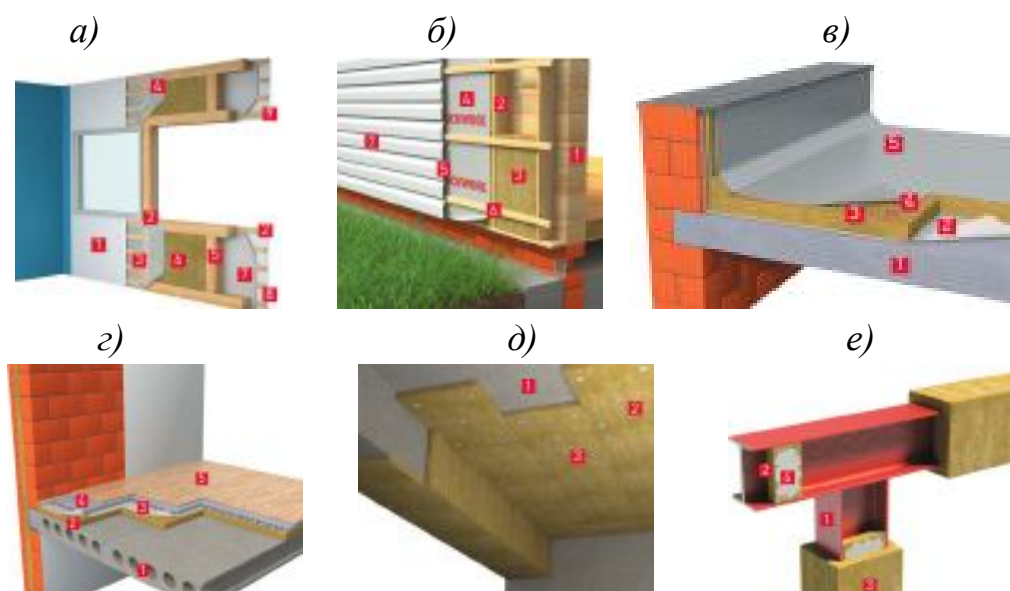


Рис. 88. Принципиальные конструктивные решения по огнетеплозащите несущих и ограждающих конструкций остовов зданий или сооружений:

**а**–облегченная каркасная перегородка или внутренняя самонесущая стена; 1-внутренняя обшивка; 2-контробрешетка; 3-воздушная прослойка  $\delta=10-20\text{мм}$ ; 4-пароизоляция; 5-стойка каркаса; 6-негорючая огне-тепло-звуко изоляционная минераловатная плита ЛАЙТ БАТТС/ЛАЙТ БАТТС СКАНДИК; 7-ветро-влажностная мембрана ROCKWOOL для стен; 8-вентиляционная воздушная прослойка  $\delta=30-40\text{мм}$ ; 9-внешняя обшивка;

**б**- огне-тепло-звукоизолированная кирпичная стена; 1-стена; 2-каркас; 3-негорючая огне-тепло-звукоизоляционная минераловатная плита ЛАЙТ БАТТС/ЛАЙТ БАТТС СКАНДИК; 4-ветровлагодзащитная мембрана ROCKWOOL для стен; 5- вентиляционная воздушная прослойка  $\delta=50\text{мм}$ ; 6- контробрешетка; 7-внешняя обшивка;

**в**-конструкция плоской кровли по железобетонной плите покрытия; 1-плита; 2-пароизоляция ROCKbarrier 3- негорючая огне тепло звукоизоляционная минераловатная плита РУФ БАТТС, РУФ БАТТС Н+РУФ БАТТС В, РУФ БАТТС ОПТИМА; РУФ БАТТС ЭКСТРА; 4-крепежный элемент ROCKclip; 5-гидроизоляция ROCKmembrane;

**г**-железобетонное перекрытие с полами со стяжкой; 1-железобетонная плита; 2 - негорючая огне-тепло-звукоизоляционная минераловатная плита ФЛОП БАТТС; 3-разделительный слой; 4-распределительная сборная цементно-песчаная стяжка, укладываемая без разделительного слоя; 5-покрытие пола;

**д**-огнезащита железобетонного потолка в помещениях (трибуны); 1-защищаемая железобетонная конструкция; 2-негорючая огне тепло звукоизоляционная минераловатная плита FT BARRIER; 3-анкерный элемент;

**е**-стальная конструкция рамы; 1-защищаемая стальная колонна и балка; 2-вставки, вырезанные из плит CONLIT SL 150; 3-огнезащитное покрытие CONLIT SL 150; 4-клей CONLIT Glue

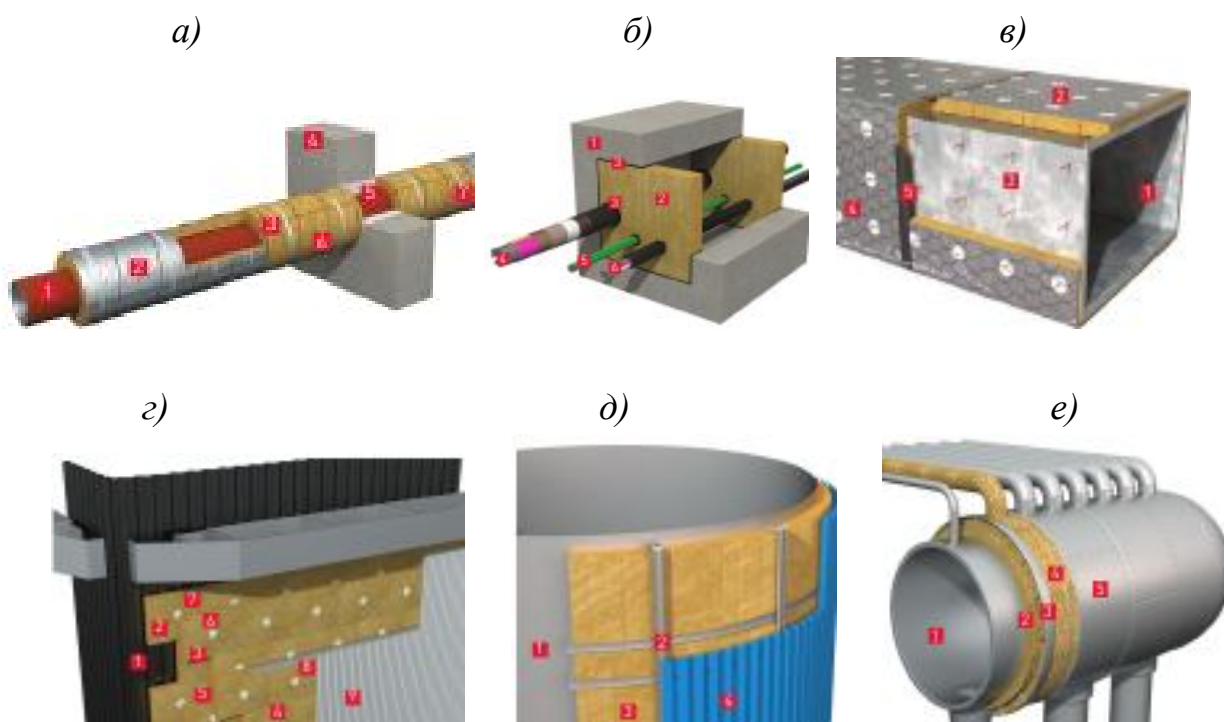


Рис. 89. Принципиальные конструктивные решения по огнетеплозащите инженерных систем коммуникаций и оборудования зданий или сооружений:

**а**-трубная проходка; 1-труба; 2-цилиндр *ROCKWOOL*  $\kappa/\phi$ ; 3-цилиндр *CONLIT HS 150*; 4-ограждающая конструкция; 5-участок замоноличивания; 6-вязальная проволока; 7-бандажная лента;

**б**-кабельная проходка; 1-ограждающая конструкция; 2-огнезащита *CONLIT SL 150*; 3-мастика *HILTI CP 611A*; 4-кабель *AKBBГ*; 5-силовой кабель *ААШв*; 6-силовой кабель *АВВГ*;

**в**-воздуховод; 1-защищаемая конструкция воздуховода; 2-огнезащитное покрытие мат *ALU 1 WIRED MAT 80*; 3-приварной штифт; 4-прижимная шайба; 5-алюминиевая самоклеющаяся лента;

**г**-стенки высокотемпературного котла; 1-стенка котла; 2, 3, 4-негорючие огне-теплоизоляционные минераловатные плиты *FIREBATTS 100/TEX BATTC 150/Маты WIRED MAT 50, 80, 105*; 5-дистанционный элемент; 6-приварной штифт; 7-профильная планка; 8-кожух из стального профилированного листа;

**д**-низкотемпературный резервуар; 1-стена резервуара; 2-опорная конструкция кожуха; 3-негорючая огне-тепло изоляционная минераловатная плита *TE BATTC 50, 75*; 4-защитный кожух;

**е**-высокотемпературный резервуар; 1-резервуар; 2-негорючая огне-тепло изоляционная минераловатная плита *Мат WIRED MAT*; 3-опорная конструкция кожуха; 3-; 4-бандажная лента; 5-защитный кожух

## **Глава 8. Оборудование технологической части автоматических установок пожаротушения**

При разработке проектов технологической части автоматических установок пожаротушения, включая трубопроводы, их опорные конструкции; модули пожаротушения; коллекторы; распределительные устройства и т.д., проводится оценка сейсмостойкости применяемого перечня оборудования технологической части автоматических установок пожаротушения. Для обоснования сейсмостойкости оборудования технологической части автоматических установок пожаротушения при сейсмических воздействиях выполняются расчеты или применяются экспериментальные испытания с использованием методов, приведенных в СП 2.13.130.

Надежность крепления модулей, батарей автоматических установок и объединения их коллектором пожаротушения к строительным конструкциям и проверка креплений проводится с учетом устойчивости на сейсмические воздействия. В зависимости от эксплуатационных условий нормируется величина предельно допустимых перемещений, включая недопустимые соударения; недопустимые перекосы; разуплотнение герметичных стыков и т.п. при сейсмических воздействиях, которые определяются и назначаются из условий предельно допустимых величин перемещений для оборудования и трубопроводов.

Сейсмические нагрузки на оборудование технологической части автоматических установок пожаротушения задаются с учетом одновременного сейсмического воздействия по трем пространственным компонентам, включая  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . В расчетах сейсмостойкости оборудования технологической части автоматических установок пожаротушения учитывается два вида сейсмических нагрузок, в том числе:

- инерционные, вызванные динамическими колебаниями системы при заданном сейсмическом воздействии;
- возникающие в результате относительного смещения опор оборудования технологической части автоматических установок пожаротушения при сейсмическом воздействии.

С целью установления и обоснования требуемой сейсмостойкости массивного оборудования технологической части автоматических установок пожаротушения в проектах учитывается влияние колебаний оборудования на его опорные элементы. При проектировании протяженных элементов оборудования технологической части автоматических установок пожаротушения их расчет сейсмостойкости выполняется с учетом различия в условиях сейсмического нагружения опорных конструкций.

С учетом гидродинамических воздействий при сейсмических колебаниях жидкости рассчитывается и обосновывается сейсмостойкость оборудования технологической части автоматических установок пожаротушения (модули пожаротушения, трубопроводы), которые частично наполнены жидкостью.

В сейсмических районах не допускается жесткая заделка труб при проходке трубопроводов установок пожаротушения через стены. При этом размеры

сквозных отверстий для пропусков труб через стены выполняются с зазором вокруг трубы не менее 0,2 м. Предусмотренный технологический зазор заполняется с использованием эластичного негорючего материала с пределом огнестойкости не ниже, чем у основной конструкции стены.

При проектировании, возведении и испытании зданий и сооружений в сейсмических районах соблюдаются нормативные требования к элементам систем автоматической пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, приемно-контрольным приборам и приборам управления автоматических установок пожаротушения.

Возведенные и смонтированные в соответствии с проектом элементы систем автоматической пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, приемно-контрольные приборы и приборы управления автоматическими установками пожаротушения подвергаются приемным испытаниям в собранном, закрепленном, отрегулированном и работоспособном состоянии, в режиме, имитирующем рабочее состояние.

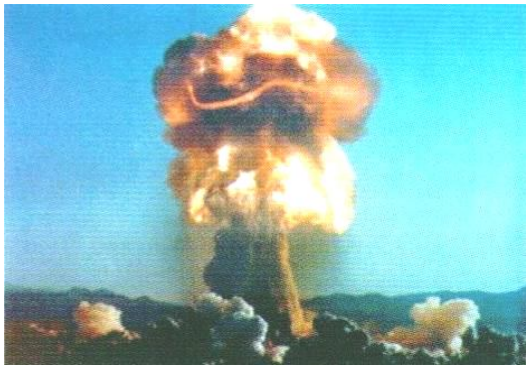
В тех случаях, когда масса и габаритные размеры элементов систем автоматической пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, приемно-контрольных приборов и приборов управления автоматическими установками пожаротушения не позволяют испытывать их в полном комплекте на испытательном оборудовании, то испытания допускается проводить по группам изделий или электротехнических панелей.

Параметры режимов нагрузок при испытаниях на стенде контролируют в основании крепления изделий. Система и способ крепления изделия на плите стенда выполняется в полном соответствии способу его крепления при эксплуатации объекта.



## Приложение 1

### Обзор хронологии сейсмических событий, воздействий и разрушений зданий и сооружений за последние 10 лет в период с 2006 по 2015 гг.

| №№ п.п. | Краткие историко-хронологические сведения и техническое описание сейсмических событий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Изображение сейсмического события или последствий землетрясения                                                                                                                                                                                                |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.      | <p><b>Землетрясение в Корякском автономном округе</b><br/>(22 мая 2006 года, Корякский АО)</p> <p>В период с 15.12 мск 22.05.2006 г. по 02.40 мск 23.05.2006 г. на территории Корякского автономного округа в 50 км севернее поселка Тилички зарегистрировано 8 подземных толчков магнитудой от <math>M=4,7</math> до <math>M=7,0</math>. Всего нарастающим итогом произошло 74 афтершока. По данным Дальневосточного регионального центра МЧС России, жертв и разрушений нет.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |
| 2.      | <p><b>Землетрясение в Индонезии</b><br/>(17 июля 2006 года, остров Ява, Индонезия)</p> <p>В 12,19 в акватории Индийского океана в 200 км от курортного района Пангандарана (южное побережье острова Ява) произошло землетрясение магнитудой <math>M=7,2</math>. В результате возникшего цунами погибло около 115 человек, ранено более 70 человек. В период с 13.05 17.07.2006 г. по 06.00 18.07.2006 г. в данном районе зарегистрировано 36 подземных толчков магнитудой от <math>M=5,1</math> до <math>M=6,2</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                              |
| 3.      | <p><b>Подземные ядерные испытания в Северной Корее</b><br/>(09 октября 2006 года, г. Кильччу, Северная Корея)</p> <p>КНДР провела ядерные испытания в 10:36 по местному времени на полигоне недалеко от г. Кильччу на северо-востоке страны. Взрыв был произведен в двухстах километрах от российской границы и на расстоянии примерно четырехсот километров от границы с Южной Кореей. Факт испытаний был подтвержден сейсмическим мониторинговым центром Южной Кореи, зафиксировавшим землетрясение силой 3,6 балла в момент взрыва. В соседней Южной Корее заявляют, что мощность подземного ядерного взрыва была небольшой и составила около 500, максимум 800 тонн в тротиловом эквиваленте.</p>                                                                                                                       |                                                                                                                                                                            |
| 4.      | <p><b>100 лет после сейсмической катастрофы в Сан-Франциско. Уроки землетрясения 1906 года. Последующее развитие науки и технологии сейсмозащиты. Взгляд в будущее. Мемориальная конференция, посвященная землетрясению 1906 г.</b> (Айзенберг Я.М., д-р техн. наук, проф. (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко филиал ФГУП НИЦ "Строительство") //Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №5, 2006. с.21-25)</p> <p>18 апреля 1906 года в 5 часов 12 минут произошло разрушительное землетрясение в г. Сан-Франциско (рис. 1, фото №1 - №7). Магнитуда землетрясений была около <math>M=7,9</math> по шкале Рихтера. Через 1 минуту после начала сильных сейсмических колебаний большая часть города лежала в руинах. Три дня продолжались пожары, которые вызвали еще большие потери, чем собственно землетрясение.</p> |  <p style="text-align: center;">Рис. 1</p>  <p style="text-align: center;">Фото №1</p> |

Более 3000 человек погибли. Ущерб оценивался в 400 миллионов долларов, что несопоставимо с нынешними оценками тех же ущербов, нынешние оценки были бы на порядки выше. Исследования землетрясения показали, что сильные движения грунта происходили вдоль 300 километровой зоны, являющейся сегментом разлома Сан-Андреас. В некоторых местах разлома взаимные смещения грунта достигали 336м. Более того, были обнаружены следы более ранних смещений, которые привели специалистов к выводу, что это было не первое землетрясение такой интенсивности в данном районе. Землетрясение произошло в Северной Калифорнии, в той части разлома Сан-Андреас, где Тихоокеанская плита движется на север относительно Северо-Американской плиты со скоростью 4,5 см в год. Когда накапливается смещение величиной несколько метров, происходит землетрясение с интенсивностью, подобной землетрясению 1906 года. Это происходит в среднем один раз в несколько сот лет. Анализ показал, что землетрясение с взаимным сдвигом берегов разлома до 4 м статистически может происходить 1 раз в 90 лет. Причины этой нестационарности не вполне ясны. Землетрясения данной магнитуды случаются примерно в десять раз реже, чем землетрясения на единицу меньшей магнитуды. Землетрясение 1906 года в Сан-Франциско было не только значительным социальным событием в США и в мире, оно не только привело к большим человеческим страданиям и жертвам, оно также стало вехой, давшей серьезный импульс профессиональной деятельности в области сейсмостойкого строительства, сейсмологии, сейсмической безопасности сооружений и населения. Сформулирована концепция сейсмического цикла как периода замедленного накопления деформации с последующим быстрым высвобождением энергии. 490 городских кварталов сгорели полностью и 32 квартала – частично. 90% разрушений было связано с пожаром (фото № 2). Потери от пожаров усугубились повреждениями водопроводов, в связи с разжижением и деформациями грунта. Для городов, находящихся в сейсмически опасных районах мира, характерна высокая сейсмическая уязвимость и высокий сейсмический риск. Это Стамбул, Токио, Ташкент. В России это Сахалин, Камчатка, Северный Кавказ, Восточная Сибирь.



Фото №2



Фото №3



Фото №4

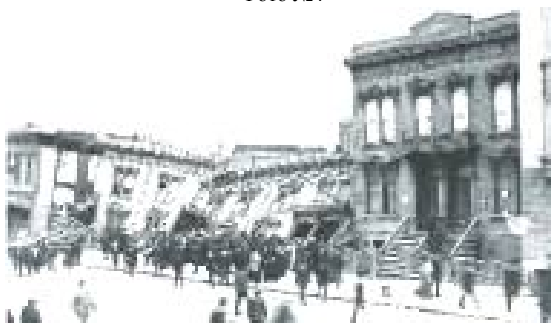


Фото №5



Фото №6

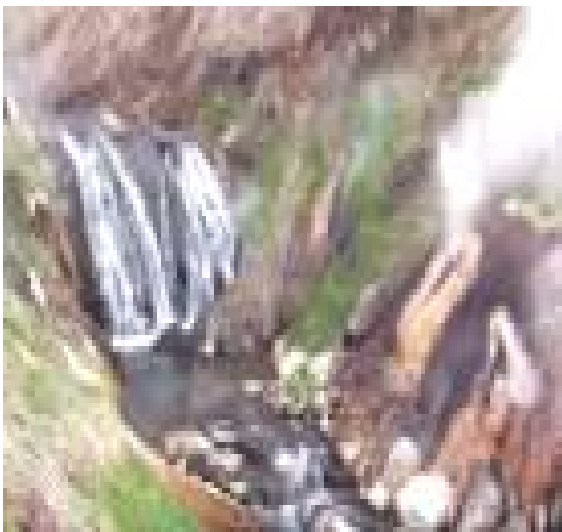


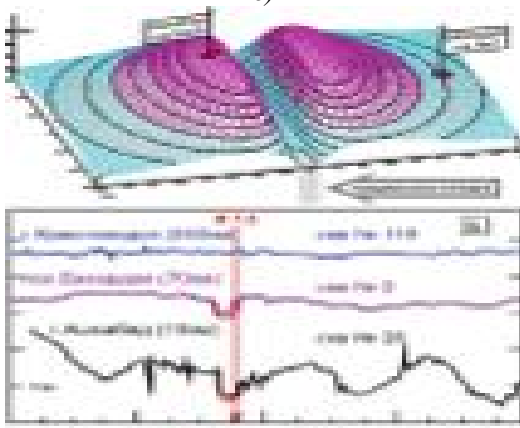
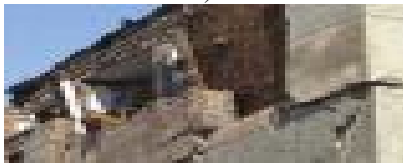
Фото №7

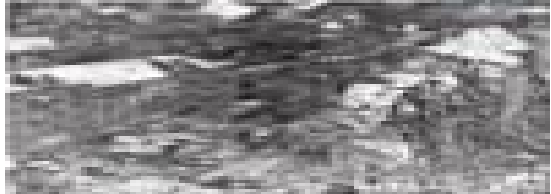
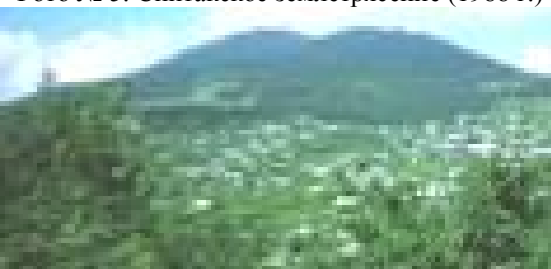
| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | <p><b>200 подземных толчков за сутки в Японии</b><br/> <i>(25 марта 2007 года, Япония)</i></p> <p>За последние сутки в Японии зафиксировали почти две сотни подземных толчков. Самый сильный — почти семь баллов — произошел на полуострове Ното: там много раненых, один человек погиб. По расчетам Национального метеорологического агентства, в ближайшие дни стоит ждать новых землетрясений. Вероятность прогноза — 70 процентов. 200 подземных толчков за сутки — это очень много даже для самой сейсмоактивной страны в мире. Это так называемые отголоски вчерашнего землетрясения — сильнейшего за последние 70 лет для запада Хонсю. Телевидение каждые полчаса прерывает трансляции для сводок из западных префектур, а жители этих районов боятся возвращаться домой. Прошедшую ночь многие семьи предпочли провести в машинах. Как выяснилось, не зря. Сегодня самые сильные толчки зафиксировали днем — в 2.40 по местному времени. Зафиксировали их ученые, но и без приборов их почувствовали все. 5 баллов по шкале Рихтера, и еще несколько сот деревянных японских домов сложились, как игрушки. Всего к концу второго дня стихии разрушенными оказались 600 построек. Сотни километров трасс и улиц остановлены из-за гигантских трещин и оползней. В самой разрушенной префектуре Исикава создан специальный штаб, где кроме спасателей работают и члены кабинета министров Японии. Глава правительства Синдзо Абэ через прессу успокаивает жителей пострадавших районов и обещает помочь всем. Этому землетрясению по японской традиции уже дали имя — его назвали в честь полуострова Ното, где располагался эпицентр подземных толчков. Из своей многовековой истории японцы знают, что за одним сильным землетрясением последуют и другие, но предсказать их точное время наука пока не может. Встать в дверной проем или забраться под стол и по возможности не паниковать — единственный внятный совет, который власти и ученые в такой ситуации могут дать своим гражданам.</p> |   |
| 6. | <p><b>Обрушение строящегося тоннеля линии метрополитена в Пекине</b><br/> <i>(28 марта 2007 года, Пекин (КНР))</i></p> <p>В Пекине обрушился тоннель линии метрополитена, строящейся к летней Олимпиаде, которая пройдет в Китае в 2008 году. Как сообщает Reuters, под завалами оказались 6 рабочих. После ЧП на месте происшествия просел грунт и образовалась гигантская воронка. Это не первый инцидент, случившийся при строительстве этой 25-километровой линии метро. Так, в июне прошлого года в результате аналогичного инцидента погибли 2 человека. К 2008 г планируется построить около 80 километров новых линий метро. Всего к августу 2008 года в столице Китая построено 84 километра новых линий метро.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |



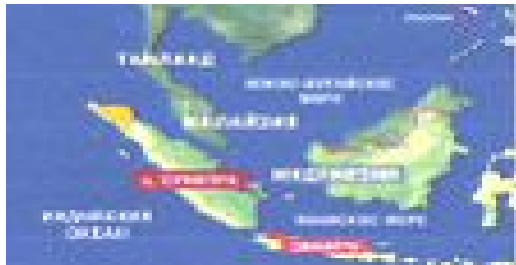
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.  | <p><b>Обрушение подземного уровня офисного здания с подвижкой грунта в Москве</b><br/>(22 апреля 2007 года, Москва)</p> <p>Во время проведения земляных работ по строительству подземного уровня нового офисного здания обрушилась часть подземного укрепления, что привело к подвижкам грунта. В результате того, что подземная часть стены оказалась повреждена, часть грунта провалилась в котлован. «Длина провала составила 50 метров, ширина — 10, а глубина — 5 метров». Из-за подвижки грунта лопнула водопроводная труба <math>d=30\text{мм}</math>. Из-за аварии перекрыто движение и изменены маршруты. Провал грунта произошел из-за повреждения водонесущей трубы. По второй версии провал грунта произошел из-за реакции Неглинки на деформацию подземного грунта, в зоне строительства новой линии метрополитена.</p> |    |
| 8.  | <p><b>Землетрясение на Камчатке</b><br/>(23 апреля 2007 года, побережье Камчатки)</p> <p>Землетрясение силой в 4,3 балла по шкале Рихтера произошло у восточного побережья Камчатки, сообщает пресс-служба Дальневосточного регионального центра МЧС РФ. Эпицентр землетрясения, зарегистрированного в понедельник вечером, располагался в 50 километрах к северо-востоку от поселка Налычево, в 85 километрах от Петропавловска-Камчатского. По данным Дальневосточного регионального центра МЧС РФ, пострадавших и разрушений в результате подземных толчков нет. Угрозы возникновения цунами не было.</p>                                                                                                                                                                                                                         |   |
| 9.  | <p><b>Провал грунта в Москве</b><br/>(15 мая 2007 года, Москва)</p> <p>Вечером в районе дома № 92 по Ленинскому проспекту недалеко от перекрестка с улицей Удальцова образовался провал грунта. Около четырех квадратных метров асфальта провалились на глубину до пяти метров «вплотную к дороге». Такую просадку вызвало повреждение стальной трубы диаметром 300 миллиметров. Она пролежала в земле свыше 45-ти лет. Повреждение в трубе было всего 2 сантиметра. Оно образовалось из-за коррозии металла», — сообщили по телефону из ГУП «Мосводоканал». На водоснабжение близлежащих домов провал грунта не повлиял.</p>                                                                                                                                                                                                        |  |
| 10. | <p><b>Мощное землетрясение в на западе Индонезии</b><br/>(24 мая 2007 года, о. Сумбава (Индонезия))</p> <p>Мощное землетрясение в четверг утром произошло на западе Индонезии. Сила подземных толчков, эпицентр которых находился в 120 километрах от острова Сумбава, составила от 5,6 до 6,5 балла по шкале Рихтера. Данных о жертвах и разрушениях на острове не поступало. В результате цунами, вызванного 9-балльным землетрясением, произошедшим у восточного побережья Индонезии в конце декабря 2004 года в странах Юго-Восточной Азии погибли около 220 тысяч человек.</p>                                                                                                                                                                                                                                                  |  |

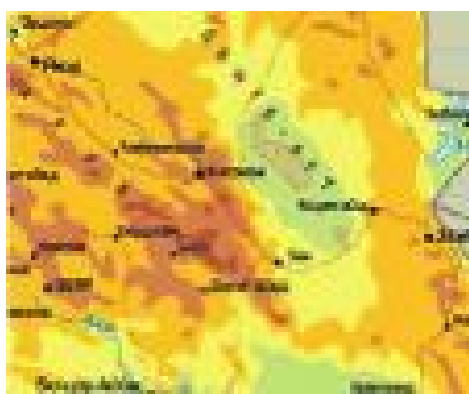
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3                                                                                    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 11. | <p><b>Природная катастрофа в Долине Гейзеров</b><br/> <i>(3 июня 2007 года, Камчатка)</i></p> <p>ДМС МПР России и Росприроднадзор провели консультации с ЮНЕСКО, ЮНЕП в связи с природной катастрофой, произошедшей в Долине Гейзеров. На территории Кроноцкого заповедника в Долине Гейзеров сошел селевой поток, в результате образовалась плотина из грязе-каменного материала, перегородившая реку Гейзерную. В долине реки образовалось озеро, в котором наблюдается повышение уровня воды. Проводятся оценки ущерба, нанесенного природным объектам. Кроноцкий заповедник организован в 1934 г. В долине реки Гейзерной известно более 200 источников, около 90 источников — гейзерного типа. С 1985 г. Кроноцкий заповедник включен во Всемирную сеть биосферных резерватов, с 1996 г. вошел в состав объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Вулканы Камчатки».</p>                                                      |    |
| 12. | <p><b>Обрушение автомобильного моста в США</b><br/> <i>(2 августа 2007 года, Миннеаполис (США))</i></p> <p>В США в городе Миннеаполисе разрушился автомобильный восьмипятый 150-метровый мост через реку Миссисипи на автостраде 35W. Согласно предварительной информации, разрушение моста произошло в час пик, погибли 7 человек, более 60 ранены. С моста высотой около 20 м упало несколько десятков автомобилей, по некоторым оценкам, до полусотни. Стальной арочный мост высотой 64 фута был возведен в 1967 году и сконструирован таким образом, что на протяжении всей длины у моста не было дополнительных опор, кроме тех, которыми он упирался в берега реки. Согласно данным губернатора штата Миннесота, мост обследовался сотрудниками министерства транспорта штата в 2005 и 2006 гг. Обследование не выявило серьезных дефектов. Власти Миннесоты назвали сегодняшнюю трагедию катастрофой исторического масштаба.</p> |   |
| 13. | <p><b>19 подземных толчков на Сахалине</b><br/> <i>(09 августа 2007 года, остров Сахалин)</i></p> <p>На Сахалине минувшей ночью произошло 19 подземных толчков магнитудой менее 5 баллов по шкале Рихтера. Как сообщили в пресс-службе МЧС России, землетрясения не повлекли за собой человеческих жертв и значительных разрушений. Всего со 2 августа с. г. на острове зафиксировано более 200 толчков малой интенсивности, из них 6-магнитудой более 5 баллов по шкале Рихтера. В настоящее время на Сахалине полным ходом идет ликвидация последствий разрушительного землетрясения, произошедшего 2 августа в акватории Татарского пролива. Тогда в результате подземных толчков, сила которых достигала 6,1 балла, в Невельске были повреждены жилые дома и здания административно-социального назначения, было нарушено энерго- и водоснабжение.</p>                                                                              |  |

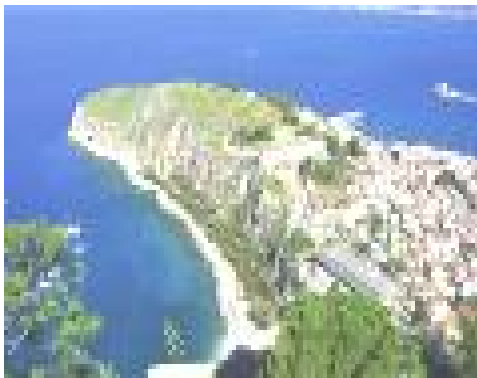
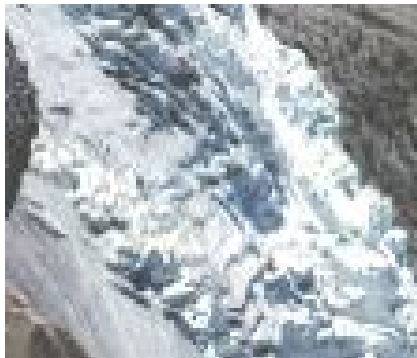
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. | <p><b>Мощное землетрясение на побережье Перу</b><br/> <i>(15 августа 2007 года, Лима (Перу))</i></p> <p>Мощное землетрясение — силой 7,9 балла по шкале Рихтера—произошло в центральной части побережья Перу. Мощный подземный толчок разрушил тысячи зданий, стал причиной оползней и цунами. По последним данным, жертвами стихии стали более 450 человек, несколько тысяч получили ранения. В стране объявлена чрезвычайная ситуация. Эпицентр землетрясения, которое началось в 18:40 по местному времени, находился в 170 км к югу от столицы Перу—Лимы. После первого толчка, продолжавшегося более минуты, сейсмологи зарегистрировали еще 12 более слабых толчков силой от 4 до 6 баллов. В зоне стихийного бедствия оказались несколько небольших городов побережья, в том числе Чинча-Альта, Писко, Ика, а также сама столица.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 15. | <p><b>Аспекты защиты от землетрясений</b><br/> <i>(Хачиян Э.А., академик НАН РА, д-р техн. наук, проф. Ереванского государственного университета. О некоторых аспектах защиты от землетрясений // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №5, 2007, с.11-15. )</i></p> <p>Установлено, что землетрясение - настолько сложное природное физическое явление, связанное с нерегулярными тектоническими движениями литосферных плит, прочностными и деформационными характеристиками пород земной коры и их водонасыщенности, непрерывными физико-химическими процессами, происходящими внутри Земли, с его сложными вращательными движениями и взаимодействием с другими космическими объектами и десятками других факторов, которые сильно отличаются друг от друга в разных сейсмоактивных регионах. Сформировалось мнение, что наилучший способ защиты от землетрясений—это <u>качественное сейсмостойкое строительство и своевременная подготовка к ним</u>. Это осуществляется путем систематического усовершенствования основных концепций сейсмического воздействия, принципов расчета, проектирования и возведения зданий и сооружений—т.е. норм сейсмостойкого строительства. Поэтому <u>главное внимание необходимо уделять вопросам безопасности сооружения, а не установлению точного дня и часа его обрушения</u>. Известно мнение Ч. Рихтера: «Мне не нравится этот патологический интерес к прогнозу. Он отвлекает нас от уже известного риска и от уже известных мер, которые следует предпринять для устранения этого риска. Мы знаем, где находятся места, которым угрожает опасность и какие постройки в этих местах ненадежны», а также мнением американских ученых Дж. Гира и Х. Шаха: «...мы с уверенностью можем предсказать, что большинство будущих землетрясений предсказаны не будут».</p> <p><i>(смотреть продолжение)</i></p> | <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>Фото №1. Ашхабадское землетрясение (1948 г.)</p> <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>Фото №2. Ташкентское землетрясение (1966 г.)</p> |

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p data-bbox="488 185 628 208">(продолжение)</p> <p data-bbox="256 241 858 1951">Механизм возникновения землетрясения имеет еще много не до конца выясненных аспектов. Ученым удалось разработать достаточно близкую к действительности теорию (модель) сейсмического воздействия на здания и сооружения. Эта, так называемая <b>спектральная теория сейсмического воздействия</b>, в разных модификациях, в настоящее время принята в нормативных документах по сейсмостойкому строительству почти во всех сейсмоактивных странах мира. При каждом разрушительном землетрясении, независимо от страны, где оно произошло, необходимо организовать специальную экспедицию ученых в области сейсмостойкого строительства и инженеров-проектировщиков (а не только сейсмологов, как это бывает в большинстве случаев). Приходится констатировать, что из-за отсутствия надежных акселерографов и сети сильных движений грунтов на всей территории бывшего СССР, не было накоплено достаточное количество акселерограмм сильных землетрясений с магнитудой <math>M &gt; 5</math>. Такие записи не были получены ни при Ашхабадском (рис. 1), ни при Ташкентском (рис. 2), не при землетрясениях на Камчатке (1959 г.), в Зангезуре (рис. 3), в Дагестане (1970 г.), Сахалине (1995 г.), Ноемберяне (рис. 6) и многих других. А при двух мощных землетрясениях 1976 г. в Газли (рис. 4) и 1988 г. Спитаке (рис. 5) получено всего по одной акселерограмме. Во время трагического Спитакского землетрясения 1988 г. с магнитудой <math>M = 7,0</math> получена только одна акселерограмма на расстоянии около 30 км от эпицентра. Неблагоприятно обстоит дело с регистрацией акселерограмм грунтов и сооружений при сильных землетрясениях в странах СНГ и в настоящее время. Для сравнения отметим Ашхабадское землетрясение (1948г) Ташкентское землетрясение (1966г). Вместе с тем, следует отметить, что во время Ломо-Приетского землетрясения 1989 г. в Калифорнии в 125 пунктах на грунтах с радиусом 250 км были получены трехкомпонентные акселерограммы землетрясения. При этом акселерографы были установлены не только на грунтах, но и на разных по высоте уровнях жилых и общественных многоэтажных зданий, мостов и плотин — всего получено 690 акселерограмм грунтов и сооружений. Аналогичная картина имела место и при последующих землетрясениях в Нортридже (США) в 1994 г и при сильных землетрясениях в Куширо-Оки и Кобе (Япония). Опыт и последствия разрушительных землетрясений показывают, что при строительстве и реконструкции существующих зданий необходимо придерживаться общепризнанных принципов сейсмостойкого строительства, которые являются единственно надежными и верными.</p> | <p data-bbox="1150 185 1171 208">3</p> <p data-bbox="1150 185 1171 208">а)</p>  <p data-bbox="1150 551 1171 573">б)</p>  <p data-bbox="898 916 1431 943">Фото № 3. Землетрясение в Зенгезуре (1968 г.)</p>  <p data-bbox="920 1218 1409 1245">Фото № 4. Землетрясение в Газли (1976 г.)</p> <p data-bbox="1150 1249 1171 1272">а)</p>  <p data-bbox="1150 1473 1171 1496">б)</p>  <p data-bbox="898 1626 1431 1653">Фото № 5. Спитакское землетрясение (1988 г.)</p>  <p data-bbox="879 1919 1441 1946">Фото № 6. Землетрясение в Ноемберяне (1994 г.)</p> |



| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16. | <p><b>Землетрясение в городе Невельске</b><br/>(18 августа 2006 г и 02 августа 2007 г, Невельский муниципальный район)</p> <p>После землетрясения, произошедшего 18.08.2006 г в зданиях (дом № 4а, ул. Кирпичная, пос. Горнозаводск и др.), появились тонкие трещины в торцевых стенах. Осели лестничные пролеты между 1-м и 2-м этажами, а также основания. Наблюдались широкие сквозные трещины в основании крылец (а, б). На 4-м и 5-м этажах в квартирах произошло падение тяжелых шкафов, а также отрыв и падение газовых колонок в ванных комнатах. Исходя из характера и приуроченности повреждений, можно считать, что произошла осадка дома в южном — юго-восточном направлениях. По классификации повреждений (шкала сейсмической интенсивности MSK-64) повреждения дома относятся к 1-2 и 3-4 степени (в, г, д). Интенсивность может быть оценена 7-8 баллами. По классификации, повреждения относятся к 3-4 степени и соответствуют интенсивности 8 баллов. По результатам обследования на территории Невельского муниципального района предложено проведение мероприятия: корректировка карт СМР селитебных территорий; обследование состояния жилищно-гражданских зданий и сооружений, в первую очередь, связанных с массовым нахождением людей, особенно школ, детских садов и больниц; обследование надземных трубопроводов и всех подземных коммуникаций.</p> | <p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p> <p>г) </p> <p>д) </p> |
| 17. | <p><b>Два землетрясения в Индонезии</b><br/>(04 октября 2007 года, Индонезия)</p> <p>Два землетрясения магнитудой 6,0 и 5,7 по шкале Рихтера произошли почти одновременно на западе и востоке Индонезийского (Малайского) архипелага. Эпицентр первого толчка был зафиксирован в Индийском океане в 425 километрах к юго-западу от города Банда-Ачех на острове Суматра, второго — в 150 километрах к северо-востоку от города Матарам на острове Ломбок, расположенного поблизости от курортного острова Бали. Эпицентр землетрясения находится на глубине 10 км в 367 км к юго-западу от города Синабанг. О пострадавших, разрушениях пока не сообщается.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 18. | <p><b>Три землетрясения на побережье Камчатки</b><br/>(05 октября 2007 года, Петропавловск-Камчатский)</p> <p>Три землетрясения произошли в пятницу у восточного побережья Камчатки. Представитель Камчатского филиала Геофизической службы РАН сообщил что, первый подземный толчок магнитудой 4,1 по шкале Рихтера сейсмостанции зарегистрировали в 09.53 (00.53 мск) в 170 км к востоку от Петропавловска-Камчатского на глубине около пяти километров под морским дном. Следом за первым, с интервалом в несколько минут, в том же районе произошли еще два землетрясения магнитудой 4. Угрозы возникновения цунами нет.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 19. | <p><b>Землетрясение на Курильских островах</b><br/> <i>(07 ноября 2007 года, Курильские острова)</i></p> <p>В 23:37 (16:37 мск) в 27 км восточнее острова Ушишир зарегистрировано землетрясение на глубине 80 км, магнитудой 4,6. Данное землетрясение на территории Сахалинской области не ощущалось. Жертв, разрушений, угрозы возникновения цунами нет. Итого с момента сильного землетрясения, произошедшего 15 ноября 2006 года, в районе Курильских островов нарастающим итогом зарегистрировано 848 афтершоков.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
| 20. | <p><b>Землетрясение в Иране</b><br/> <i>(18 ноября 2007 года, Тегеран (Иран))</i></p> <p>По сообщению геофизического центра Тегеранского университета землетрясение магнитудой 4,7 произошло в юго-восточной иранской провинции Керман. Подземный толчок был зафиксирован в районе населенного пункта Фарьиб в 18.05 по местному времени (17.35мск). В Иране почти каждые десять лет происходит землетрясение магнитудой более 7,0. Территория страны входит в десятку самых сейсмоопасных районов земного шара. При землетрясениях в городах Бам (в 2003 г.) и Заранд (в 2005 г.) провинции Керман погибли более 31 тысячи человек, около 42 тысяч получили ранения. Древний город Бам был разрушен почти полностью.</p>                                                                                                          |    |
| 21. | <p><b>Надзор за сейсмостойкостью строящихся объектов</b><br/> <i>(26.11.2007г., Москва- Невельск, Сахалинск)</i></p> <p>Ростехнадзор (Москва) приступает к надзору за строящимися объектами в пострадавшем от землетрясения сахалинском городе Невельск. Специалисты Федеральной службы будут контролировать возведение разрушенных стихией производственных и социальных объектов, а также жилых зданий. Шестибалльное землетрясение 2 августа 2007 года нанесло непоправимый ущерб 239 жилым домам и 29 объектам соцкультбыта в Невельске. В результате стихийного бедствия жилья лишились около 8 тыс человек. В Невельске уже сданы в эксплуатацию три дома, способные устоять при землетрясении силой в 9 баллов. В самом городе и селе Троицкое Анивского района строятся еще около 40 трехэтажных сейсмостойких зданий.</p> |  |
| 22. | <p><b>Звук органа разрушает памятник архитектуры</b><br/> <i>(09 декабря 2007 года, Домский собор. Рига (Латвия))</i></p> <p>Мощный звук церковного органа разрушает памятник архитектуры. Городским властям пришлось приглушить громкость знаменитых концертов на Домской площади. Специалисты проверили состояние собора с помощью ультразвука. Оказалось, что часть сводов повреждена, а две колонны сместились. Здание может рухнуть. Высокочастотные колебания, словно иерихонские трубы, приводят к появлению трещин на витражах и даже на стенах храма. Допустимая норма уровня звука постоянно превышает. С 6:00 до 7:00ч. уровень шума не должен превышать 60 децибел, а вечером с 19:00 до 23:00 ч.—55 децибел.</p>                                                                                                      |  |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 23. | <p><b>Обрушение 12-этажного жилого дома в Египте</b><br/> <i>(24 декабря 2007 года в Александрии (Египет))</i></p> <p>В Александрии, крупнейшем порту Египта, обрушился 12-этажный жилой дом. Он был построен нелегально почти 25 лет назад. Первоначально в доме было 7 этажей, но со временем его владельцы надстроили еще пять. Сейчас владелец здания, предположительно находящийся в Кувейте, разыскивается полицией. По делу об обрушении дома арестованы представители строительной компании и сотрудник городской администрации. Число жертв обрушения достигло 35 человек. Прокуратора выдала ордер на арест владельца здания, архитектора и подрядчика. В Египте обрушение домов в крупных городах — частый инцидент и достраивание новых этажей над существующими домами без выселения жильцов является распространенной практикой. Как сообщил мэр Александрии Адель Лабиб, в городе около 31 тыс. зданий, построенных с теми или иными нарушениями законов.</p> |    |
| 24. | <p><b>Землетрясение в Греции</b><br/> <i>(06 января 2008 года, Афины (Греция))</i></p> <p>Сила землетрясения составила 6,5 балла по шкале Рихтера. Эпицентр находился в 120 км южнее Афин, в юго-восточной части полуострова Пелопоннес на глубине — около 60 км под землей. Северная часть Греции находится под угрозой серьезного землетрясения, и даже цунами. Специалисты Афинского университета обнаружили крупный разлом земной коры в Эгейском море. Длина разлома составляет около 160 км. По прогнозам, в этом районе возможно землетрясение с магнитудой 7,6 балла по шкале Рихтера. Если это произойдет, то в море образуется приливная волна высотой 2 - 3 м, которая обрушится на северные берега материковой Греции.</p>                                                                                                                                                                                                                                       |   |
| 25. | <p><b>Разрушительное землетрясение в Руанде</b><br/> <i>(03 февраля 2008 года, Руанда)</i></p> <p>По информации Геологической службы США, на юге Руанды произошло землетрясение силой 5 баллов по шкале Рихтера. Местная полиция подтвердила гибель 39 человек, еще 380 человек получили серьезные ранения. Землетрясение разрушило много зданий. Власти сообщают о том, что под завалами находятся люди, поэтому число жертв может значительно вырасти в ближайшее время. На месте происшествия начались спасательные работы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
| 26. | <p><b>Разрушительный сход лавины в Северной Осетии</b><br/> <i>(19 февраля 2008 года, Республика Северная Осетия — Алания)</i></p> <p>В результате схода лавины на стройплощадку Зарамагской ГЭС в Алагирском ущелье погибли три человека, разрушено административное здание. Ущерб составил более 60 млн р. В течение суток произошел сход 13 лавин, в том числе 11-расстреляно и спущено принудительно. Еще остается более 100 лавинных очагов. По данным МЧС скорость лавин может достигать до 400 км/ч. Специалисты объясняют свои предположения потеплением: верхние слои снега подтаивают и уплотняются, что приводит к их сходу.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |

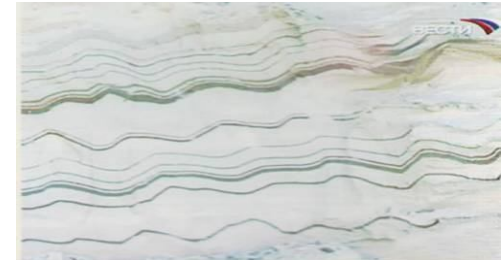


| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 27. | <p><b>Повышение сейсмической активности в Латвии</b><br/>(21 февраля 2008 года, Латвия, Прибалтика)</p> <p>Несмотря на видимое сейсмическое спокойствие стран Балтии, землетрясения в приморском регионе были и могут повториться. Новую карту сейсмической активности на территории Латвии составил и продемонстрировал коллегам латвийский сейсмолог Валерий Никулин. В стране существует 17 зон вероятной опасности. На протяжении четырехсот лет только на территории Латвии было зарегистрировано несколько толчков силой 6-7 баллов. Карта сейсмической активности чрезвычайно важна не только для строителей и страховых компаний, но и для рядовых жителей страны, планирующих строительство частных домов в разных уголках страны. Так называемых «сейсмически опасных зон» в Латвии 17. К ним относятся, например, бауская, даугавпилсская, елгавская, рижская, ирбенская, айзкраукльская. В этих местах землетрясения уже были, и есть вероятность, что они повторятся вновь.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                              |
| 28. | <p><b>Крупнейшее землетрясение в Норвегии</b><br/>(21 февраля 2008 года, Лонгирбиен (Норвегия))</p> <p>Самое крупное землетрясение в истории Норвегии магнитудой 6,2 было зафиксировано на норвежском арктическом архипелаге Свалбард, в 140 км от административного центра острова Шпицберген — города Лонгирбиена. По сообщению института сейсмических исследований землетрясение произошло в море, примерно в шести милях ниже поверхности земли.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                              |
| 29. | <p><b>Уроки разрушительных землетрясений</b><br/>(Майоров В.И., Жидков С.В. Инженерный анализ последствий землетрясений. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №2, 2008, с. 80-83)</p> <p>Анализ и оценка типовых случаев разрушений жилых зданий после землетрясений в городах Ташкент (сила землетрясения-7б), Спитак (9-10б), Ленинокан (8-9б):</p> <p><b>1а.</b> Характерным разрушением действием нормальных волн сжатия является смятие кирпичной кладки в зоне сопряжения стен с цоколем (фото №1а). Процесс разрушения сопровождается значительным поглощением энергии первого толчка сейсмической силы. Возникающий в этом случае эффект демпфирования издавна использовался строителями минаретов: кладка нескольких рядов фундамента выполнялась из необожженного кирпича, заключенного между жесткими дисками из дуба.</p> <p><b>1б.</b> По мере удаления от эпицентра, на характер разрушений влияют деформации сдвига и действия горизонтальной силы, дополнительные крутящие моменты. Это вызывает разрушения по наклонным сечениям и разрушение углов здания (фото №1б).</p> <p><b>2.</b> Группа кирпичных зданий в г. Ташкенте расположена на удалении от эпицентра, и преобладающим является действие горизонтальной сейсмической силы. Разрушения получили кирпичные стены нижних этажей, оси которых совпали с направлениями сейсмической силы. В стенах и простенках образовались наклонные и конвертообразные полости разрыва от действия растягивающих напряжений и среза (фото №2).</p> <p>(смотреть продолжение)</p> | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>а) б)</p> <p>Фото №1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>а) б) в)</p> <p>г) д)</p> <p>Фото №2</p> </div> </div> |

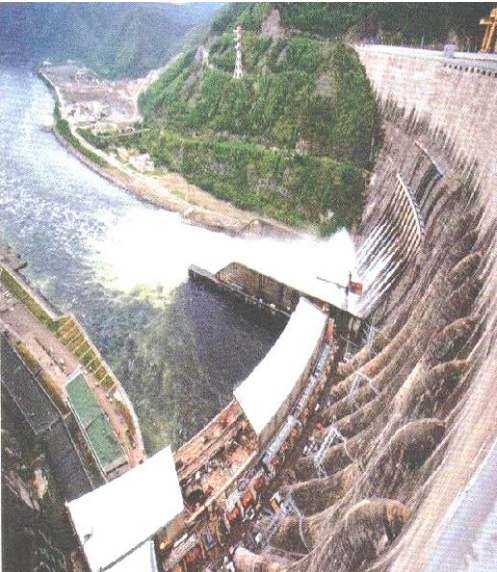
| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p style="text-align: center;">(продолжение)</p> <p>3. Разрушения каменных и каркасно-панельных зданий в Спитаке и Ленинокане, рассчитанных на силу сейсмического воздействия в 8 баллов, при девятибалльном землетрясении оцениваются как катастрофические. Причинами катастрофы являются не только превышение реальной силы землетрясения расчетной величины на 1-2 балла, но и грубые ошибки: ряд зданий имел сложную конфигурацию плана; выступающие части; разновысотные пристройки; плотное примыкание зданий разной ориентации (фото №3а, б). Торцевые секции (фото №3в) и стены разрушились не только от поперечного удара примыкающего здания (фото №3а, б), но и из-за невозможности обеспечить надежную вертикальную перевязку кладки. Те же причины привели к катастрофическим последствиям землетрясения в Южно-Сахалинске. Одной из причин обрушения и потери устойчивости торцевых стен является отсутствие связи с междуэтажными перекрытиями. Каркасно-панельные здания (КПЗ) в силу относительно малой массы, высокой пространственной жесткости и объемной симметрии в большей степени, чем каменные отвечают требованиям сейсмостойкого строительства. В г. Ленинокане, где фактическая интенсивность землетрясения (9 баллов) превысила расчетную на 1 балл, произошло массовое разрушение КПЗ. Основной причиной явилась общая потеря устойчивости здания (фото №3г) или его части (фото №3д). Общая потеря устойчивости является завершающим актом сложного механизма последовательного развития разрушений жестких узлов соединений элементов каркаса, опор и связей в процессе распространения сдвиговых и изгибных волновых возмущений по высоте здания. Деформации узловых соединений и связей приводят к превращению изначально жесткого каркаса в податливую шарнирно-стержневую систему, а затем к потере общей устойчивости, сопровождающейся перекосом и отрывом наружных стеновых панелей. При осмотре конструктивных элементов и узлов сопряжений колонн с ригелями, крепления навесных панелей с другими элементами каркаса более 70 % узлов оказались разрушенными в результате разрыва сварных швов и раздробления бетона в зоне соединения (фото №3е). Анализ последствий землетрясений в г. Газли (1984 г.) выявил высокую сейсмостойкость крупнопанельных зданий (ПЗ), построенных не в сейсмостойком варианте и выдержавших землетрясение интенсивностью 8 баллов. Наибольшей стойкостью к сейсмическому воздействию обладают (ПЗ) с поперечной ориентацией несущих стен. Объем повреждений (ПЗ) в Ташкенте (1966 г.), Газли (1984 г.), Армении (1988 г.) не превысил пределы затрат на текущий ремонт. Решение задачи неразрушимости лестничных клеток является ключевой в обеспечении сейсмобезопасности жилых зданий. Выполнение лестничными клетками функции ядра жесткости вступает в противоречие с основным назначением лестничной клетки — обеспечения безусловной срочной эвакуации людей в начальной стадии землетрясения (фото №3и).</p> | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>а)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>б)</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>в)</p>  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>г)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>д)</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>е)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>и)</p>  </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Фото №3</p> |

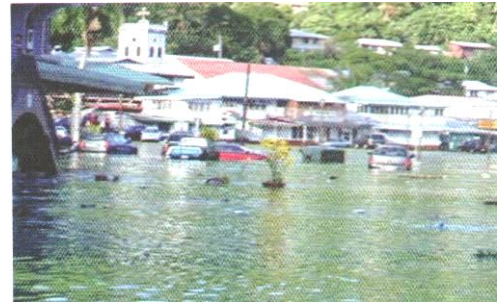


| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 30. | <p><b>Ощутимое землетрясение в районе озера Байкал</b><br/>(10 июня 2009 года, озеро Байкал)</p> <p>В 18 часов 51 мин гринвичского времени (22 часа 51 мин мск) в районе озера Байкал произошло ощутимое землетрясение с <math>M=5,1</math>. Эпицентр землетрясения находился восточнее озера Байкал на глубине 10 км, в 90 км к юго-западу от Нового Уояна, в 117 км к восток-юго-востоку от Северобайкальска, 460 км к северо-востоку от Улан-Удэ. Землетрясение ощущалось в Куморе, Улунхане 3-4 балла, Ангое, Кичере, Новом Уояне 3 балла, Северобайкальске 2 балла.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                           |
| 31. | <p><b>На Пике Сарычева произошло новое сильное извержение вулкана</b><br/>(11 июня 2009 года, остров Матуа, Курильские острова)</p> <p>В ночь с 11 на 12 июня 2009 года произошло новое сильное извержение вулкана Пик Сарычева. Высота пеплового облака достигла 8 км над кромкой кратера, пепловый шлейф простирается на 310 км на запад, 200 км на юго-запад и на 105 км на юго-восток. Пепловое облако представляет угрозу для двигателей авиалайнеров, может привести к сбою систем связи. По сведениям института морской геологии и геофизики ДВО РАН, в настоящий момент вулкан не контролируется наземными инструментальными методами наблюдений. Вулканологи предполагают, что идет извержение лавы. Для более точного сбора информации ученым необходим хотя бы облет извержения, однако пока из-за сильного извержения вулкана это невозможно. Исходя из опыта прошлых извержений вулкана Пика Сарычева, можно предполагать, что его активизация может продолжаться в течение многих дней и недель. Специалисты Сахалинской группы реагирования на вулканические извержения продолжают контролировать извержение вулкана при помощи космических снимков. Группой SVERT была отмечена высокая температурная аномалия на космических снимках Пика Сарычева. Пик Сарычева находится на необитаемом острове Матуа, ближайшие к нему острова также не заселены. Вулкан имеет высоту 1446 м. Вершинный кратер имеет диаметр около 250м и глубину 250м. Пик Сарычева является одним из наиболее активных Курильских вулканов. Его самое масштабное извержение было зафиксировано в 1946 г., когда происходили вулканические выбросы на расстояние до 7км от кратера. Последнее извержение началось 23 сентября 1976 года.</p> <p>Сарычев Гавриил Андреевич (1763-1831гг) - русский полярный исследователь, гидрограф, государственный деятель. Основоположник полярной археологии. Адмирал. В 1802-1806гг. Сарычев возглавлял Балтийскую гидрографическую экспедицию, а в 1808г. руководил гидрографическими исследованиями в России. С 1809г. почётный член Петербургской Академии Наук. Именем Г.А. Сарычева названы действующий вулкан высотой 1446м на о. Матуа и остров у побережья Северной Америки.</p> |    |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                                                                                                                                                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 32. | <p><b>Международная научная конференция о современных методах оценки сейсмического риска</b><br/> <i>(23-24 июня 2009 года, Душанбе, Таджикистан)</i></p> <p>Академией наук Республик Таджикистан и Институтом сейсмостойкости и сейсмологии была организована и проведена Международная научная конференция «Современные методы оценки сейсмического риска в горных районах» - памяти Хаитского землетрясения 10 июля 1949 года. Хаитское землетрясение произошло 60 лет тому назад, 10 июля 1949 года, жертвами которого стали около 32 тыс. людей. Магнитуда его составила 7,4, интенсивность в эпицентре 9-10 баллов по шкале МСК-64. Было подсчитано, что выход энергии при землетрясении приблизительно соответствовал энергии взрыва водородной бомбы в 40 мегатонн. Это одно из катастрофических землетрясений мира, произошедших на протяжении последних ста лет. Землетрясение явно выявило характерные черты масштабных вторичных последствий катастрофических землетрясений (оползни, обвалы, сели, запруды, наводнения). За два дня до этого, 8 июля, два сильных землетрясения были форшоками – предшественниками катастрофы, подготовившими ее, как бы надломившими склоны гор, которые 10 июля похоронили Хаит, Хисорак и множество небольших кишлаков. Поэтому целью конференции являлось: обсудить особенности проявления землетрясений в сейсмических районах и оценить их современную сейсмическую опасность, методы оценки сейсмического риска и мероприятия по его снижению. 10.06.2009г, в эпицентре землетрясения открыт мемориальный комплекс «Мать Хаита».</p> |   |
| 33. | <p><b>Сильное землетрясение на южном побережье Хонсю</b><br/> <i>(10 августа 2009 года, остров Хонсю, Япония)</i></p> <p>10 августа 2009 года в 20:07 Гринвичского времени (11 августа 00:07 мск) на южном побережье Хонсю, Япония произошло сильное землетрясение с <math>M=6,6</math>. Эпицентр землетрясения находился на Южном побережье острова на глубине 33 километра, в 155 км к запад-юг-западу от Токио, в 150 км к восток-юго-востоку от Нагоя. После землетрясения были отключены два реактора атомной электростанции Хамаока в префектуре Сидзуока, расположенной в 160 км к юго-западу от Токио на Тихоокеанском побережье. Внутри ее закрытых блоков был отмечен легкий скачок уровня радиации, однако повышения фона за пределами АЭС не произошло. Администрация АЭС сообщила, что отключение блоков было мерой предосторожности.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                    |
| 34. | <p><b>На Колыме обнаружили вулканический пепел</b><br/> <i>(13 августа 2009 года, Магадан)</i></p> <p>Ученые из Магадана на Колыме обнаружили тонны вулканического пепла. Откуда на Колыме вулканический пепел? Вулканов в регионе нет, следовательно, пепел принесло на Колыму издалека. Учёные уверены, что пепел ветер принес с Камчатки после мощного извержения вулкана примерно 40 тыс. лет назад. Зимой циклоны приходят с Камчатки на Колыму. Состав пепла такой же, как у пепла с Ичинского вулкана на Камчатке.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                    |



| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3                                                                                                                                                                         |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 35. | <p><b>Авария на Саяно-Шушенской ГЭС</b><br/> <i>(17 августа 2009 года, Саяногорск, Хакасия)</i></p> <p>Утром в 04:15 мск 17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС в Саяногорске Хакасии произошла авария. В результате сильнейшего толчка разрушился второй гидроагрегат и частично разрушилось здание машинного зала. Сильно повреждены также седьмой и девятый гидроагрегаты. В результате аварии 75 человек погибли. Саяно-Шушенская гидроэлектростанция имени П. С. Непорожного – самая мощная электростанция России, шестая по мощности гидроэлектростанция в мире. Расположена на реке Енисей, в поселке Черемушки (Хакасия), возле Саяногорска. Министр по чрезвычайным ситуациям Сергей Шойгу сообщил, что угрозы затопления населенных пунктов из-за аварии Саяно-Шушенской ГЭС нет. Плотина не повреждена, и нет угрозы ее разрушения. По состоянию на август 2009 года, ГЭС спускает воду вхолостую. На ее ремонт уйдут десятки млрд рублей, восстановление станции займет не один год. Восстанавливает станцию компания «РусГидро».</p>                                                                                                                                                                |                                                                                         |
| 36. | <p><b>Оползень со смертельным исходом в Португалии</b><br/> <i>(22 августа 2009 года, Алгавре, Португалия)</i></p> <p>22 августа 2009 года на португальском курорте Алгавре в результате оползня, по меньшей мере, 5 человек погибли, 4 ранены, еще несколько человек числятся пропавшими без вести. Информировано, что многометровая скала рухнула прямо на отдыхающих на пляже туристов. Обвалы горной породы на португальских пляжах не редкость, и практически ежегодно поступают сообщения об отдыхающих, получивших различные травмы в результате подобных происшествий. В последние годы, однако, они редко приводили к человеческим жертвам.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                        |
| 37. | <p><b>Разрушительное землетрясение на острове Ява (Индонезия)</b><br/> <i>(02 сентября 2009 года, остров Ява, Индонезия)</i></p> <p>02 сентября 2009 года, в 07 час 55 мин по Гринвичу (в 11 час 55 мин мск) у побережья центральной части острова Ява произошло разрушительное землетрясение с <math>M=7</math>. Эпицентр землетрясения находился близ острова Ява на глубине 60 км, в 95 км к югу от Бандунга, в 196 км к юг-юго-востоку от Джакарты (столица Индонезии). Геофизической Службой РАН был зарегистрирован 1 афтершок с магнитудой <math>M=5,1</math>, который произошёл через 1,5 часа после главного толчка. В результате землетрясения погибли почти 70 человек, было повреждено более 18,3 тысяч зданий. Индонезия находится в одной из сейсмически активных зон планеты, является частью так называемого «Тихоокеанского огненного кольца». В этом районе земного шара располагаются активные тектонические плиты Австралийская и Сунда. Здесь ежегодно регистрируется 6-7 тысяч землетрясений с магнитудой выше 4,0. Последнее разрушительное землетрясение произошло 17 июля 2006 года близ западного побережья острова Ява, вызвав цунами высотой до 5 м. Тогда погибли более 300 человек.</p> |   |

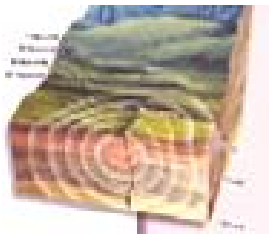
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3                                                                                                                                                                         |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 38. | <p><b>Разрушительное землетрясение в Грузии</b><br/>(08 сентября 2009 года, Онский район Грузии)</p> <p>08 сентября 2009 года в результате ночного землетрясения примерно в 02,45 мск повреждены дома в нескольких селах Онского района Грузии. В результате землетрясения никто не пострадал. На многих автодорогах отмечены камнепады. Эпицентр землетрясения находился в 150 км к северо-западу от Тбилиси, в Амбролаурском и Онском районах региона Рача-Лечхуми, магнитудой <math>M=6-8</math>. Эпицентр землетрясения на глубине 10 км в 80 км к северо-востоку от Кутаиси. Землетрясение силой до двух баллов зарегистрировано в нескольких субъектах Юга России. Подземные толчки ощущались на территории Ставропольского края, Кабардино-Балкарии, Северной Осетии и Ингушетии. В Южной Осетии сила подземных толчков составила 5,5 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  <p>Последствия землетрясения<br/>Грузия</p>                                            |
| 39. | <p><b>Вулкан Шивелуч выбросил столб пепла (Камчатка)</b><br/>(20 сентября 2009 года, Камчатка)</p> <p>20 сентября 2009 года на Камчатке вулкан Шивелуч выбросил столб пепла на высоту до 5,5 км над уровнем моря. За сутки на вулкане произошло около 100 локальных землетрясений. Ночью наблюдался непрерывный сход раскаленных лавин с юго-восточного склона вулкана. В районе активного купола фиксируются термальные аномалии с температурой от <math>+46^{\circ}\text{C}</math> до <math>+61^{\circ}\text{C}</math>, при температуре окружающей среды <math>-7^{\circ}\text{C}</math>. Шивелуч – один из самых активных вулканов Камчатки. Он имеет высоту более 3,2 км над уровнем моря. Извержения этого вулкана носят взрывной характер. Наблюдающееся в настоящее время извержение гиганта продолжается уже более года. Из поселка Ключи (50 км от вулкана) ведется видео- и фотосъемка извержения. Сейсмостанции в районе вулкана фиксируют его активность.</p>                                                                                                                                                                                                  |                                                                                        |
| 40. | <p><b>Мощное землетрясение на архипелаге Самоа</b><br/>(30 сентября 2009 года, архипелаг Самоа (Тихий океан))</p> <p>Мощное землетрясение магнитудой <math>M=8,0</math>, произошло в Тихом океане у острова Американского Самоа. Землетрясение было зафиксировано Национальной геологической службой США. Его эпицентр находился в 190 км к юго-западу от Американского Самоа на глубине 18 км. В результате образовалась пятиметровая волна, которая накрыла несколько островов. По данным американских специалистов, высота волны в районе административного центра Американского Самоа города Паго-Паго превышала полтора метра. Ударом стихии были полностью разрушены несколько населённых пунктов. «Дороги разрушены, движение транспорта парализовано. Волна смыла в океан автомобили, дома и людей.», - свидетельствует очевидец случившегося. Всего на островах проживают около 65 тыс. человек. Сейчас волна цунами продолжает расширяться. В некоторых местах ее высота достигает шести метров. На пути цунами находятся несколько островных государств, в том числе – северо-восточное побережье Новой Зеландии. В зоне риска находятся Гавайские острова.</p> |   |

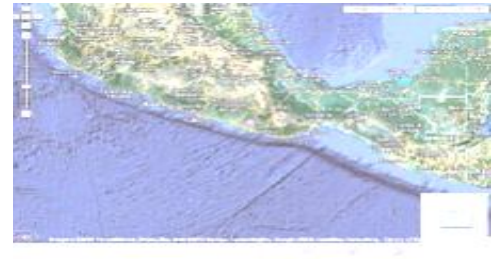


| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                                                    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 41. | <p><b>Остановлено строительство электростанции</b><br/> <i>(14 декабря 2009 года, Сан-Франциско (США))</i></p> <p>В США остановлено строительство геотермальной электростанции в районе Сан-Франциско. Ученые выяснили, что работа альтернативного источника энергии может повышать риск землетрясений. Компания AltaRock объявила о прекращении работ по бурению скважин в районе, отстоящем на 150 км к северу от Сан-Франциско. Проект сворачивается из-за того, что электростанции подобного типа могут провоцировать землетрясения. При строительстве этого типа электростанций бурятся глубокие скважины, куда закладывается взрывчатка. Взрывы разрушают горные породы, создавая между скважинами паутину трещин, через которые проходит вода. Вода будет нагреваться, превращаться в пар — и далее этот пар уже пригоден либо для отопления, либо для того, чтобы крутить лопасти турбогенератора.</p> |    |
| 42. | <p><b>Шторм в районе Сочи нанес ущерб строительству</b><br/> <i>(14 декабря 2009 года, Сочи)</i></p> <p>В ночь на 14 декабря 2009 года на строительстве грузового порта в устье реки Мзымта в Нижнеимеретинской бухте волнами силой до 8-9 баллов в море смыло часть свайных конструкций причалов, строительную технику, заготовленные для установки шпунты и сваи. Первым под удар попал комплекс «Ирбинский» в районе Сочи. Его перевернуло при попытке экипажа выйти в открытое море. Из-за шторма был потерян уникальный 400-тонный комплекс «Ирбин» по забивке свай. Людей с платформы «Ирбин» удалось спасти. Стихия уничтожила около 300 м защищавшего акваторию мола, повредила несколько кранов.</p>                                                                                                                                                                                                  |   |
| 43. | <p><b>Оценка состояния Саяно-Шушенской ГЭС</b><br/> <i>(3 февраля 2010 года, Москва)</i></p> <p>В ОАО «РусГидро» образован новый консультационный орган—Комиссия экспертов по оценке состояния системы «плотина-основание» Саяно-Шушенской ГЭС. В состав Комиссии вошли ведущие российские ученые, специализирующиеся на исследованиях в различных областях гидротехники, включая напряженно-деформированное состояние системы «плотина-основание», сейсмика и динамическое поведение сооружений, мониторинг поведения плотины. На основе концепции Комиссия будет выдавать рекомендации по эксплуатации Саяно-Шушенской ГЭС имени П. С. Непорожного.</p>                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 44. | <p><b>Безопасность Армянской АЭС</b><br/> <i>(11 февраля 2010 года, Ереван. Армения)</i></p> <p>По сведениям Национальной службы сейсмической защиты Армении, Армянская АЭС находится в относительно безопасной сейсмической зоне. Раз в 2-3 года сейсмобезопасность станции проверяют армянские специалисты и эксперты МАГАТЭ. Планируется строительство нового блока АЭС мощностью 1000 МВт, стоимостью 5млрд. долларов. Армянская АЭС, расположена вблизи г. Мецамор (в 20-30 км от Еревана). Станция введена в эксплуатацию в 1976 г. В настоящее время функционирует только второй блок станции мощностью 407,5 МВт.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |

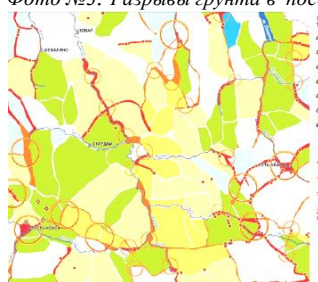
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                                                                   |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 45. | <p><b>Сильное землетрясение в Японии</b><br/>(26 февраля 2010 года, о. Рюкю (Япония))</p> <p>В 20 час 31 мин по Гринвичу (26 февраля в 23 час 31 мин мск) в Тихом океане в районе Островов Рюкю, Япония, произошло сильное землетрясение с <math>M=7.2</math>. Эпицентр землетрясения, очаг которого находился в Тихом океане, располагался недалеко от побережья островов Рюкю, Япония, на глубине 15 км, в 91 км к восток-юго-востоку от Наха на острове Окинава. Геофизической Службой РАН были зарегистрированы 4 афтершока с магнитудой <math>M \geq 5</math> в течение 15 часов после основного толчка. По данным Геологической службы США NEIS, землетрясение ощущалось на острове Окинава силой до 6 баллов.</p> |   |
| 46. | <p><b>Разрушительное землетрясение в Чили</b><br/>(27 февраля 2010 года, Центральное Чили, Консепсьон)</p> <p>27 февраля 2010 года в 06:34 по Гринвичу (09:34 мск) в Центральном Чили (Консепсьон) произошло разрушительное землетрясение с магнитудой <math>M=8.7</math> со значительными разрушениями зданий и сооружений и человеческими жертвами. Обзор без комментариев:</p>                                                                                                                                                                   |  |

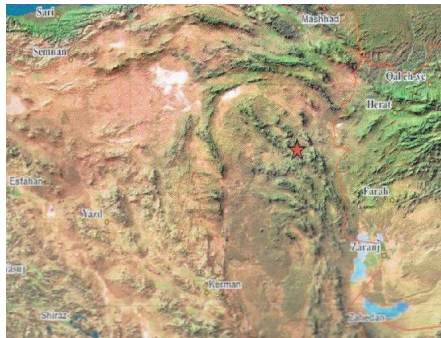


| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3                                                                                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 47. | <p><b>Сейсмическая опасность на территории России и прогноз землетрясений</b><br/>(04 марта 2010 года, Москва)</p> <p>В пресс-центре «АиФ» состоялась пресс-конференция заведующего отделом сейсмологии Института физики Земли РАН им. О. Ю. Шмидта Г. А. Соболева на тему: «Сейсмическая опасность на территории России и прогноз землетрясений». В России не хватает сейсмостанций в наиболее сейсмоопасных регионах: Камчатка и Курильские острова (Тихоокеанская литосферная плита сталкивается с Евразийской), Северный Кавказ (находящийся неподалеку от места соединения сразу нескольких плит), а также район в окрестностях озера Байкал.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |
| 48. | <p><b>Изменение местоположения некоторых городов в Южной Америке после толчков землетрясения</b><br/>(05 марта 2010 года, Консепсьон (Чили))</p> <p>Согласно данным, полученным четырьмя университетами и несколькими организациями в США и Аргентине, после толчков некоторые города в Южной Америке изменили свое местоположение. Столица Чили Сантьяго, к примеру, уехала на юго-юго-запад на 28 см. По данным ученых из Проекта GPS-мониторинга Центральных и Южных Анд (CAP), Буэнос-Айрес, столица Аргентины, сместился к западу на 2,5 см. Однако сильнее всего сдвинулся наиболее пострадавший от землетрясения город—Консепсьон. Он сдвинулся на запад более чем на 3 м. Данные о движении суши были получены с использованием программы GLOBK, разработанной в Массачусетском технологическом институте США для слежения за смещениями материков с помощью GPS-навигации. Величину абсолютных смещений вычислили благодаря сравнению положений опорных пунктов, измеренных до и после землетрясения.</p>                                                                                                              |   |
| 49. | <p><b>Сильное землетрясение в Турции</b><br/>(08 марта 2010 года, Элязыг (Турция))</p> <p>В 02 час 32 мин по Гринвичу (05 час 32 мин мск) в восточной Турции в провинции Элязыг произошло сильное землетрясение с <math>M=6,0</math>, повлекшее за собой человеческие жертвы и разрушения. Эпицентр землетрясения находился на глубине 10 км, в 113 км к северо-северо-западу от Диярбакира, в 153 км к востоку-северо-востоку от Малатьи и в 420 км к западу-юго-западу от Еревана, столицы Армении. Геофизической службой в течение первых суток зарегистрированы 6 афтершоков с <math>M \geq 4,3</math>. Наиболее сильный афтершок, произошедший через 5 часов после основного толчка, имел магнитуду <math>M=5,3</math>. В результате землетрясения погиб 51 человек, 34 человека получили различные ранения. Землетрясение ощущалось в Турции, Сирии и Ираке. Территория Турции расположена в сейсмически активной зоне, которая испытывает частые разрушительные землетрясения. Её тектоника определяется столкновением двух плит—Аравийской и Евразийской. Большая часть континентальной коры—это Анатолийский блок.</p> |  |

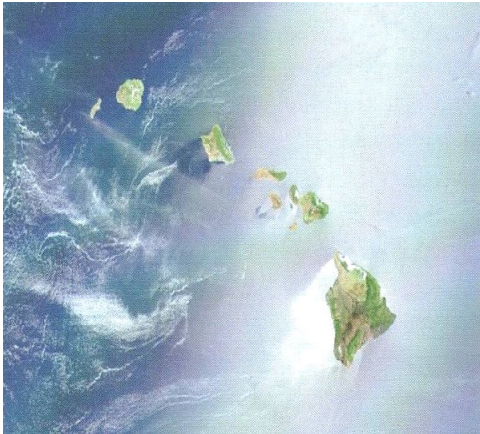
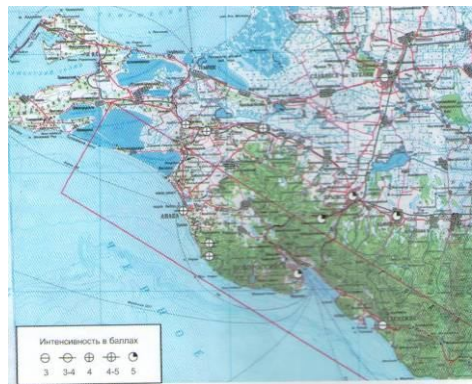
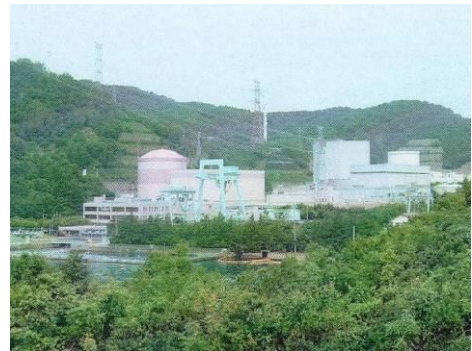
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 50. | <p><b>Землетрясение на Байкале</b><br/>(19 марта 2010 года, озеро Байкал)</p> <p>По сообщению пресс-службы Сибирского регионального центра МЧС России, землетрясение магнитудой 5,1 произошло в пятницу на Байкале в Курумканском районе Республики Бурятия, жертв и разрушений нет. Эпицентр землетрясения находился на глубине 15 км. В населенных пунктах толчки не ощущались, жертв и разрушений нет. Магнитуда 5,1, интенсивность в эпицентре по формуле — 7,5 баллов. По данным сайта Байкальского филиала Геофизической службы СО РАН, в населенных пунктах Улунхан, Суво, Бодон, Курумкан ощущались толчки силой 4-5 баллов, в Могойто, Уро, Усть-Баргузин — 3-4 балла, в Северобайкальске, Нижнеангарске — 3 балла, в Уояне, Чите — 2 балла.</p>                                                                                                                                                          |    |
| 51. | <p><b>Извержение вулкана на юге Исландии</b><br/>(21 марта 2010 года, Рейкьявик (Исландия))</p> <p>Извержение вулкана началось на юге Исландии. Вулкан, находящийся в 200 км к востоку от Рейкьявика около ледника Эйяфьллайекюль, бездействовал последние 200 лет. Стихийное явление привело к прекращению движения по ряду автодорог и перебоям в полетах авиации. Деятельность вулкана, из-за которого начал таять окружающий его лед, может привести к паводкам. В районе Флотшильда уже начал оседать пепел и сообщается о вспышках света на леднике. Три рейса авиакомпании Icelandair, направлявшиеся из США в Рейкьявик, были вынуждены вернуться в пункты отправления.</p>                                                                                                                                                                                                                                |   |
| 52. | <p><b>Ощутимое землетрясение в Чеченской Республике</b><br/>(09 июня 2010 года, Грозный (Чеченская Республика))</p> <p>09 июня 2010 года в 17:25 мин по Гринвичу (в 21:25мск) в Чеченской Республике произошло ощутимое землетрясение с <math>M=4,9</math>. Через 4мин произошел второй толчок с <math>M=4,8</math>. Эпицентр первого землетрясения, очаг которого находился на территории Чеченской Республики на глубине 20км, располагался в 28км к север-северо-западу от Грозного, в 50км к западу-северо-западу от Гудермеса, 70км к восток-юго-востоку от Назрани и в 100км к западу-юго-западу от Кизляра. Эпицентр второго землетрясения, очаг которого находился в 5км к северу-западу от первого толчка, располагался на глубине 10км. Зарегистрирован 1 афтершок с магнитудой <math>M=3,9</math> через 33 мин после первого толчка. Землетрясение ощущалось в Грозном силой 4-5б, в Махачкале—3 б.</p> |  |
| 53. | <p><b>Землетрясение на юге Мексики</b><br/>(30 июня 2010 года, Оахако (Мексика))</p> <p>На юге Мексики произошло землетрясение. Подземные толчки зарегистрированы в 2:22 ночи по местному времени (07:22 gmt). Магнитуда составила 6,5, эпицентр находился в 355 км к юго-востоку от Мехико в Оахако на глубине 10 км. О жертвах и разрушениях ничего не сообщалось.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |

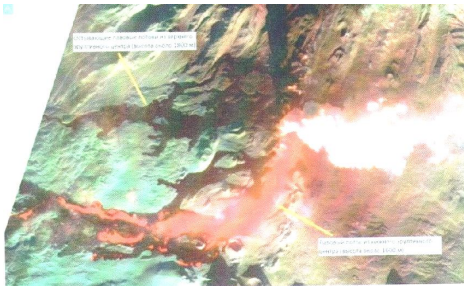
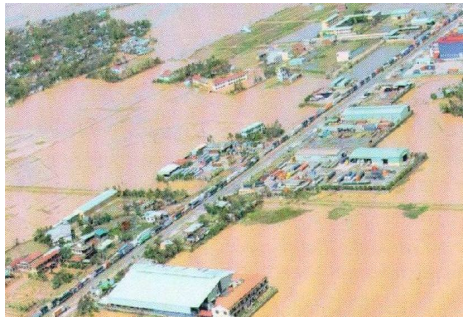
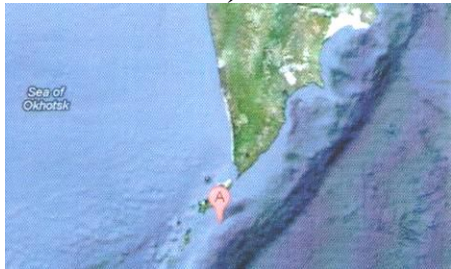
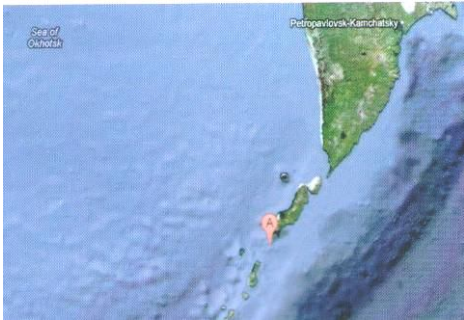


| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 54. | <p><b>Оценка геодинамических условий на примере Горного Алтая</b></p> <p><i>К.В. Кивва, Л.С. Пантелеев. Оценка геодинамических условий в схемах территориального планирования. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №1, 2010, с. 44-48.</i></p> <p>О современной живой морфотектонике Горного Алтая свидетельствуют многочисленные землетрясения. В силу этого, основным определяющим геодинамическим фактором на его территории является эндогенный, а именно: тектонические (сейсмические) движения вдоль разломов и зон влияния разломов и спровоцированная землетрясениями активизация экзогенных процессов (лавин, камнепадов, обвалов, осыпей, оползней, селей и др.). Горный Алтай является одним из высокосейсмичных регионов России. За период инструментальных наблюдений, начиная 1959 г., до событий 27 сентября 2003 года, были известны только мелкие и средние землетрясения, но число их было велико. Мощное Чуйское землетрясение 2003 г. в этом смысле было неожиданным (фото №1, 2, 3). Сила толчков по разным источникам была не менее 8 баллов, с 27 сентября по 15 ноября 2003 года произошло 77 сейсмособытий с магнитудой более 3,5. Молодые горные сооружения, формирование которых интенсивно продолжается, имеют, как известно, повышенную сейсмичность. В этом состоит главная особенность геодинамических условий Горного Алтая. Геологические данные показывают, что в среднем течении р. Чуи, в Курайской и в западной части Чуйской впадин в прошлом были землетрясения силой 9-10 баллов на поверхности. В результате анализа геодинамических условий Республики Алтай построена ГИС-схема (рис.1), которая базируется на морфотектоническом анализе территории по методике, разработанной на кафедре геоморфологии и палеогеографии Географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова при непосредственном участии одного из авторов, под научным руководством академика Ю. Г. Симонова. Изучение местоположения известных эпицентров землетрясений (более 200), случившихся на территории Горного Алтая, показало, что практически все они находятся в пределах зон блокоразделов. Оценивая современную геодинамическую обстановку на выделенных нами блокоразделах и сопоставляя ее с реализованными сейсмопроявлениями с позиции морфотектонического анализа, были выявлены сейсмически малоактивные блокоразделы, сейсмически активные и потенциально активные. Сейсмическая активность Горного Алтая способствует активным проявлениям катастрофических экзогенных процессов. При этом сейсмический толчок выступает как «спусковой механизм» для них. В целом, экзодинамика региона отличается большим разнообразием, что обусловлено, прежде всего, широким спектром ландшафтно-климатических условий и своеобразной четвертичной и голоценовой историей развития рельефа Алтая.</p> |  <p>Фото №1. Ситуация на Чуйском тракте после землетрясения 2003 года</p>  <p>Фото №2. Сейсмотектонический ров, возникший в результате Чуйского землетрясения 2003г.</p>  <p>Фото №3. Разрывы грунта в посёлке Белькир</p>  <p>Рис. 1. Фрагмент ГИС-схемы «Геодинамические условия Республики Алтай»</p> |

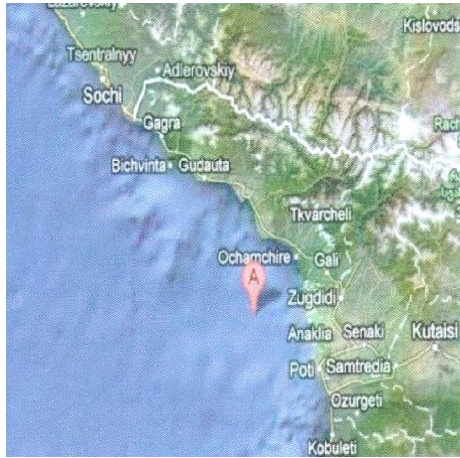
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 55. | <p><b>Сейсмостойкие дома на крышах зданий</b><br/>(21 ноября 2012 года, Аликанте, Испания)</p> <p>В центре города Аликанте на крыше старого здания, возраст которого превышает 100 лет, группа строителей и дизайнеров из компании Modular Projects возвела 4-е 2-этажных аттика, собранных из домов на деревянной основе. Несмотря на то, что материал является легким, конструкции зданий обладают достаточной прочностью, сейсмостойкостью и имеют противопожарную систему.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
| 56. | <p><b>Извержение вулкана на Тонгариро</b><br/>(21 ноября 2012 года, Тонгариро, Новая Зеландия)</p> <p>По сведениям агентства Синьхуа, на вулкане Тонгариро в среду во второй раз за последние четыре месяца произошло извержение вулкана. В результате почти пятиминутного извержения, произошедшего в 13.25 по местному времени (04.25 мск), в небо на высоту около 3 км поднялся столб пепла, который стал причиной отмены, по крайней мере, двух авиарейсов. По данным местных властей, никто в результате извержения Тонгариро не пострадал. Предыдущий раз вулкан проснулся в августе 2012 года, что стало первым его извержением за 115 лет.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
| 57. | <p><b>Извержение вулкана Толбачик на Камчатке</b><br/>(30 ноября 2012 года, Петропавловск-Камчатский)</p> <p>По сообщению камчатского филиала Геофизической службы РАН, лавовые потоки с извергающегося вулкана Плоский Толбачик на Камчатке, который начал извергаться 27 ноября, уничтожил здания двух баз ученых-вулканологов. В районе южного склона вулканологи обнаружили два трещинных прорыва с выбросами вязкой лавы. Происходят выбросы пепла на высоту до 3 км над уровнем моря. Гул от извержения Толбачика могут слышать жители близлежащих населенных пунктов. В окрестностях вулкана вибрируют оконные стекла, электрические провода, вода в водоёмах. В поселке Козыревск выпало больше 1мм вулканического пепла, а в поселке Майский – 40мм. Воздух насыщен запахом серы и взвесью магматических частиц. Последнее извержение вулкана Толбачик, названное Большим трещинным толбачинским извержением, происходило в 1975-1976 гг.</p> |  |
| 58. | <p><b>Сильное землетрясение в Восточном Иране</b><br/>(05 декабря 2012 года, Тегеран. Иран)</p> <p>5 декабря 2012 года в 17 часов 08 минут по Гринвичу (21 ч 08 мин мск) в Восточном Иране произошло сильное землетрясение с магнитудой <math>M=5,7</math>, повлекшее за собой значительные человеческие жертвы и разрушения. Эпицентр землетрясения, очаг которого находился в Восточном Иране, не глубине 10 км, располагался в 260 км к западу-юго-западу от Херата, Афганистан, 310 км к югу от Машхада, Иран и в 430 км северо-востоку от Кермана, Иран. Иран находится в зоне повышенной сейсмической активности. В прошлом веке жертвами 20 сильных землетрясений стали свыше 170 тыс. иранцев.</p>                                                                                                                                                                                                                                             |  |



| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 59. | <p><b>Гавайям угрожает мегацунами</b><br/> <i>(07 декабря 2012 года, Сан-Франциско, (США))</i></p> <p>В отличие от цунами, порожденных землетрясениями, на Гавайях большая волна возникает из-за грандиозных оползней вследствие разрушения вулканов. Это происходит примерно каждые 100 тыс. лет и связано с изменением климата, говорит Гэри Макмартти из Гавайского университета (США). Примерно в 10 км от мыса Ка Лаэ лежат валуны размером с автомобиль. Около 250 тыс. лет назад цунами подбросило камни на 250 м вверх по склону острова, поясняет Фернандо Маркеш из Лиссабонского университета (Португалия). По словам ученого, причиной катаклизмов становились подводные оползни со склонов близлежащего вулкана Мауна-Лоа. Волны отнесли кораллы и метровые валуны на 150 м вглубь суши. Падающие камни ведут себя, подобно веслам, подталкивая воду.</p> |    |
| 60. | <p><b>Ощутимое землетрясение в Краснодарском крае</b><br/> <i>(10 декабря 2012 года, Анапа, Краснодарский край)</i></p> <p>10 декабря 2012 года в 16 ч 56 мин гринвичского времени (20 ч 56 мин мск) в Краснодарском крае произошло ощутимое землетрясение с магнитудой М-4,9. Эпицентр землетрясения, очаг которого находился на территории Краснодарского края на глубине 15 км, располагался в 24 км к северо-востоку от Анапы, в 40 км к северо-западу от Новороссийска и в 115 км к западу от Краснодара. Здесь издавна известны землетрясения с М=4,5-5,8 и проявившиеся в эпицентре интенсивностью 7 и 6-7 баллов. Наиболее заметными были – Нижнекубанское землетрясение 09.10.1879 г. с М=5,7; Анапское землетрясение 12.07.1966 г. с М=5,8; Нижнекубанское-II землетрясение 09.11.2002 г. с М=4,6.</p>                                                       |   |
| 61. | <p><b>Японские ученые нашли мощный сейсмический разлом под АЭС «Цуруга» на острове Хонсю</b><br/> <i>(11 декабря 2012 года, остров Хонсю, Япония)</i></p> <p>Японские геологи обнаружили мощный сейсмический разлом непосредственно под атомной электростанцией (АЭС) «Цуруга» (Tsuruga Nuclear Power Plant) на западе острова Хонсю. По расчетам специалистов, в данном регионе велика вероятность активизации движения пластов породы, что может привести к разрушению второго энергоблока АЭС, сообщает Associated Press. Все реакторы японских АЭС заглушены и не функционируют после аварии на станции «Фукусима-1» в марте 2011 г. Из-за инцидента прилегающие территории подверглись серьезному радиационному загрязнению.</p>                                                                                                                                  |  |
| 62. | <p><b>Орбитальные циклы земли активизируют вулканы</b><br/> <i>(12 декабря 2012 года, Боулдер (Колорадо), США)</i></p> <p>Ритм климатических изменений, происходящих в последние миллионы лет истории Земли, определяется орбитальными циклами: в зависимости от количества солнечного света: ледники то растут, то отступают. На перемены отзывается вся планета - от циркуляции атмосферы и океана до экосистем и даже эрозии и переноса осадка. Исследования показывают, что это влияет и на вулканизм. Собранными воедино данными обо всех извержениях последних миллионов лет установлено, что циклы той же длительности, что и орбитальные.</p>                                                                                                                                                                                                                  |  |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 63. | <p><b>Со спутников зафиксированы лавовые потоки вулкана Плоский Толбачик</b><br/> <i>(14 декабря 2012 года, посёлок Ключи, Камчатский край)</i><br/> Лавовые потоки из эруптивных центров вулкана Плоский Толбачик отчетливо видны на снимке, полученном со спутника SPOT 5 ИТЦ «СКАНЭКС» 13 декабря 2012 года. Как сообщается на сайте Вулканологической обсерватории, расположенной в поселке Ключи Камчатского края, по сейсмическим данным извержение продолжается в умеренном режиме.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                |
| 64. | <p><b>Последствия тайфуна «Пабло» на Филиппинах</b><br/> <i>(16 декабря 2012 года, остров Минданао, Филиппины)</i><br/> Число погибших на Филиппинах в результате самого сильного в этом году тайфуна «Пабло» (по международной классификации «Бофа»), по последним данным, составило 1020 человек, в списках пропавших без вести по-прежнему остаются 844 человека, сообщает в воскресенье агентство Франс - Пресс со ссылкой на филиппинские власти. По данным гражданской обороны, всего от тайфуна пострадали более 5,5 млн. человек, более 60 тыс. домов были полностью разрушены. Каждый год в сезон дождей с июня по декабрь на Филиппинский архипелаг обрушивается около 20 бурь и тайфунов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                |
| 65. | <p><b>Землетрясение в Тихом океане, (а)</b><br/> <i>(17 декабря 2012 года, Петропавловск-Камчатский)</i><br/> По данным геологической службы США, 17 декабря 2012 года в 00:28 UTC (10:28 местное время) в районе Курильских островов произошло землетрясение с <math>M=5,6</math>. Эпицентр землетрясения, очаг которого находился на глубине 38,9 км., располагался в 104 км к югу от Северо-Курильска, в 392 км к юг-юго-западу от Виллючинска, в 411 км к юг-юго-западу от Петропавловска-Камчатского.</p> <p><b>Сейсмическое событие в Камчатском крае, (б)</b><br/> <i>(21 декабря 2012 года, Петропавловск-Камчатский)</i><br/> По данным геологической службы США 21 декабря 2012 года в 04:49 UTC (16:49 местное время) в Елизовском районе Камчатского края произошло землетрясение с <math>M=4,8</math>. Эпицентр землетрясения, очаг которого находился на глубине 132,3 км., располагался в 85 км к юг-юго-западу от села Паратунка Елизовского района Камчатского края, в 108 км к юг-юго-западу от Петропавловска-Камчатского, в 114 км к юг-юго-западу от Елизово.</p> <p><b>Сейсмическое событие в Северо-Курильске, (в)</b><br/> <i>(22 декабря 2012 года, Курильские острова)</i><br/> По данным геологической службы США 22 декабря 2012 года в 04:42 UTC (16:42 местное время) в Северо-Курильске произошло землетрясение с <math>M=5,1</math>. Эпицентр землетрясения, очаг которого находился в Охотском море на глубине 117,2 км., располагался в 114 км к юго-западу от Северо-Курильска, в 429 км к юго-западу от Петропавловска-Камчатского, в 432 км к юг-юго-западу от Елизово.</p> | <p><b>а)</b></p>  <p><b>б)</b></p>  <p><b>в)</b></p>  |

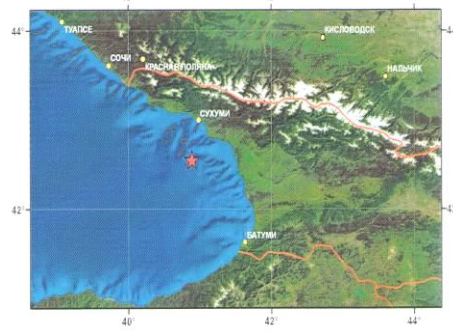


| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3                                                                                    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 66. | <p><b>Вулкан Тунгурауа в Эквадоре «выбрасывает» из жерла раскаленные камни</b><br/> <i>(21 декабря 2012 года, Кито, Эквадор)</i></p> <p>В центральном Эквадоре возросла активность вулкана Тунгурауа. Он извергает пепел, газ и раскалённую породу. Сотни людей были вынуждены покинуть свои дома, сообщает Newscom.md. По словам специалистов из Геофизического института страны, вулкан «выстреливает» из жерла раскалившиеся камни, которые падают примерно в 1 км от него. Из-за взрывов рано утром в среду звенели окна в 14 км от Тунгурауа. Около 100 семей были вынуждены временно покинуть свои дома и жить в убежищах вдали от опасной зоны.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
| 67. | <p><b>На границе Аргентины и Чили «проснулся» вулкан</b><br/> <i>(23 декабря 2012 года, провинция Неукен, Аргентина)</i></p> <p>Власти Аргентины и Чили объявили тревогу в связи с повышением уровня сейсмической активности в районе вулкана Копауэ на границе двух стран, который начал выбрасывать в воздух облака газа и пепла. Вулкан, высота которого составляет 3 тыс.м, находится в аргентинской провинции Неукен, граничащей с южной частью Чили. Многие местные жители уже покинули близлежащие районы в качестве меры предосторожности. В обеих странах в связи с активностью Копауэ был объявлен второй – «оранжевый» - уровень тревоги. Облака пепла, выбрасываемые Копауэ, в настоящее время движутся к чилийской деревне Копауэ и аргентинским городам Кавиаху и Запала.</p>                                                                                                                                                                             |    |
| 68. | <p><b>Ощутимое землетрясение в Черном море</b><br/> <i>(23 декабря 2012 года, Сухуми, Республика Абхазия)</i></p> <p>23 декабря 2012 года в 13 ч 31 мин гринвичского времени (17 ч 31 мин мск) в Черном море у побережья Грузии произошло ощутимое землетрясение с магнитудой <math>M=5,6</math>. Эпицентр землетрясения, очаг которого находился в Черном море у побережья Грузии на глубине 10 км, располагался в 56 км от Сухуми, в 111 км к северо-северо-западу от Батуми и в 160 км к юго-востоку от Сочи. Геофизической службой в течение 10 часов после основного толчка зарегистрировано 9 афтершоков с <math>M \geq 3,7</math>. По данным ГС РАН землетрясение ощущалось: в Сочи, Адлере, Хосте и Дагомысе силой 5-6 баллов, в Черкесске, Карачаевске, Зеленчуке силой 3 балла, в Тбилиси, Батуми силой 5 баллов, в Гори, Озургети силой 4 балла. Землетрясение возникло под действием близких по величине как растягивающих, так и сжимающих напряжений.</p> |  |
| 69. | <p><b>Гавайские острова «растворяются» изнутри</b><br/> <i>(23 декабря 2012 года, Гавайские острова, США)</i></p> <p>Когда-нибудь горные системы Коолау и Вайанаэ, расположенные на острове Оаху, превратятся в плоскую равнину. И вызвано это будет не эрозией, а подземными водами, которые разрушают горы изнутри. К такому выводу пришли ученые по результатам исследований, в которых сравнивали взаимодействие подземных и проточных вод на минералы, а также данным о совокупном объеме исчезающей каждый год массы островов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |

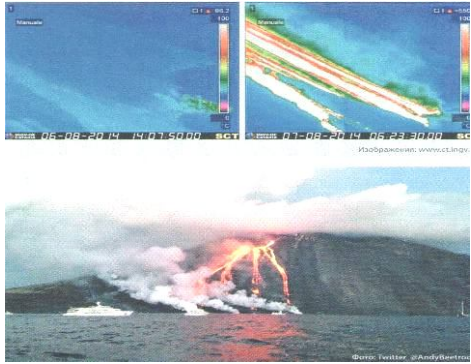
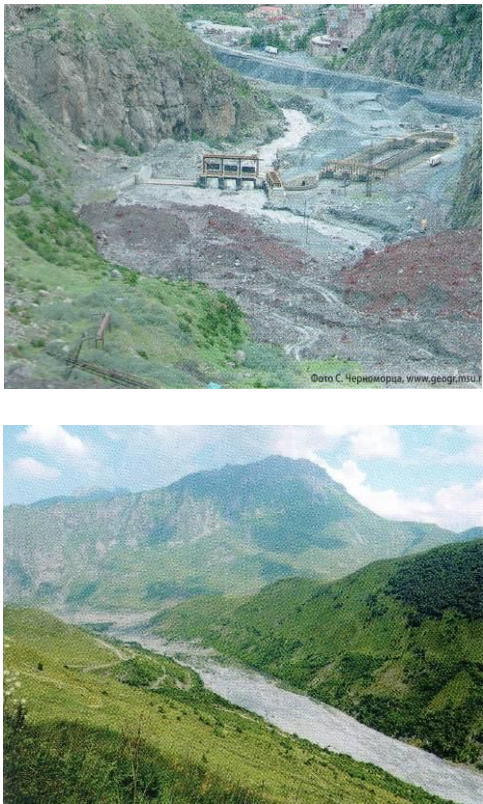
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3                                                                                    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 70. | <p><b>Особенности извержения вулканов под водой</b><br/> <i>(21 января 2013 года, Веллингтон, Новая Зеландия)</i></p> <p>До сих пор ученые подразделяли извержения на две категории: бурные (взрывные) и эффузивные. Первый тип подразумевает выброс пепла и фрагментов породы высоко в атмосферу (например, извержение вулкана Сент-Хеленс 1980 г.). Второй – мягкие потоки раскаленной красной лавы, орошающие склоны вулкана (такое, к примеру, постоянно происходит на Гавайях). Сотрудники университета Виктории в Веллингтоне (Новая Зеландия) предлагают ввести третью категорию, которую они назвали тангароанским (Tangaroan) в честь морского божества маори. Пузырьки в пемзе означают то, что одно из недавних извержений Маколи было не взрывным и не эффузивным, а каким-то промежуточным.</p>                                                                                                                                    |    |
| 71. | <p><b>Отрицательный баланс Севана несет в себе сейсмические риски</b><br/> <i>(05 февраля 2013 года, Ереван, Армения)</i></p> <p>Отрицательный баланс Севана несет в себе сейсмические риски. – заявила глава Ассоциации «Во имя стабильного развития» Карине Даниелян. По данным НПО «ЭкоЛур», на 01 января 2013 года, уровень Севана составил 1990,10м, что ниже показателя за 01 января 2012 года на 3 см. Отрицательный баланс стал следствием прошлых годовных попусков из озера, которые осуществлялись в больших объемах. Колебания уровня воды в озере приводят к изменениям давления на грунт, что несет в себе сейсмические риски. Большие попуски негативно влияют на экологию озера, биоразнообразие и состав воды.</p>                                                                                                                                                                                                             |   |
| 72. | <p><b>Угольщики Хакасии должны предупреждать МЧС о проведении взрывных работ</b><br/> <i>(11 февраля 2013 года, Абакан, Республика Хакасия)</i></p> <p>ГУ МЧС РФ по Хакасии просит угольные компании, работающие в регионе, заранее предупреждать общественность о проведении взрывных работ, в связи с массовым беспокойством граждан, сообщает РИА Новости. В 2011-2012 гг. в республике Тува произошло 3 сильных землетрясения магнитудой более 6, которые ощущались в ряде сибирских регионов, в том числе и в соседней с Тувой Хакасии. В связи с усилением сейсмической активности в регионе реакция жителей Хакасии при проведении взрывных работ становится неоднозначной. Люди беспокоятся. В январе горнодобывающие предприятия осуществили 31 взрыв мощностью от 2 до 400т. МЧС просит угольные компании заранее информировать население через СМИ о дате, времени, месте проведения взрывных работ и мощности взрывных зарядов.</p> |  |
| 73. | <p><b>Северные лесные муравьи могут помочь в поисках тектонических разломов, считают сибирские ученые</b><br/> <i>(11 февраля 2013 года, Новосибирск)</i></p> <p>Ученые ИНГГ им. А.А. Трофимука СО РАН предлагают использовать муравейники для поиска талых зон в вечной мерзлоте. Исследуя электрофизические свойства пород в вечной мерзлоте, ученые обнаружили в местах, где приборы показывают отсутствие мерзлых пород, большие скопления крупных муравейников.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |



| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3                                                                                    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 74. | <p><b>Инженеры испробовали шапку-невидимку от сейсмических волн для зданий</b><br/> <i>(11 февраля 2013 года, Франция)</i></p> <p>Ученые не первый год обсуждают возможность создания «шапок-невидимок» для зданий, которые могли бы скрыть их от сейсмических волн. Все началось с того, что физики использовали тот же эффект в оптике – электромагнитные волны обводили вокруг препятствий, создавая своеобразную зону невидимости. Группа инженеров из Института Френеля (Institut Fresnel) и французской строительной компании Menard изучила практическую значимость всех этих умозаключений. Специалисты построили и протестировали первую защитную конструкцию в аллювиальном бассейне на юге Франции. Система сооружений представляет собой три ряда пробуренных полых каналов глубиной 5м. Полученная «конструкция» работает как метаматериал, который заставляет волны огибать защищаемую зону</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
| 75. | <p><b>Супервулкан, формирующийся под Тихим океаном, может полностью уничтожить жизнь на Земле</b><br/> <i>(13 февраля 2013 года, штат Юта, США)</i></p> <p>Ученые предупреждают об опасности катаклизма, который может быть создан супервулканом, формирующимся под Тихим океаном. Плиты размером в два или даже более континентов, которые держатся на «сваях» из горной породы, что двигаются друг напротив друга в нижней части толстой мантии Земли на глубине 1800 км под океаном, стали весьма неустойчивы. Это движение может быть началом огромного извержения, которое может угрожать жизни на Земле через 100-200 млн лет. Сила извержения супервулкана будет настолько огромной, что он просто засыплет вулканическим пеплом всю Северную Америку.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |
| 76. | <p><b>Землетрясения создают золотые жилы в одно мгновение</b><br/> <i>(18 марта 2013 года, Канберра, Австралия)</i></p> <p>Давно известно, что золотые жилы формируются в минеральных отложениях горячих жидкостей, проходящих через глубокие трещины в земной коре. Этот процесс может протекать практически мгновенно – возможно, в несколько десятков долей секунды. Это происходит вдоль трещин (fault jogs), соединяющих основные линии геологических разломов. Во время землетрясений бока разломов скользят и трутся друг о друга. Ученые установили, что происходит быстрая разгерметизация, то есть в области высокого давления глубоко под землей давление резко приближается к атмосферному. Например, землетрясение магнитудой 4 на глубине 11 км приводит к тому, что давление во внезапно раскрывшейся трещине снижается с 290 до 0,2 МПа (для сравнения: давление на уровне моря равно 0,1 МПа). Когда минерализованная вода с температурой 390°C испытывает подобный перепад давления, жидкость быстро испаряется, и минералы кристаллизуются почти мгновенно. Это не происходит одномоментно, и в промежутке возникает крошечная золотая жила. За сотни тысяч лет крошечные золотые жилки складываются в нечто большее.</p> |  |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 77. | <p><b>Выявлено зыбкое основание оползней</b><br/>(22 марта 2013 года, Палисейдс, Нью-Йорк, США)</p> <p>Как показывают новые исследования, крупные оползни обладают характерным сейсмическим почерком, что позволяет специалистам оценивать их размер, продолжительность и даже пройденное ими расстояние. Волны, произведенные толчком или взрывом, видны очень хорошо, а низкочастотные волны, создаваемые крупными оползнями, подчас трудно разглядеть в мешанине сейсмических колебаний земной коры. Когда ученые проанализировали информацию обо всех оползнях, им бросилось в глаза, что определенные характеристики обвалов можно извлечь из сведений о перемещении грунта, то есть тем же образом, каким эксперты оценивают силу землетрясений и направление, в котором бока зоны разлома скользнули относительно друг друга.</p> |    |
| 78. | <p><b>Разрушительное землетрясение в Китае</b><br/>(20 апреля 2013 года, провинция Сычуань, Китай)</p> <p>20 апреля 2013 года в 00 ч 02 мин по Гринвичу (в 04 ч 02 мин мск) в Китае произошло разрушительное землетрясение с магнитудой <math>M=7</math>. Эпицентр землетрясения, очаг которого находился на территории провинции Сычуань, Китай на глубине 20 км, располагался в 105 км к западу-юго-западу от Ченгду и в 350 км к запад-северо-западу от Чонггинга. Геофизической службой зарегистрированы 12 афтершоков с <math>M \geq 4,5</math> в течение суток после основного толчка. По данным РИА-Новости, в результате землетрясения погибли 208 человек и более 11800 человек получили ранения. В общей сложности от землетрясения в той или иной степени пострадали более 1,5 млн жителей провинции Сычуань.</p>             |   |
| 79. | <p><b>Землетрясения вызывают ошибки в показаниях GPS</b><br/>(27 мая 2013 года, Канберра, Австралия)</p> <p>Каждое крупное землетрясение сдвигает материки на поверхности Земли. Ошибки, возникающие из-за этого в показаниях системы GPS, могут приводить к проблемам космического масштаба, выяснили ученые. Эффекты, связанные с высвобождением энергии тектонических плит, сказываются не только на жителях сейсмически опасных районов Земли, но и там, где о сотрясении планеты узнают, как правило, из новостей. Сейсмологи пришли к выводу, что каждое мощное землетрясение сдвигает континенты относительно друг друга на фоне процесса общего дрейфа материков.</p>                                                                                                                                                            |  |
| 80. | <p><b>Ощутимое землетрясение в Черном море</b><br/>(25 декабря 2013 года, Сухуми, Республика Абхазия)</p> <p>25 декабря 2013 года в 22 ч 44 мин гринвичского времени (02 ч 44 мин мск) в Черном море у побережья Грузии произошло ощутимое землетрясение с магнитудой <math>M=5,4</math>, явившееся самым сильным афтершоком землетрясения 23 декабря с магнитудой <math>M=5,6</math>. Эпицентр землетрясения, очаг которого находился в Черном море у побережья Грузии на глубине 15 км, располагался в 50 км юг-юго-западу от Сухуми, в 120 км к северо-западу от Батуми и в 150 км к юго-востоку от Сочи.</p>                                                                                                                                                                                                                         |  |



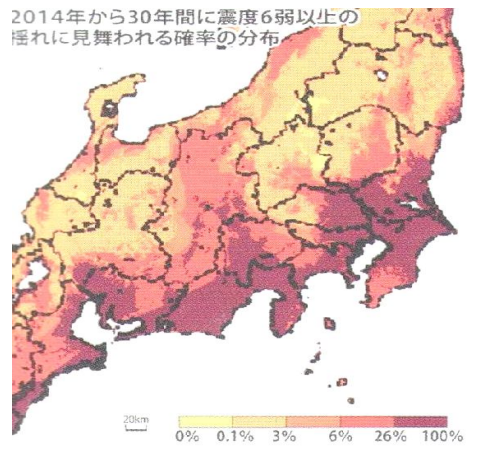
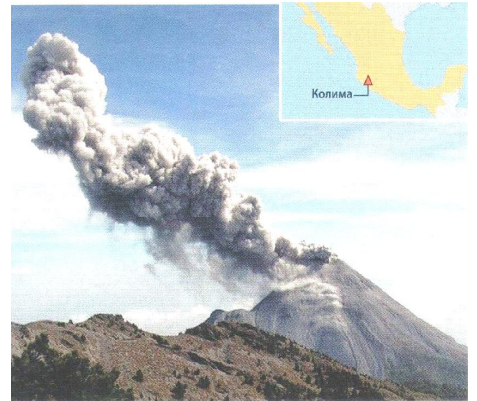
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3                                                                                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 81. | <p><b>Впервые за последние 34 года начал извергаться вулкан Шиндейк, который находится на одном из островов Осуми в японской префектуре Кагосима</b><br/> <i>(03 августа 2014 года, Япония)</i></p> <p>Вулкан выбросил столб пепла на высоту свыше 800 метров. Извержение произошло в 12:24 по местному времени. К счастью, всё обошлось без негативных последствий для местных жителей. По данным метеорологической службы Кагосимы, подобное извержение может повториться. Власти запретили местным жителям приближаться к вулкану. Запретной зоной определили два километра вокруг кратера гиганта. Тем временем всё население острова Кутиноэрабудзима, на котором расположен вулкан, готовят к эвакуации. Всего там проживают 135 человек.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
| 82. | <p><b>Активизировался вулкан на итальянском острове Стромболи</b><br/> <i>(11 августа 2014 года, Италия)</i></p> <p>Лава излилась из новообразованного жерла на высоте 650 метров на северо-западном склоне, сообщает агентство «РИА Новости». В результате извержения появилась огромное вулканическое поле. Некоторые лавовые потоки достигли моря. На вулканическом острове Стромболи возникла критическая ситуация из-за буйства вулкана. За его активностью ведётся наблюдение. Экскурсии на остров, который находится в Тирренском море, севернее от Сицилии, ограничены. Однако у берегов собираются лодки с желающими посмотреть на извержение.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |
| 83. | <p><b>Ледники Девдорак и Колка, которые спускаются с вершины спящего вулкана Казбек по обе стороны Кавказского хребта, представляют опасность</b><br/> <i>(12 августа 2014 года, Владикавказ)</i></p> <p>В мае от ледника Девдорак оторвалась меньшая его часть, но ледовой массы хватило, чтобы перекрыть Военно-Грузинскую дорогу и запрудить Терек, создав угрозу высокогорным сёлам, в том числе в Северной Осетии. «Оставшаяся часть языка Девдоракского ледника – это ледовая стена высотой 50-70 м, - рассказал старший научный сотрудник географического факультета МГУ Сергей Черноморец. – Грузинские коллеги создают систему раннего оповещения на дороге, потому что над дорогой висит еще достаточное количество льда, который может оторваться в любой момент». Спровоцировать движение массы льда могут тектонические или сейсмические факторы, так как Казбек является спящим вулканом. Поэтому за Девдоракским ледником, находящимся на территории Грузии, необходимо наблюдать постоянно. Что касается ледника Колка, то, несмотря на увеличение массы ледника, ученые пока не видят в нем серьезной угрозы для Кармадонского ущелья Северной Осетии. «Ближайшие пять, даже десять лет подвижки Колки не прогнозируются, - сказал Черноморец. – Три висячих ледника, которые были притоками Колки, начали выдвижение вперед, они слились и уже образовали новую Колку. Идёт накопление льда».</p> |  |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                          |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 84. | <p><b>В уезде Юншань провинции Юньнань произошло сейсмическое событие магнитудой 5.0</b><br/> <i>(17 августа 2014 года, Китай)</i></p> <p>Сейсмособытие произошло в 06:07 по пекинскому времени, после чего последовало 22 толчка афтершока. Ранения получили 19 человек, 10 пострадавших находятся в больнице, передает агентство «Синьхуа». В результате удара подземной стихии в общей сложности 3428 человек пострадали в пяти волостях и поселках. Разрушены 1424 жилищ, повреждения получили транспортные, электроэнергетические и гидротехнические объекты.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |
| 85. | <p><b>Более 330 человек были ранены и 17000 домов повреждены в Иране почти на границе с Ираком в результате мощного сейсмособытия</b><br/> <i>(18 августа 2014 года, Иран)</i></p> <p>Сейсмологи зафиксировали 48 землетрясений магнитудой 2,5 и выше в регионе в течение 21-часового периода после толчка магнитудой 6,2 (6,1), являющегося сильнейшим, информирует сейсмологический центр Ирана.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |
| 86. | <p><b>Землетрясение магнитудой 5,1 произошло днём на северной оконечности кальдеры исландского подлёдного вулкана Баурдарбунга</b><br/> <i>(31 августа 2014 года, Исландия)</i></p> <p>Начавшееся в ночь на пятницу извержение Баурдарбунги продолжилось и в воскресенье. Потоки магмы медленно выходят на поверхность из разлома, образовавшегося в четверг на лавовом плато Холухрёйн. В этом месте поверхности достигла заполненная расплавленным камнем трещина, на протяжении недели продвигавшаяся под землёй на север из камеры вулкана. Длина разлома увеличилась с 1 до 1,5 км. Поскольку точка выхода магмы на поверхность находится в нескольких десятках километров от кальдеры вулкана и за пределами ледника Ватнайёкюдль, под которым и расположен Баурдарбунга, извержение не сопровождается таянием льда и выбросом пепла. Экспертам представляются наиболее вероятными четыре варианта развития событий: вулканическая активность постепенно сойдет на нет; прорыв магмы произойдет в новой точке к северу от Ватнайёкюдля. Такое извержение может оказаться спокойным, как нынешнее, однако возможно также, что оно будет носить эксплозивный (взрывной) характер; извержение под ледниковым языком Дюнгьюёкюдль к югу от нынешней точки выхода магмы. В данном случае можно ожидать разлива двух ледниковых рек, наводнений и образования крупного облака пепла; извержение в кальдере Баурдарбунги под километровой толщей льда, что приведет к масштабным наводнениям от ледника.</p> |     |
| 87. | <p><b>Ученые НИ ИргТУ сообщили о новом способе прогнозирования землетрясений</b><br/> <i>(18 сентября 2014 года, Иркутск)</i></p> <p>Изобретение основано на сейсмоионосферном эффекте. Он заключается в том, что за несколько суток перед землетрясением над его эпицентром в ионосфере возникают аномальные неоднородности. Это проявляется преимущественно в аномальном поведении фазы радиосигналов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |



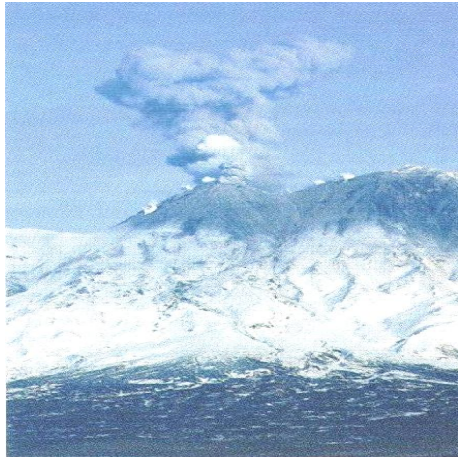
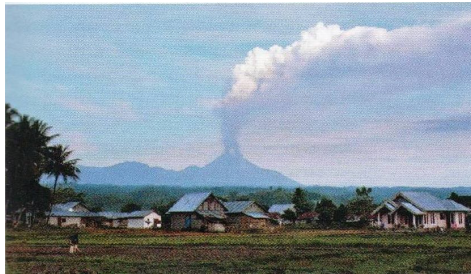
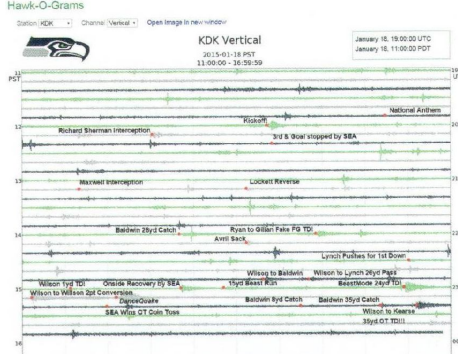
| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------|------------------------------|------|---------|---|------|---------|---|------|---------|---|------|---------|---|------|---------|---|------|--------|---|------|---------|---|
| 88.  | <p><b>Сильный подземный толчок с эпицентром, расположенным всего в 45 км от южной столицы Киргизии</b><br/>(02 сентября 2014 года, Бишкек)</p> <p>«Эпицентр подземных толчков находился на территории Киргизии в 6 км к юго-западу от села Жаны-Ноокат, в 30 км к юго-востоку от города Кызыл-Кыя и 45 км к юго-западу от города Ош», - сообщили в МЧС со ссылкой на данные института сейсмологии республики. По предварительным данным, пострадавших и значительных разрушений нет. По сообщениям киргизских сейсмологов, в настоящий момент на территории республики отмечается резкое повышение сейсмической активности. Так, за последние полмесяца на территории страны произошли 5 землетрясений, магнитуда которых превышала 4. Между тем, как сообщил во вторник глава чрезвычайного ведомства республики Кубатбек Боронов, в настоящий момент МЧС реализует проект по созданию и развитию Единой информационно-управляющей системы, которая позволит предупреждать население о сейсмической активности за 15 секунд до прихода ударной волны. По мнению главы ведомства, система оповещения позволит уменьшить количество жертв в случае природной катастрофы. Высокогорная Киргизия находится в зоне разрушительных землетрясений. В октябре 2008 года киргизское село Нура, расположенное в районе киргизско-китайской границы, было почти до основания разрушено ночным 8-балльным толчком. Тогда в Нуре погибли 75 человек, ещё 150 получили ранения.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |
| 89.  | <p><b>Литосфера под Камчаткой неспокойна</b><br/>(08 сентября 2014 года, Камчатка)</p> <p>К извергающемуся уже в течение шести лет Шивелучу присоединяется то одна, то другая огнедышащая гора. Так 07 сентября 2014 года отличился вулкан Жупановский – который выбросил столб пепла на высоту 10,5 км. Здесь объявлен оранжевый код опасности! В атмосфере над Камчаткой наблюдаются устойчивые северо-западные потоки, поэтому пепловые облака будут распространяться преимущественно в восточном, юго-восточном направлениях. В случае активизации извержения шлейф выбросов от Шивелуча протянется к райцентру Усть-Камчатск, а от Жупановского краем «зацепит» Петропавловск-Камчатский. На другой стороне планеты сейчас бушует вулкан – исландский Бардарбунга, где в это время произошло землетрясение магнитудой 5,4, это означает, что извержение может перейти в эксплозивную, взрывную фазу. Установлено, что не только вулканы влияют на изменение климата, и климатические изменения могут воздействовать на вулканическую активность. Механизм достаточно простой: глобальное повышение температуры приводит к резкому сокращению ледников. Вес ледника давит на земную кору, уменьшается масса и литосфера приподнимается. Это дестабилизирует ситуацию. Учащаются землетрясения, извержения вулканов. И как раз в этой зоне расположены и Камчатка, и Исландия.</p>                                                                                  |   <p><b>Глобальная температура и активность вулканов на Камчатке</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Год</th> <th>Средняя температура (°C)</th> <th>Количество активных вулканов</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2008</td> <td>+14,49°</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2009</td> <td>+14,59°</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2010</td> <td>+14,66°</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2011</td> <td>+14,55°</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2012</td> <td>+14,57°</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2013</td> <td>+14,6°</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>+14,64°</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Источник: Вестник Восточного Запада</p> | Год | Средняя температура (°C) | Количество активных вулканов | 2008 | +14,49° | 4 | 2009 | +14,59° | 5 | 2010 | +14,66° | 7 | 2011 | +14,55° | 5 | 2012 | +14,57° | 7 | 2013 | +14,6° | 9 | 2014 | +14,64° | 7 |
| Год  | Средняя температура (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Количество активных вулканов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |
| 2008 | +14,49°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |
| 2009 | +14,59°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |
| 2010 | +14,66°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |
| 2011 | +14,55°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |
| 2012 | +14,57°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |
| 2013 | +14,6°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |
| 2014 | +14,64°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |                          |                              |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |         |   |      |        |   |      |         |   |



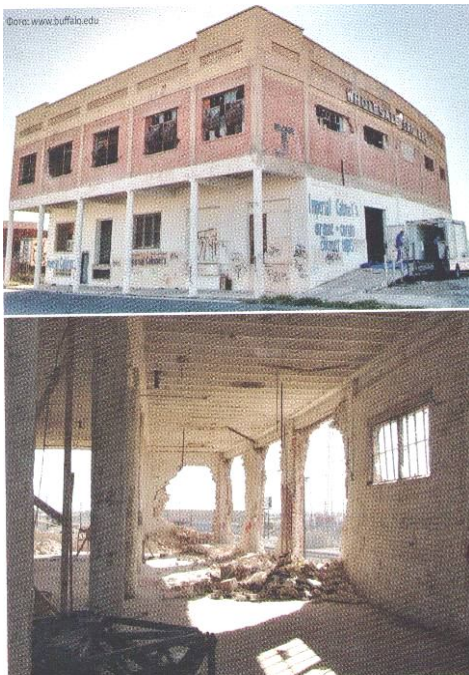
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90. | <p><b>На южном японском острове Кюсю началось извержение крупнейшего в стране действующего вулкана Асо</b><br/>(26 ноября 2015 года, Токио Япония)</p> <p>Как сообщило местное метеорологическое управление, столб раскалённого пепла поднимается над одним из его кратеров на высоту 1 км. С прилегающих к вулкану территорий спешно эвакуируют многочисленных туристов. Людям запрещено приближаться к нему ближе, чем на километр. Окрестности Асо сотрясают мелкие землетрясения, а выпадение пепла отмечено на расстоянии 30 км от места извержения. Асо – один из крупнейших в мире. Его высота – 1592 метра. Кальдера - это вулкан - также считается одним из самых внушительных в мире, его окружность – около 120км.</p>                                                                                                                                                                   |    |
| 91. | <p><b>Вероятность мощного землетрясения в Японии</b><br/>(22 декабря 2015 года, район Канто, Япония)</p> <p>Японские сейсмологи заявили, что в стране продолжает расти вероятность мощного землетрясения, которое может потрясти самый густонаселенный центральный район Японии Канто. Вероятность разрушительного землетрясения, как сообщили ученые, сейчас достигла 78%. Наивысшая вероятность удара стихии в ближайшие три десятилетия приходится на крупнейший портовый город страны Иокогама. Крайне опасной остается опасность землетрясения в то же время магнитудой выше 8 в районе тектонического разлома Нанкай близ Японии. В случае мощных подземных толчков в разломе Нанкай протяженностью 900 км, на тихоокеанское побережье Японии может обрушиться цунами высотой свыше 20 метров. Власти Японии уже сейчас готовят планы и маршруты экстренной эвакуации местного населения.</p> | <p>2014年から30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布</p>                                                                                                                                |
| 92. | <p><b>Активизировался Мексиканский вулкан Колима</b><br/>(03 января 2015 года, Мехико)</p> <p>По данным национальной службы гражданской обороны Мексики, вулкан Колима выбросил столб пепла и дыма на высоту до 3 км. Уже зафиксировано падение пепла в городе Сьюдад-Гусман, ожидается, что пепел может выпасть еще в нескольких населенных пунктах. Местные власти рекомендовали людям в близлежащих городах не выходить без особой важности на улицу, а также закрывать лицо влажной тканью во избежание попадания пепла в дыхательные пути. Вулкан Колима, расположенный в одноименном штате на тихоокеанском побережье Мексики и получивший название «Огненного вулкана», является наиболее активным вулканом Мексики, который извергался более 40 раз с 1576 года.</p>                                                                                                                        |                                                                                  |
| 93. | <p><b>Действующий вулкан Евразии – Ключевский</b><br/>(04 января 2015 года, Петропавловск-Камчатский)</p> <p>На Камчатке начал извергаться самый высокий действующий вулкан Евразии – Ключевский. Высота фонтана лавы достигает 1 тыс. метров над кратером. Наблюдается непрерывное вулканическое дрожание, свечение над кратером и термальная аномалия. Количество мелких землетрясений увеличивается.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                       |

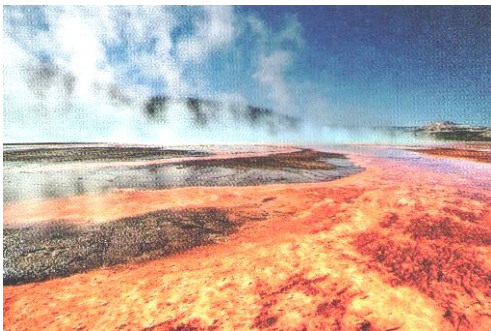
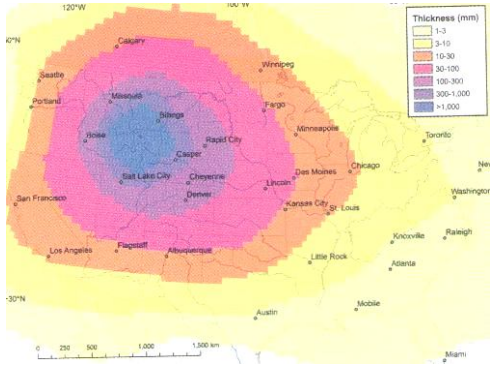
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                        |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 94. | <p><b>Землетрясение в северо-восточном Китае</b><br/> <i>(11 января 2015 года, Синьцзян-Уйгурский автономный район, Китай)</i></p> <p>Землетрясение магнитудой 5,0 разрушило 51 дом в северо-восточном Китае, сообщает ТАСС. Стихийное бедствие, от которого в общей сложности пострадали более 1,5 тысяч человек, произошло в Синьцзян-Уйгурском автономном районе. Подземные толчки ударили по региону в 02:50 по пекинскому времени 10 января. Согласно данным Китайского центра сейсмологических сетей, очаг землетрясения залегал на глубине 10 км. Эпицентр сейсмособытия находился в посёлке Каражол в городском уезде Артуш – административном центре Кызылсу-Киргизского автономного округа. Природная катастрофа стала причиной частичного разрушения 51 жилого здания, 1508 жителей вынуждены переместиться в дома своих родственников, здания муниципальных учреждений и больницы. Кызылсу-Киргизский автономный округ находится на западе Синьцзян-Уйгурского автономного района. В радиусе 30 км от эпицентра произошедшего землетрясения находится около 20 деревень. В поселении Каражол, площадь которого составляет 8, 452 кв. км, проживают 17499 человек.</p> |      |
| 95. | <p><b>Подземные толчки в Республике Бурятия</b><br/> <i>(12 января 2015 года, Бурятия)</i></p> <p>Наступивший новый, 2015 год, стал для Бурятии рекордным по количеству сейсмособытий. За период с 03 по 12 января 2015 года в республике зафиксировано 27 подземных толчков – в последний раз такое же их количество специалисты регистрировали в течение всего 2007 года. В 2014 году на территории республики произошло 22 подобных природных явления, в 2013-м году-16. Толчки в этом году были магнитудой от 3,2 до 4,5, на расстоянии от 14 до 220 км от населённых пунктов. Большинство сейсмособытий (26) зафиксировано на территории Муйского района, недалеко от населенного пункта Северомуйск, одно произошло в акватории Байкала – в Баргузинском районе. Частые землетрясения в Бурятии связаны с расположением региона на территории Байкальской рифтовой зоны. Ее центральная часть находится под озером Байкал.</p>                                                                                                                                                                                                                                              |   |
| 96. | <p><b>Камчатский вулкан Шивелуч на Камчатке</b><br/> <i>(16 января 2015 года, Камчатка)</i></p> <p>Над кратером камчатского вулкана Шивелуч поднялся столб пепла на 10 км над уровнем моря. Облако пепла унесло в западном направлении от исполина, вглубь полуострова на расстояние до 63 км. Вулкану присвоен оранжевый код авиационной опасности – один из наиболее угрожающих. Это означает, что частички пепла могут попасть в турбины самолетов и выводить из строя двигатели. Шивелуч представляет угрозу не только для воздушных судов. При парогазовых выбросах в районе вулкана может наблюдаться превышение предельно допустимой концентрации газа. Шивелуч – самый северный действующий вулкан Камчатки, один из крупнейших в регионе. Он находится в 45 км от поселка Ключи (Усть-Камчатский район). В результате усиления активности вулкана, его купол прорезала расщелина глубиной около 30 метров.</p>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |



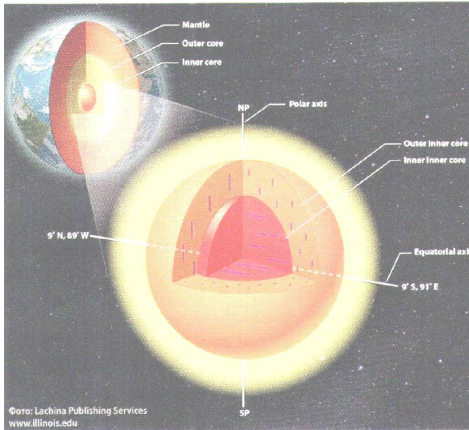
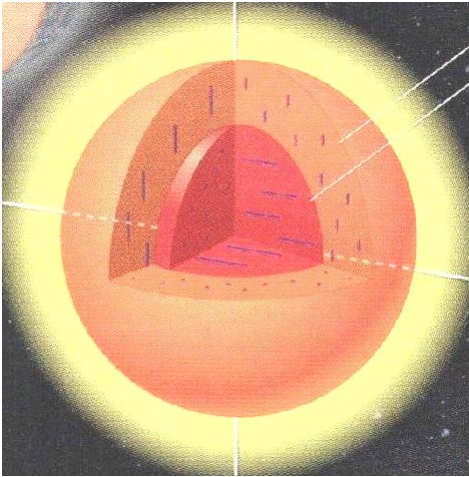
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 97. | <p><b>Пепловый выброс вулкана Жупановский на Камчатке</b><br/>(18 января 2015 года, Камчатка)</p> <p>По спутниковым данным Камчатской группы реагирования на вулканические извержения (KVERT), на вулкане Жупановский произошел пепловый выброс. Высота пеплового столба составила до 4000 метров над уровнем моря. Высота вулкана составляет 2958 метров. С учетом направления ветра пепловый шлейф распространился в восточном направлении от вулкана на 266 км в Кроноцкий залив, на пути распространения пеплового шлейфа населенные пункты отсутствуют. Вулкану присвоен оранжевый код авиационной опасности. Туристическим организациям рекомендовано не организовывать туры в районе вулкана. Вулкан Жупановский расположен примерно в 100 км севернее Петропавловска-Камчатского. В последний раз Жупановский извергался в 1956-1957 годах.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                      |
| 98. | <p><b>Извержение вулкана Сопутан в Индонезии</b><br/>(18 января 2015 года, на острове Сулавеси в Индонезии)</p> <p>Началось извержение вулкана Сопутан в северной части индонезийского острова Сулавеси. Вулкан выбросил пепел на высоту около 4 км. Извержение началось в 11:38 по местному времени (06:38 мск). Жителям деревни запрещено находиться на территории в радиусе 6,5 км от кратера. Вулкан Сопутан расположен в 2,16 тыс. км к северо-востоку от столицы Индонезии Джакарты. Последний раз он извергался в 2011 году, о пострадавших не сообщалось. Специалисты отмечают возросшую активность вулкана с начала января текущего 2015 года.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                     |
| 99. | <p><b>«Искусственное» землетрясение на матче в США</b><br/>(18 января 2015 года, стадион в Сиэтле, США)</p> <p>Американские сейсмологи решили извлечь научную пользу из поведения футбольных фанатов на стадионе: вызываемое ими искусственное «землетрясение» на матче учёные использовали для тестирования своих датчиков м систем оповещения. Это произошло во время матча «Сиэтл Сихокс» против «Грин Бей Пэкерс» в Сиэтле. О событии со ссылкой на Сейсмическую сеть Тихоокеанского Северо-Запада (Pacific North west Seismic Network, PNSN) сообщает Gizmag. В последнее время технический прогресс в области сейсмографов (обнаруживающих и регистрирующих подземные толчки приборов) существенно двинулся вперед, однако испытывать эти устройства нелегко – землетрясения спланировать невозможно. В 2011 году специалисты PNSN заметили, что в пиковые моменты матча «Сихокс» сейсмограф зафиксировал толчок амплитудой в 2 балла. Помня об этом, они установили на городском стадионе множество датчиков в преддверии игры за выход в Супер Боул – финал чемпионата Национальной футбольной лиги (НФЛ). Победа «Сихокс» в игре за выход в финал, как и ожидали учёные, привела к максимально буйному поведению фанатов команды, прыгающих и топающих ногами с удвоенной силой. Сейсмографы зафиксировали еще более мощные толчки, чем в 2011 году, - причем назвали их «танцетрясением» и отметили, что фанаты команды плясали под музыку в высшей степени дисциплинированно.</p> | <div>   </div> |

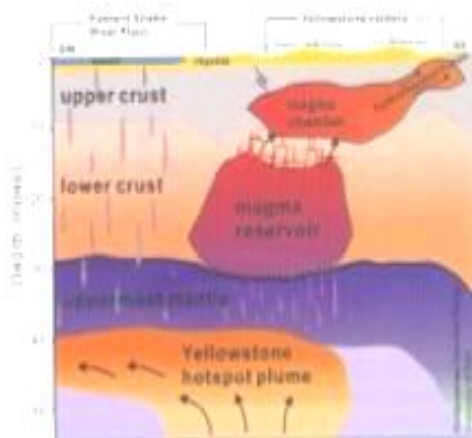


| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 100. | <p><b>Исследование сейсмостойкости здания склада в США</b><br/>(19 января 2015 года, склад в Эль Сентро, Калифорния, США)</p> <p>Чтобы увидеть, как землетрясение обрушивает здания в реальных условиях, американские учёные оборудовали датчиками и «шейкером» (вибрационным аппаратом) огромный склад в Эль Сентро (Калифорния) и подвергли его жесткой встряске. «Люди обычно не позволяют нам проверять прочность и разрушать настоящие строения. Крайне редко удается поставить приборы в зданиях и проверить, как те реагируют на толчки» - рассказал руководитель проекта Андреас Ставридис. В ноябре 2014 года ученые оснастили большой склад начала XX века множеством видеокамер и датчиков, а также виброустановкой. Затем они начали трясти двухэтажное здание на резонансной частоте. Здание привлекло ученых своей структурой, где сочетался кирпич и железобетон. Хотя этот тип строений в США запретили после землетрясения 1933 года в Лонг-Бич (Калифорния), он все еще широко распространен в Калифорнии, а также в Латинской Америке, Азии и Средиземноморье. Хотя склад перестали эксплуатировать и сочли не поддающимся ремонту после землетрясения 2010 года, он оказался гораздо прочнее, чем ожидали ученые, и выдержал все встряски.</p> |     |
| 101. | <p><b>Масштабное исследование Ключевой группы вулканов на Камчатке</b><br/>(20 января 2015 года, Ключевской группы вулканов на Камчатке)</p> <p>Российские и зарубежные ученые в 2015 году планируют проведение масштабного исследования Ключевской группы вулканов на Камчатке. В 2015 году должен состояться беспрецедентный эксперимент со звучным названием KISS (Klyuchevskoy Investigation – Seismic Structure of Extraordinary Volcanic System). Он будет выполнен силами международной команды, куда помимо новосибирцев войдут немецкие, французские ученые, а также специалисты из Камчатского филиала геофизической службы РАН и Института вулканологии и сейсмологии ДО РАН. По всей Ключевской группе расставят около 80 станций, 60 из их привезут из Германии, если они будут работать в течение одного года, это даст уникальные данные, которые позволят получить принципиально новые значения о глубинных механизмах питания вулканов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| 102. | <p><b>Землетрясение в Полтавской области на Украине</b><br/>(03 февраля 2015 года, Киев, Украина)</p> <p>На Украине в Полтавской области произошло землетрясение магнитудой 4,6. Ранее подобных происшествий в центральном регионе Украины не наблюдалось. «Утром около 8:00 по местному времени Гадяч (Полтавская область) и близлежащие села всколыхнуло землетрясение», - сообщает Интернет - издание «Полтавщина». По данным EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre), во вторник в 07:56 произошло землетрясение магнитудой 4,6. Его эпицентр находился в 35 км к северо-востоку от города Гадяча, возле села Васильевка в Сумской области.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |

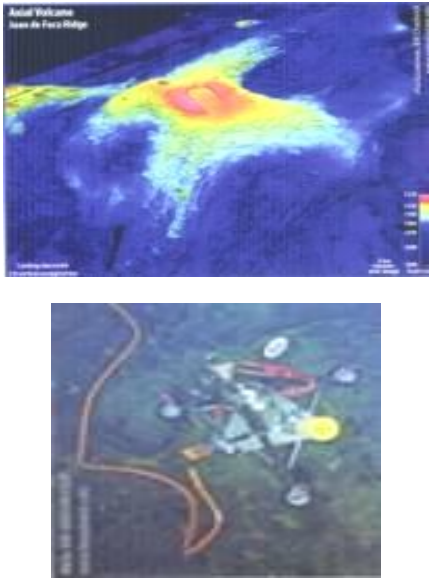
| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 103. | <p><b>Остывший вулкан на острове Яя в море Лаптевых</b><br/>(21 января 2015 года, Санкт-Петербург)</p> <p>Российские ученые Усть-Ленского государственного природного заповедника выдвинули гипотезу о том, что остров Яя, поднявшийся над поверхностью моря Лаптевых в районе Васильевской банки (мелководья на месте бывшего острова), может оказаться остывшим вулканом. Последние фотографии демонстрируют, что остров имеет форму правильного конуса, характерную для вулканов, даже давно потухших, а имеющаяся на острове лагуна напоминает форму кратера. Подтвердить или опровергнуть эту гипотезу может комплексная научная экспедиция, которая исследует геохимию острова, химическую структуру природных осадков, газовые процессы, в частности содержание метана в воде. Увеличенная сейсмическая активность, повышенное содержание метана в воде и движение больших блоков земной коры послужат подтверждением гипотезы. Остров лежит на широте 73 градуса 59 минут 26 секунд северной широты и 133 градуса 5 минут 46 секунд восточной долготы. Его площадь составляет 38 тысяч м<sup>2</sup>, длина -368 метров, ширина – 124 метра. До 30-х годов XX века на этом месте был остров Васильевский. Новый остров был открыт пилотами вертолета, совершавшим перелет на Новосибирские острова в августе 2013 года. На вопрос о том, кто первым увидел остров, каждый из них сказал «я», отсюда появилось «рабочее» название – Яя. Первоначально была высказана версия о происхождении острова благодаря движению льда, который нагребает осадки дна.</p> |      |
| 104. | <p><b>Прогнозируется извержение вулкана, находящегося под Йеоллоустонским национальным парком в США</b><br/>(07 февраля 2015 года, Йеоллоустонский национальный парк, США)</p> <p>Сотрудник Йеоллоустонского национального парка США Хэнк Хесслер заявил, что скоро может произойти извержение вулкана, который находится под парком. Оно может стереть с лица Земли половину территории США. Ученый называет тревожные признаки приближающегося катаклизма, включая: появление новых гейзеров; рост числа и силы землетрясений по всему парку; подъем уровня земли за последние 4 года почти на 2 метра. О надвигающейся беде, по мнению ученого, предупреждает и статистика извержений. За 17 миллионов лет вулкан извергался более 100 раз, последние выбросы были 2 миллиона и 640 тысяч лет назад. Так что время «спячки» подходит к концу, и момент пробуждения близок. Если этот гигантский супервулкан начнет извергаться, то огромная территория Америки может превратиться в «мертвую зону». Над вулканом образуется огромная озоновая дыра, солнечная радиация превысит черную дыру. Вулкан выбросит около 3000 м<sup>3</sup> пепла, который закроет Солнце на несколько лет, миллионы тонн пепла прольются кислотными дождями, которые уничтожат большую часть растений на планете. Температура резко понизится.</p>                                                                                                                                                                                                                                      |   |

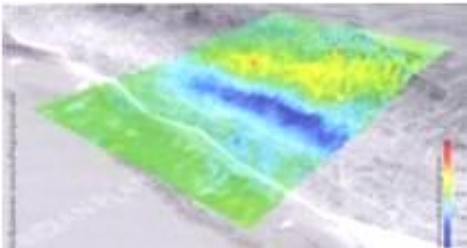
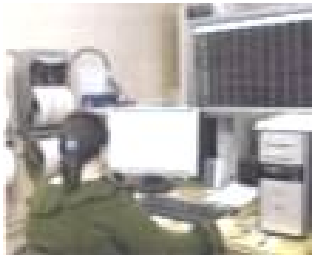


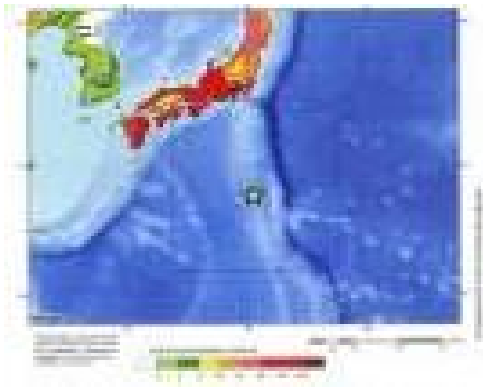
| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3                                                                                                                                                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 105. | <p><b>Новые открытия о составе ядра нашей планеты</b><br/> <i>(09 февраля 2015 года, США)</i></p> <p>Физики обнаружили, что ядро нашей планеты состоит из трех отдельных слоев, а не только жидкого внешнего и металлического внутреннего ядра, как считалось раньше, отмечается в статье, опубликованной в журнале Nature Geoscience. «Внутреннее ядро очень мало по своим размерам – оно меньше луны, о при этом у него очень много интересных свойств. Оно может поведать нам, как сформировалась Земля, рассказать многое о её ранней истории и раскрыть суть многих других геологических процессов. Его открытия нам не хватало для того, чтобы полностью понимать то, что происходит в недрах планеты», - заявил Сяодун Сун (Xiaodong Song) из университета Иллинойса в городе Урбана (США). Сун и его коллеги нашли дополнительный слой в ядре нашей планеты, изучая его структуру при помощи сейсмических волн, которые порождаются в недрах Земли во время мощных землетрясений. Ученые пошли неортодоксальным путем и «прослушали» недра, используя афтершоки – сейсмическое «эхо» землетрясения и повторные толчки. Установлено, что внутреннее ядро Земли не является гигантским металлическим шаром, как считалось раньше. Оно устроено гораздо сложнее и состоит из двух половин, занимающих примерно половину внутреннего ядра. Его внешняя часть обладает теми классическими свойствами, которые приписывались всему металлическому ядру Земли – его кристаллы «повернуты» на север и юг, вдоль магнитной оси планеты, а их химический состав в целом соответствует тем данным, которые геологи получали в ходе предыдущих «прослушиваний». Глубинные слои внутреннего ядра выглядят и устроены совершенно иначе. Его кристаллы повернуты не на север или юг, а на запад или восток, и их структура, судя по необычному характеру взаимодействия с сейсмическими волнами, заметно отличается от устройства материи «внешнего» внутреннего ядра. Считается, что внутреннее ядро планеты пережило несколько этапов внутренней геологической эволюции.</p> |   |
| 106. | <p><b>Соединение двух разломов земной коры</b><br/> <i>(07 апреля 2015г, Калифорнии, США)</i></p> <p>Два разлома земной коры: Калаверас и Хейворд в Калифорнии соединены друг с другом. Ученые предупреждают: жители близлежащих населённых пунктов должны быть готовы к сильным землетрясениям. Следовательно, их последствия будут более катастрофическими. Земля в районе разлома находится в постоянном движении. В районе Калифорнии землетрясения усиливаются. Земля в районе разлома движется на 16 км дальше, чем предполагалось раньше. Это происходит благодаря воздействию разлома Калаверас. До сих пор воздействие землетрясения достигало силы 6.9 в Калифорнии. Выясняется, что магнитуда новых землетрясений может достичь 7,3. Всего 0,4 градуса разницы эквивалентно энергии в 2,5 раза больше. В августе 2014 г, произошло за последние 25 лет землетрясение в Калифорнии, в результате которого более 100 человек получили ранения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    |

| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3                                                                                    |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 107. | <p><b>Научное предсказание об извержении вулкана</b><br/>(15 апреля 2015г, Москва, Россия)</p> <p>Мощнейшее извержение вулкана, аналогичное по своей мощности знаменитой Тамборе в начале XIX века, может произойти в текущем XXI столетии с вероятностью в 5-10%, что приведет к катастрофическим последствиям и потенциальной гибели цивилизации, пишут европейские геологи в докладе, подготовленном для Европейского научного фонда. За время существования человеческой цивилизации произошло семь достаточно крупных извержений, одно из которых, - взрыв горы Тамбора в 1815 году, уничтожило 71 тысячу человек и привело к заметному похолоданию климата и серии неурожая и голода в целом ряде стран по всей Земле.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
| 108. | <p><b>Новые сведения о резервуарах вулканической магмы</b><br/>(24 апреля 2015г, США)</p> <p>Под гейзерами и горячими источниками Йеллоустонского национального парка в штате Вайоминг, США находится резервуар вулканической магмы, ответственный за некоторые крупнейшие извержения на Земле. Геофизики изучили подземную систему и обнаружили не один, а два магматических очага под гигантским вулканом. Ученые знали о наличии шлейфа, несущего расплавленную породу из глубины мантии вверх и расположенного на глубине около 60 км под поверхностью. В 10 км под поверхностью был также обнаружен мелкий магматический очаг, содержащий около 10 тысяч куб. км расплавленного материала. Однако согласно последним данным, существует еще один резервуар, расположенный ещё глубже и по размеру в 4,4 раза больше чем тот, что находится между 20 и 50 км ниже поверхности. Когда сейсмические волны проходят через жидкий материал, они замедляются.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |
| 109. | <p><b>Мощное землетрясение в Непале</b><br/>(25 апреля 2015г, Непал)</p> <p>В Непале произошло мощное землетрясение магнитудой 7,9, с эпицентром, расположенным в 77 км от столицы Непала городе Катманду. Десятки людей оказались под обломками рухнувшей из-за землетрясения древней башни в столице Катманду. Из-под обломков пока достали тело одного человека. Точно неизвестно, сколько людей могло находиться внутри башни - сообщается о десятках человек, поскольку башня была одной из основных туристических достопримечательностей Катманду. Башня была построена в начале XIX века и входит в список Всемирного наследия Юнеско. Землетрясение стало сильнейшим в Непале за 80 лет. Сообщается о значительных разрушениях – рухнули многие здания, аэропорт столицы страны Катманду закрыт, нарушено транспортное сообщение. Землетрясение вызвало сход лавин на Эвересте. По данным СМИ, погибли 5489 человек, ранены порядка 11,4 тысячи человек. Два самолета МЧС РФ вылетели из Катманду с гражданами России и других государств, решившими покинуть Непал. По данным российского посольства в Непале, на борту двух Ил-76 находятся 128 граждан России, Казахстана, Таджикистана, Узбекистана, Латвии, Украины и Израиля.</p> |  |

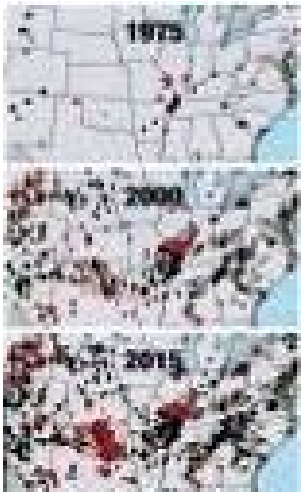


| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                                                                                    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 110. | <p><b>Образование нового участка суши в Японии</b><br/>(29 апреля 2015 года, Япония)</p> <p>Ученые сообщили об образовании нового участка суши, который появился у берегов Северной Японии. Диаметр нового острова составляет почти 300 метров, а его высота достигает 15 метров над уровнем моря. Сейсмологи информируют, что появление нового участка суши связано с повышенной сейсмической активностью, которая наблюдается в регионе, а также с движением тектонических плит. Прогнозируется продолжение роста островов, в результате которого участок суши может быть заселен уже через сто лет. Появление острова имеет как плюсы, так и минусы. Сейсмическая активность может послужить результатом не только появления новых территорий, но и исчезновению уже имеющихся. Из-за землетрясений суша может погружаться под воду. Если ученые правы, то в будущем территория Японии кардинально изменит свои границы.</p>                                                                                           |    |
| 111. | <p><b>Подводное извержение вулкана в США</b><br/>(03 мая 2015 года, штат Орегон, США)</p> <p>Неподалеку от побережья штата Орегон в открытом океане началось подводное извержение вулкана. Это событие учёные прогнозировали ещё месяц назад. По оценкам экспертов, извержение началось ещё 24 апреля, и сейчас перешло в активную фазу. Специалисты университета Вашингтона наблюдают природное явление в режиме реального времени с помощью высокотехнологичных инструментов. Профессор океанографии Джон Делани рассказал, что оборудование питается с помощью оптоволоконного кабеля, подключенного к <i>Pacific City</i>. Аппаратура передает информацию в кампус университета через интернет. Вулкан расположен вдоль границы между двумя тектоническими плитами – Тихоокеанской плиты и пластины Хуан-деФука – в 480 км к западу от берега Орегона. Ученые информируют, что активность вулкана не является достаточно сильной, чтобы это ощущалось на суше, но достаточно мощная, чтобы спровоцировать цунами.</p> |   |
| 112. | <p><b>Землетрясение в Японии</b><br/>(13 мая 2015 года, префектура Мияги)</p> <p>Землетрясение магнитудой 6,8 произошло утром на северо-востоке Японии, сообщает <i>NHK</i>. Его эпицентр находился на глубине 46 км в Тихом океане у берегов префектуры Мияги. Землетрясение не привело к возникновению цунами. В городе Ханамаки в префектуре Иватэ, расположенном на удалении от морского побережья, ощущались самые мощные толчки, сила которых составила 5+ по японской шкале от нуля до семи. Органы ядерного регулирования Японии сообщили об отсутствии сбоев или радиоактивных утечек на аварийной АЭС в Фукусиме и других атомных предприятиях. Подземные толчки не привели к серьезным последствиям. Известно об одном пострадавшем в ДТП в префектуре Мияги. А в городе Исиномаки произошло отключение водоснабжения, передает телеканал <i>NHK</i>. Специалисты предупреждают, что в течение недели стоит ожидать мощные афтершоки.</p>                                                                      |  |

| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 113. | <p><b>Серия землетрясений в Непале</b><br/>(14 мая 2015 года, республика Непал - Москва)</p> <p>Последствия серии землетрясений в Непале были настолько разрушительны, что помощь международного сообщества может требоваться республике еще не один год, считает руководитель сводного спасательного отряда МЧС РФ, работавшего в Непале, Александр Романов. Разрушительное землетрясение произошло в Непале 25 апреля 2015 года, его жертвами стали более 8 тысяч человек. (фото №1). По просьбе правительства Непал, МЧС России направило в страну сводный отряд для оказания помощи пострадавшим, разбора завалов и проверки надежности уцелевших зданий специальным оборудованием, которым не располагают власти Непала.</p> <p><b>12 мая 2015 года в Непале произошло повторное мощное землетрясение магнитудой 7,4 балла</b> (рис. 1), а после этого произошло еще шесть землетрясений, магнитуда самого сильного составила 6,3. Число погибших составило около 100 человек.</p> <p><b>Землетрясение в Непале, произошедшее 25 апреля 2015 года, уменьшило высоту Эвереста</b> (схема 1). Об этом со ссылкой на данные сразу нескольких групп учёных, пишет газета <i>The Huffington Post</i>. После катаклизма рост высочайшей горы мира уменьшился на дюйм (2,54 см). Выводы ученых основаны на данных европейского спутника «Страж-1», который проходил над Джомолунгмой 29 апреля 2015 года.</p> |  <p>Фото № 1.</p>  <p>Рис. 1.</p>  <p>Схема. 1.</p> |
| 114. | <p><b>Подъем уровня земли в Японии</b><br/>(17 мая 2015 года, горный курорт Хаконэ)</p> <p>Вулканическая активность привела к подъему уровня земли в районе популярного горного курорта Хаконэ к юго-западу от Токио. К такому выводу пришли японские специалисты, занимающиеся геопространственной разведкой. Они проанализировали спутниковые снимки и установили, что в результате подземных толчков, уровень расположенного там плато Овакудани поднялся примерно на 12 см. К плато Овакудани запрещено подходить ближе чем на 700 метров. Курорт Хаконэ знаменит своими горячими источниками, многочисленными музеями, а также горным озером Асиноко с видом на священную гору Фудзи. Высота вулкана Хаконэ составляет 1550 м. Последнее извержение там было зафиксировано примерно в XII веке.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                         |
| 115. | <p><b>Намерения России по увеличению числа сейсмостанций на Сахалине и Курилах</b><br/>(25 мая 2015 года, Южно-Сахалинск)</p> <p>Сейсмологи Сахалина и Курил предлагают увеличить число сейсмостанций в регионе, сообщил ТАСС. В настоящее время на Сахалине и Курилах работает 38 станций, в то время как в соседней Японии их количество достигает 500. По данным отечественных ученых, на островах надо установить хотя бы еще 10-20 станций. В этом случае контроль за сейсмической ситуацией на островах будет более полным. Ежегодно на Курильских островах регистрируется более 1 тыс. землетрясений магнитудой свыше 4, на Сахалине – 500.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                        |

| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 116. | <p><b>Опыт спасательных операций МЧС России</b><br/> <i>(26 мая 2015 года, Жуковский, Россия)</i></p> <p>Опыт спасательной операции при ликвидации последствий землетрясения в Непале уникален и будет внесен в учебную литературу вузов системы МЧС России. К проведению гуманитарной спасательной операции от МЧС России было привлечено 120 человек, семь единиц техники, в том числе два воздушных судна, применялся дистанционно управляемый летательный аппарат. Медицинская помощь на местах землетрясения была оказана около 500 пострадавшим. Всего в Непал самолетами МЧС было доставлено 22 тонны гуманитарной помощи. Специалисты МЧС РФ провели оценку сейсмостойкости 20 зданий, в том числе посольства России, Российского центра науки и культуры, телецентра Катманду и ряда школ. Правительство Непала запросило международную помощь после землетрясения 7.9, произошедшего 25 апреля 2015 года.</p>                                                                                                                                                                                   |                                                                                         |
| 117. | <p><b>Мощное землетрясение в Японии</b><br/> <i>(30 мая 2015 года, Тихий океан, Япония)</i></p> <p>По меньшей мере, 12 человек пострадали в Японии в результате мощного землетрясения магнитудой 8,5, которое произошло в Тихом океане. Все пострадавшие – жители Токио, а также соседних префектур Сайтама и Канагава. Удар стихии не повлиял на ход восстановительных работ на АЭС «Фукусима-1», однако привел к временному отключению электричества в 600 домах в соседней с Токио префектуре Сайтама. В ночь на 31 мая 2015 года в районе острова Идзу было зафиксировано еще несколько подземных толчков, самый сильный из них – магнитудой 7,4. Землетрясение произошло в месте разделения Филиппинской и Тихоокеанской тектонических плит. Несмотря на магнитуду 8,5, из-за глубокого очага залегания (590 км) и далекого расположения эпицентра от острова Хонсю, землетрясение не привело к серьезным последствиям.</p>                                                                                                                                                                          |                                                                                        |
| 118. | <p><b>Сильное землетрясение в Индонезии</b><br/> <i>(05 июня 2015 года, штат Сабах, Индонезия)</i></p> <p>Землетрясение магнитудой 5,9 по шкале Рихтера, которое произошло в восточном малазийском штате Сабах, было самым сильным за всю историю в королевстве наблюдений. Начиная с 1897 года, в Сабахе произошло не менее 80 землетрясений, однако ни одно из них не было сопоставимо по силе с последним. «Обломки скал (с вершины Кинабалу) падали дождем, как после взрыва», – описал свои ощущения БЕРНАМА 60-летний участник восхождения на самый высокий на острове Калимантан (Борнео) пик Ли Йок Фа (Lee Yoke Fah). Эпицентр подземного толчка, произошедшего утром, находился в 16 км к северо-западу от города Ранау в штате Сабах, очаг залегал на глубине 54 км под поверхностью третьего по величине на планете острова. Землетрясение ощущалось на большей части Сабаха и даже на ближайшей федеральной территории Лабуан. Оно сопровождалось на этот момент двумя афтершоками магнитудой 4,4 и 2,8 по шкале Рихтера. 18 человек погибли, тела двоих из них еще не идентифицированы.</p> |   |



| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 119. | <p><b>Цунамизащитная стенка по Японской технологии в Невельске на Сахалине</b><br/> <i>(17 июня 2015 года, Хабаровск, Россия)</i></p> <p>Набережную по японской технологии, которая сможет защитить город от цунами, построили в 2015 году в портовом городе Невельске на Сахалине. Длина цунамизащитной стенки 250 метров. Ее сейчас монтируют из уникальных бетонных блоков «Нептун», которые широко применяют в Японии. Фасонные блоки с диагональной рамой – лучшее из того, что пока придумано для остановки волн. Конструкция буквально впитывает в себя морские волны. Энергия моря рассеивается. На изготовление таких блоков расходуется в 2-3 раза меньше бетона, чем на классические противоволновые сооружения. По всей Японии есть 150 мест, где уже использовали «Нептун». Для России – технология инновационная.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
| 120. | <p><b>Крупные землетрясения при добыче сланцевой нефти и газа в США</b><br/> <i>(19 июня 2015 года, США)</i></p> <p>Добыча сланцевых нефти и газа методом гидравлического разрыва пласта (фрекинга) действительно вызывает колебания почвы и не просто легкую ее вибрацию, а и крупные землетрясения, имевшие место в центральных штатах США. Группа исследователей из Колорадского университета и Геологической службы США проанализировали колебания почвы магнитудой от 4,7 до 5,6 в штатах Оклахома, Колорадо, Техас и Арканзас за период с 2011 и 2012 год и установили наличие связи между этими землетрясениями и осуществляемой там добычей сланцевых нефти и газа в нагнетательных скважинах. Исследователи сопоставили даты зафиксированных землетрясений с датами проведения работ по закачке в нагнетательные скважины жидкостей разрыва (гель, воду либо кислоту, состоящие из более чем 900 химических соединений), и во многих случаях эти сроки совпали. Некоторые районы являются более «чувствительными» к сейсмической активности, поэтому там необходимы повышенный контроль за добычей сланцевых нефти и газа, а возможно, и особые меры регулирования работ.</p> |  |
| 121. | <p><b>Китай и Япония пожертвовали более \$ 1 млрд на восстановление Непала после землетрясения</b><br/> <i>(25 июня 2015 года, Непал)</i></p> <p>Китай выделяет \$ 750 млн. и в течение года подготовит более 1,5 тыс. непальских специалистов в различных областях. Япония – 260 млн. долларов и участие своих специалистов компаний в реставрации памятников архитектуры, которым был нанесен ущерб. Индия выделит Непалу \$ 1 млрд. США и Европейский союз выделяет пострадавшему от землетрясений Непалу более \$ 300 млн. На полное восстановление страны в течение 5 лет потребуется \$ 6,6 млрд. 25 апреля 2015 года на западе Непала произошло землетрясение магнитудой 7,9. После основного землетрясения зафиксированы еще около 90 повторных толчков меньшей магнитуды. Число жертв превысило 8,7 тыс. человек, пострадавших – не менее 20 тыс. человек. Разрушены 1,9 тыс. домов и 4 тыс. строений.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |

| 1    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                                                                                                                                                         |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 122. | <p><b>Сейсмостойкий мост через Керченский пролив</b><br/>(30 июня 2015 года, Таманский полуостров, Крым, Россия)</p> <p>«Мост через Керченский пролив сможет выдержать землетрясение мощностью до 9 баллов, срок его службы составит не менее 100 лет» - сообщил руководитель проектной организации «Гипростроймост-Санкт-Петербург» Илья Рутман. Мост состоит из параллельных автомобильного и железнодорожного переходов. Трасса берет начало на Таманском полуострове, проходит по существующей 5-километровой дамбе и выходит на остров Тузла. Затем пересекает Керченский пролив, огибая с севера мыс Ак-Бурун. Общая длина перехода составит 19 км. Движение автомобилей будет осуществляться по четырем полосам со скоростью до 120 км/час. Пропускная способность этой трассы – до 40 тысяч автомобилей в сутки. Железная дорога включает два пути с пропускной способностью до 47 поездов в сутки. Расчетная скорость движения пассажирских поездов – 120 км/час, грузовых – 80 км/час. Для пропуска морского транспорта предусмотрены арочные пролеты длиной 227 метров. В декабре 2018 года завершатся строительные работы, и будет открыто движение по мосту в рабочем режиме. В 2019 году, после завершения всех пуско-наладочных работ и благоустройства территории, мост будет введен в эксплуатацию.</p> |       |
| 123. | <p><b>Сейсмостойкий мост через реку Кирганик</b><br/>(30 июня 2015 года, Камчатский край, Россия)</p> <p>В Камчатском крае построят новый мост через реку Кирганик. Он будет отвечать современным требованиям сейсмостойкости и транспортной нагрузки. Новый мост построят взамен существующего перехода, расположенного на 16 км автомобильной дороги Мильково – Ключи - Усть-Камчатск. Протяженность нового моста 129 метров. Для устройства фундамента будут использованы буронабивные столбы, обладающие высокой несущей способностью. На трех опорах будут смонтированы два металлических пролета. Ширина проезжей части – 8 м. Расчетная скорость движения – 80 км/час. Ввод моста в эксплуатацию – октябрь 2016 г.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                       |
| 124. | <p><b>Подземные толчки в Китае</b><br/>(04 июля 2015 года, СУАР, Китай)</p> <p>Четыре тысячи подземных толчков были зафиксированы на северо-западе Китая в Синьцзян-Уйгурском автономном районе (СУАР) после мощного подземного катаклизма магнитудой 6,5, которое привело к эвакуации более 66000 человек. Число погибших в результате землетрясения, которое произошло в СУАР, увеличилось до шести человек, в то время как более 70 человек были ранены. Подземная стихия повредила 12000 домов. Спасатели и солдаты создали приюты и обеспечили жителей пострадавших районов едой и водой. Местные власти создали фонд ликвидации последствий стихийных бедствий, выдав \$ 3,2 млн.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |

## Приложение 2

### Термины и определения

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | <b>Акселерограмма:</b> Зависимость ускорения колебаний от времени.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2.  | <b>Акселерограмма землетрясения:</b> Запись процесса изменения во времени ускорения колебаний грунта (основания) для определенного направления.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3.  | <b>Акселерограмма синтезированная:</b> Акселерограмма, полученная аналитическим путем на основе статистической обработки и анализа ряда акселерограмм и (или) спектров реальных землетрясений с учетом местных сейсмических условий.                                                                                                                                                                                                            |
| 4.  | <b>Антисейсмические мероприятия:</b> Совокупность конструктивных и планировочных решений, основанных на выполнении указаний норм, обеспечивающая определенный, регламентированный нормами, уровень сейсмостойкости сооружений.                                                                                                                                                                                                                  |
| 5.  | <b>Воздействие сейсмическое:</b> Движение грунта, вызванное природными или техногенными факторами (землетрясения, взрывы, движение транспорта, работа промышленного оборудования), обуславливающее движение, деформации, иногда разрушение сооружений и других объектов.                                                                                                                                                                        |
| 6.  | <b>Динамический метод анализа:</b> Метод расчета на воздействие в форме акселерограмм колебаний грунта в основании сооружения путем численного интегрирования уравнений движения.                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 7.  | <b>Интенсивность землетрясения:</b> Оценка воздействия землетрясения в баллах 12-балльной шкалы, определяемая по макросейсмическим описаниям разрушений и повреждений природных объектов, грунта, зданий и сооружений, движений тел, а также по наблюдениям и ощущениям людей.                                                                                                                                                                  |
| 8.  | <b>Каркасные здания:</b> Здания с несущими рамами (каркасом), полностью воспринимающими вертикальные и горизонтальные нагрузки. Взаимодействующие элементы рам (колонны, стойки и ригели) сопротивляются осевым нагрузкам, перерезывающим силам, изгибающим и крутящим моментам.                                                                                                                                                                |
| 9.  | <b>Каркасно-каменные здания:</b> Здания с монолитными железобетонными каркасами, при возведении которых используется специфическая технология: вначале возводится кладка, которая используется в качестве опалубки при бетонировании элементов каркаса.                                                                                                                                                                                         |
| 10. | <b>Каркас с заполнением:</b> Несущая система, состоящая из рам, заполненных целиком или частично кладкой с применением естественных и искусственных камней, воспринимающая вертикальные нагрузки совместно с элементами каркаса. Распределение усилий между рамами и заполнением осуществляется в зависимости от конкретных конструктивных решений с использованием методов теории сооружений строительной механики и сопротивления материалов. |
| 11. | <b>Карты сейсмического микрорайонирования:</b> Карты в масштабе 1:25000 – 1:2000, разрабатываемые для территорий городов, населенных пунктов или отдаленных жилых микрорайонов, а также промышленных объектов. Для линейных сооружений допускается масштаб 1:50000. Карты сейсмического микрорайонирования утверждаются в установленном порядке и являются составной частью градостроительной документации.                                     |
| 12. | <b>Комплексная конструкция:</b> Стеновая конструкция из кладки, выполненной с применением кирпича, бетонных блоков, пильного известняка или других естественных или искусственных камней и усиленная железобетонными включениями, не образующими рамы (каркас).                                                                                                                                                                                 |
| 13. | <b>Линейно-спектральный метод анализа (ЛСМ):</b> Метод расчёта на сейсмостойкость, в котором значения сейсмических нагрузок определяются по                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

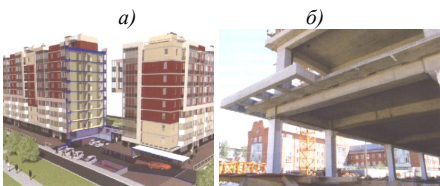
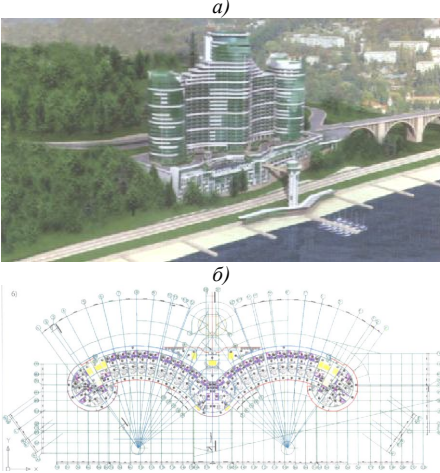
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | коэффициентам динамичности в зависимости от частот и форм собственных колебаний конструкции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14. | <b>Максимальное расчетное землетрясение (МРЗ):</b> Землетрясение максимальной интенсивности на площадке строительства с повторяемостью один раз в 1000 лет и один раз в 5000 лет – для объектов повышенной ответственности. Принимается по комплектам карт ОСР-97 В и С, соответственно.                                                                                                                                                                                       |
| 15. | <b>Монолитно-каменные здания:</b> Здания с трехслойными или многослойными стенами, в которых бетонирование основного несущего слоя из монолитного железобетона производится с использованием двух наружных слоев кладки с применением естественных или искусственных камней, используемых в качестве несъемной опалубки. В необходимых случаях устраиваются дополнительные термоизолирующие слои.                                                                              |
| 16. | <b>Нарушение нормальной эксплуатации:</b> Нарушение в работе строительного объекта, при котором произошло отклонение от установленных эксплуатационных пределов и условий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 17. | <b>Нормальная эксплуатация:</b> Эксплуатация объекта строительства в определенных проектом эксплуатационных пределах и условиях.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 18. | <b>Осциллятор:</b> Одномассовая линейно-упругая динамическая система, состоящая из массы, пружины и демпфера.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 19. | <b>Проектное землетрясение (ПЗ):</b> Землетрясение максимальной интенсивности на площадке строительства с повторяемостью один раз в 500 лет.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 20. | <b>Прямой динамический метод расчета сейсмостойкости (ПДМ):</b> Метод численного интегрирования уравнений движения, применяемый для анализа вынужденных колебаний конструкций при сейсмическом взаимодействии, заданном акселерограммами землетрясений.                                                                                                                                                                                                                        |
| 21. | <b>Рамно-связевая система:</b> Система, состоящая из рам (каркаса) и вертикальных диафрагм, стен или ядер жесткости и воспринимающая горизонтальные и вертикальные нагрузки. При этом горизонтальная и вертикальная нагрузки распределяют между рамами (каркасами) и вертикальными диафрагмами (и другими элементами) в зависимости от соотношения жесткостей этих элементов.                                                                                                  |
| 22. | <b>Расчетная сейсмическая интенсивность:</b> Величина расчетного сейсмического воздействия, выраженная в баллах микросейсмической шкалы или в кинематических параметрах движения грунта (ускорения, скорости, смещения).                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 23. | <b>Связевая система:</b> Система, состоящая из рам (каркаса) и вертикальных диафрагм, стен и (или) ядер жесткости. При этом расчетная горизонтальная нагрузка полностью воспринимается диафрагмами, стенами и (или) ядрами жесткости.                                                                                                                                                                                                                                          |
| 24. | <b>Сейсмическое микрорайонирование (СМР):</b> Комплекс инженерно-геологических и сейсмометрических работ по прогнозированию влияния особенностей строения приповерхностной части разреза (строение и свойства, состояние пород, характер их обводненности, рельеф и т.п.) на сейсмический эффект и параметры колебаний грунта на площадке. Под приповерхностной частью разреза понимается верхняя толща пород, существенно влияющая на приращение интенсивности землетрясения. |
| 25. | <b>Сейсмичность площадки строительства:</b> Интенсивность расчетных сейсмических воздействий на площадке строительства с соответствующими категориями повторяемости за нормативный срок. Сейсмичность устанавливается в соответствии с картами сейсмического районирования и сейсмомикрорайонирования площадки строительства и измеряется в баллах по шкале MSK-64.                                                                                                            |
| 26. | <b>Сейсмоизоляция:</b> Снижение сейсмических нагрузок на сооружение за счет использования специальных конструктивных элементов:<br>-повышающих гибкость и периоды собственных колебаний сооружения (гибкие                                                                                                                                                                                                                                                                     |

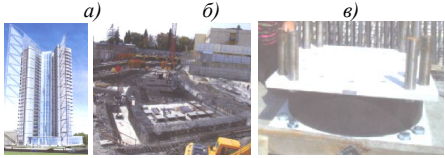
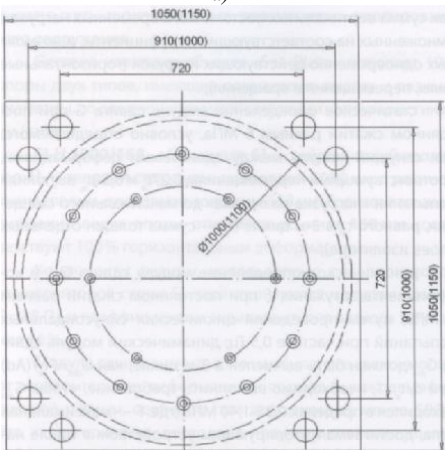
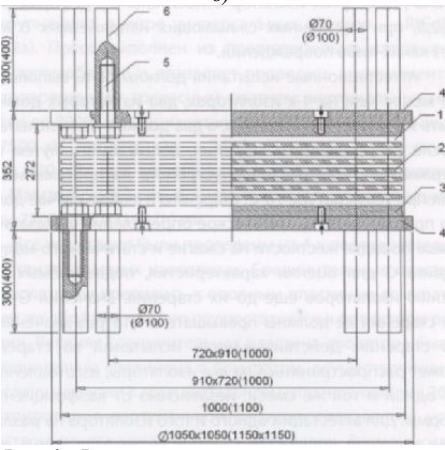
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>стойки; качающиеся опоры; резинометаллические опоры и др.);</p> <p>-увеличивающих поглощение (диссипацию) энергии сейсмических колебаний (демпферы сухого трения; скользящие пояса; гистерезисные, вязкие демпферы);</p> <p>-резервных, выключающихся элементов.</p> <p><u>Примечание</u> – В зависимости от конкретного проекта используются все или некоторые из перечисленных элементов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 27. | <p><b>Сейсмостойкость сооружения:</b> Способность сооружения сохранять после расчетного землетрясения функции, предусмотренные проектом, например:</p> <p>-отсутствие глобальных обрушений или разрушений сооружения или его частей, способных обусловить гибель и травматизм людей;</p> <p>-продолжение эксплуатации сооружения после восстановления или ремонта.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 28. | <p><b>Уточнение общего сейсмического районирования (УОСР):</b> Более детальное, по сравнению с картами ОСР-97, исследования сейсмоактивных территорий, результатом которых должно быть уточнение сейсмической опасности (УСО) как отдельных пунктов (УСО-1), так и ограниченных территорий (УСО-2), т.е. аналог детального сейсмического районирования (ДСР), основанное на уточнении модели исходной сейсмичности (УИС). При этом обязательным является выполнение тех же нормативных требований, которые заложены в вероятностные оценки карт ОСР-97 (вероятности 10%, 5% и 1% возможного превышения номиналов карт в течение 50-летних интервалов времени).</p> |
| 29. | <p><b>Эффективная модальная масса:</b> Доля массы сооружения, участвующей в динамической реакции по определенной форме колебаний при заданном направлении сейсмического воздействия в виде смещения основания как абсолютно жёсткого тела. Значение эффективной массы в долях единицы вычисляют по формуле:</p> $\mu_i = \frac{\sum_{p=1}^n \sum_{j=1}^6 m_p^j (\eta_{ip}^j)^2}{\sum_{p=1}^n \sum_{l=1}^3 m_p^l r_l^2}$ <p>Наряду с безразмерной величиной может использоваться значение эффективной модальной массы в % (<math>\mu_i \cdot 100\%</math>).</p>                                                                                                     |
| 30. | <p><b>Суммарная эффективная модальная масса:</b> Сумма эффективных модальных масс по учитываемым в расчете формам колебаний:</p> $\bar{\mu} = \sum_{i=1}^{\bar{n}} \mu_i$ <p>где <math>\bar{n}</math> – число учтенных в расчете форм колебаний.</p> <p>При учете всех форм должно выполняться условие:</p> $\mu = \sum_{i=1}^n \mu_i = 1,$ <p>где <math>n</math> – число всех форм колебаний (число динамических степеней свободы системы).</p>                                                                                                                                                                                                                   |

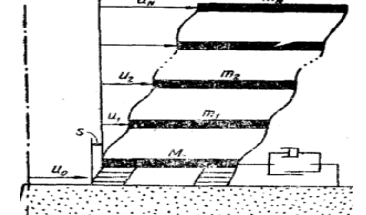
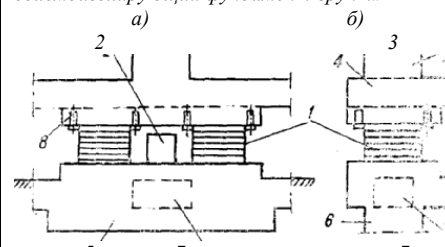
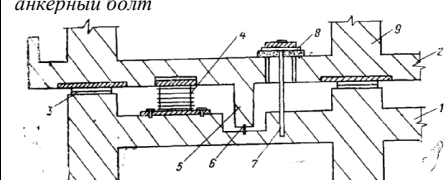
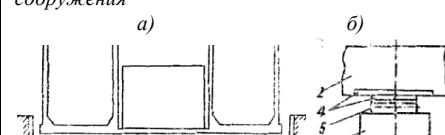
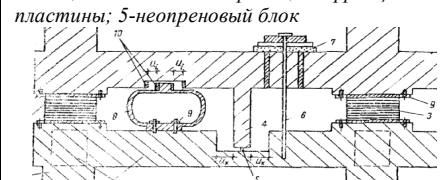


## Приложение 3

### Сейсмоизоляция и сейсμοзащита фундаментов и остовов зданий

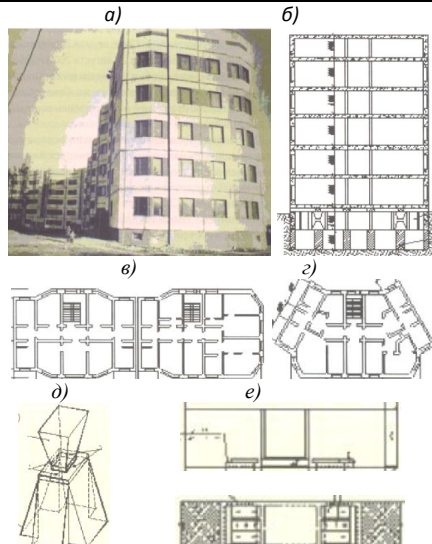
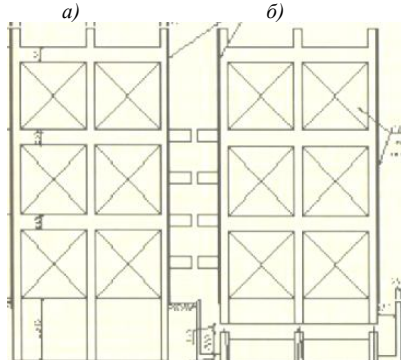
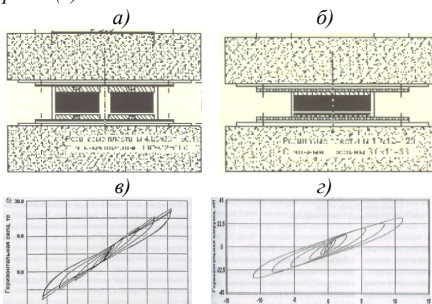
| №№<br>п.п. | Краткие сведения и основные принципы сейсμοзащиты конструкций фундаментов и остовов зданий и сооружений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Конструктивные и расчетные схемы сейсμοзащиты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| П.3.1.     | <p style="text-align: center;"><b><u>Инновационные технологии сейсμοзащиты зданий в сейсмических районах</u></b></p> <p><i>(Смирнов В.И. Применение инновационных технологий сейсμοзащиты зданий в сейсмических районах // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2009.-№4.- С.16-22)</i></p> <p>Более 30% территории Россия расположена в сейсмически активных зонах и подвергается землетрясениям с высокой сейсмической интенсивностью. Около 80% сейсмически опасных районов приходятся на крупные и средние города. В начале 70-х годов прошлого века под руководством российского ученого Я.А. Айзенберга были начаты работы по сейсμοизоляции зданий. Появились новые технологии сейсμοзащиты и понятия: адаптивные системы сейсμοзащиты с выключающимися связями и ограничителями колебаний; скользящие пояса (С.В.Поляков, Л.Ш.Кишимник, Л.Л.Солдатова); кинематические опоры (Ю.Д.Черепинский, В.В.Назин, Ю.И.Безруков); сейсμοзащита с использованием сплавов, запоминающих объемное состояние (В.И.Смирнов); кинематические фундаменты и опоры в сочетании с демпфирующими элементами (Я.А. Айзенберга, В.И.Смирнов и др.); здания с нижними «гибкими» этажами (Я.А. Айзенберга, В.И.Смирнов и др.), рис.1. С середины 80-х годов прошлого века специалисты Японии и США приступили к разработке и внедрению систем регулирования сейсмической реакции. Сейсμοизоляция – это современная перспективная и эффективная техника и технология сейсμοзащиты зданий сооружений при землетрясении, доказавшая свою техническую и экономическую конкурентоспособность по сравнению с обычными способами обеспечения сейсмостойкости. Широкое распространение в мире при реконструкции и возведении новых зданий получила сейсμοизоляция на резинометаллических опорах (рис 2).</p> <p>Современные проектные решения и их реализация выполняются в соответствии с актуализированной редакцией СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» и СТУ (специальные технические условия) с включением компенсирующих мероприятий в виде сейсμοизоляции или демпфирующих устройств. Примером этому служит целый ряд возведенных объектов в сейсмически активных регионах России, включая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-здание гостиницы апартаментного типа «Золотая лагуна» в г. Сочи с сейсмичностью площадки 9 баллов по карте ОСР-97В (рис. 3);</li> <li>-многоквартирный жилой комплекс «Новая Александрия» из высотных зданий с каркасно-ядровой системой жесткости и демпфирующей системой металлических связей в городе Сочи (рис. 4а);</li> <li>-здание 24-этажного делового центра «Спутник» в городе Сочи с сейсмичностью площадки 9 баллов по карте ОСР-97В (рис.4б), оборудовано системой сейсμοизоляции, включающей 200 резинометаллических опор со свинцовыми сердечниками в уровне пятого этажа. Здание высотой 95м имеет два подземных этажа и 4-этажный стилобат размером 80х60м. Фундаменты выполнены по технологии Jet-ground.</li> </ul> | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1. Применение системы сейсμοизоляции в виде «гибкого» нижнего этажа: а - жилые дома; б - «гибкий» этаж из металлических колонн</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 2. Применение сейсμοизолирующих опор для обеспечения сейсмостойкости реконструируемых зданий: а-здание банка в г. Иркутске; б-сейсмоусиление в процессе строительства здания театра в г. Горно-Алтайске; в-восстановление разрушенного во время военных действий здания концертного зала в г. Грозном</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 3. Гостиницы апартаментного типа «Золотая лагуна»: а-общий вид здания; б-расположение изолирующих опор в плане здания</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Рис. 4. Здания, оборудованные демпфирующей системой, возведённые в г. Сочи: а- высотный жилой комплекс; б-24-этажный деловой центр «Спутник»</i></p> |

| 1                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3                          |                                               |  |                         |                         |   |          |          |   |          |          |   |           |           |   |     |     |   |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|---|----------|----------|---|----------|----------|---|-----------|-----------|---|-----|-----|---|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>П.3.2.</p>              | <p><b>Отечественный опыт проектирования и строительства сейсмоизолированных зданий</b></p> <p>(Смирнов В.И. Испытания высокодемпфирующих резинометаллических опор для применения в сейсмоизолированном здании «Гостинично-туристического комплекса «Sea Plaza» в г. Сочи// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений.- 2009.-№4.- С.40-48)</p> <p>В мире построено более 5000 зданий с применением различных систем сейсмоизоляции. В г. Сочи по ул. Орджоникидзе, московской фирмой «СТ Групп», возведено высотное 25-этажное здание гостинично-туристического комплекса «Sea Plaza», высотой около 99 м (рис.1а). В плане здание имеет размеры: в продольном направлении 80м; в поперечном направлении - в узком торце около 30м, в расширяющемся-60м. Для снижения сейсмических нагрузок, в подземной части здания, применены сейсмоизолирующие резинометаллические опоры, выпускаемые итальянской фирмой «FIP Industriale S.p.A» (рис. 1б, 1в).</p> <p>В соответствии с постановлением Правительства РФ от 27 декабря 1997 года № 1636 новые, в т.ч. импортируемые, материалы, изделия, конструкции и технологии подлежат подтверждению пригодности для применения на территории Российской Федерации. Поэтому в рамках проведения процедуры подтверждения пригодности сейсмоизолирующих резинометаллических опор для применения при строительстве здания «Sea Plaza» г. Сочи в Лаборатории «Проб и испытания» фирмы «FIP Industriale S.p.A» (Италия), были проведены комплексные (аттестационные и приемочные) испытания на универсальном прессе «RIG 80» (рис.2).</p> <p>Для здания «Sea Plaza» г. Сочи применены 193 резинометаллические опоры серии SI, имеющие одинаковую высоту и разные диаметры типов: SI-H 1000/168 (149шт.) SI-H 1100/168 (44 шт.) с техническими характеристиками, приведенными в таблице:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Техническая характеристика</th><th colspan="2">Типы сейсмоизоляторов и количество на здание:</th></tr> <tr> <th>SI-H 1000/168, 149 штук</th><th>SI-H 1100/168, 44 штуки</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>14000 кН</td><td>18000 кН</td></tr> <tr> <td>2</td><td>22500 кН</td><td>27400 кН</td></tr> <tr> <td>3</td><td>6,5 кН/мм</td><td>7,9 кН/мм</td></tr> <tr> <td>4</td><td>16%</td><td>16%</td></tr> <tr> <td>5</td><td>25 см</td><td>25 см</td></tr> </tbody> </table> <p>где, 1-Максимальная вертикальная нагрузка с учетом сейсмических нагрузок; 2-то же, в предельном состоянии; 3-эффективная горизонтальная жёсткость; 4-Коэффициент затухания; 4-максимальное расчётное перемещение; SI-сейсмический изолятор; H-твёрдой структуры; 1000 или 1100-диаметр, мм; 168-суммарная толщина резиновых слоёв</p> <p>Основными определяемыми расчетными параметрами являются вертикальная и горизонтальная жесткости, которые, в свою очередь, зависят от геометрических особенностей изоляторов (внешних размеров, толщин отдельных слоёв и т.д.) и механических характеристик изолятора, таких как способность к рассеиванию энергии, зависящая от состава резины (рис.3).</p> <p>Применение сейсмоизоляции в виде высокодемпфирующих резинометаллических опор для здания «Sea Plaza» г. Сочи позволило как минимум в два раза снизить сейсмические нагрузки при возможных расчетных землетрясениях и сохранить предлагаемые архитекторами объемно-планировочные решения, которые не отвечают некоторым требованиям современных российских строительных норм по сейсмостойкости зданий.</p> | Техническая характеристика | Типы сейсмоизоляторов и количество на здание: |  | SI-H 1000/168, 149 штук | SI-H 1100/168, 44 штуки | 1 | 14000 кН | 18000 кН | 2 | 22500 кН | 27400 кН | 3 | 6,5 кН/мм | 7,9 кН/мм | 4 | 16% | 16% | 5 | 25 см | 25 см | <p>а) б) в)</p>  <p>Рис. 1. Гостинично-туристического комплекса «Sea Plaza» в г. Сочи: а-фасад; б-возведение сейсмоизолированного фундамента; в-сейсмоизолирующая опора</p> <p>а) б)</p>  <p>Рис. 2. Гостинично-туристического комплекса «Sea Plaza» в г. Сочи: а-общий вид универсального прессы «RIG 80» фирмы «FIP Industriale S.p.A» (Италия); б-испытание</p> <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>Рис. 3. Резинометаллические опоры с высокодемпфирующей резиной типов SI-H 1000/168 и SI-H 1100/168 (в скобках) в полной комплектации: а-план; б-разрез; 1-резиновая пластина; 2, 3, 4-соответственно, внутренняя, фланцевая и соединительная металлические пластины; 5-металлический болт; 6-анкерные металлические стержни</p> |
| Техническая характеристика | Типы сейсмоизоляторов и количество на здание:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |                                               |  |                         |                         |   |          |          |   |          |          |   |           |           |   |     |     |   |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                            | SI-H 1000/168, 149 штук                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | SI-H 1100/168, 44 штуки    |                                               |  |                         |                         |   |          |          |   |          |          |   |           |           |   |     |     |   |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1                          | 14000 кН                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 18000 кН                   |                                               |  |                         |                         |   |          |          |   |          |          |   |           |           |   |     |     |   |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2                          | 22500 кН                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 27400 кН                   |                                               |  |                         |                         |   |          |          |   |          |          |   |           |           |   |     |     |   |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3                          | 6,5 кН/мм                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 7,9 кН/мм                  |                                               |  |                         |                         |   |          |          |   |          |          |   |           |           |   |     |     |   |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4                          | 16%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 16%                        |                                               |  |                         |                         |   |          |          |   |          |          |   |           |           |   |     |     |   |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5                          | 25 см                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 25 см                      |                                               |  |                         |                         |   |          |          |   |          |          |   |           |           |   |     |     |   |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

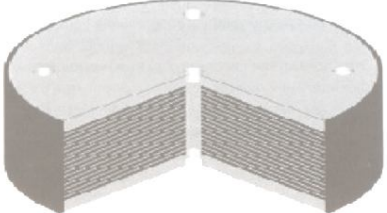
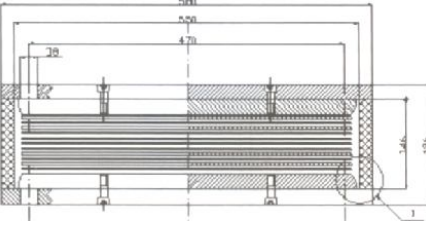
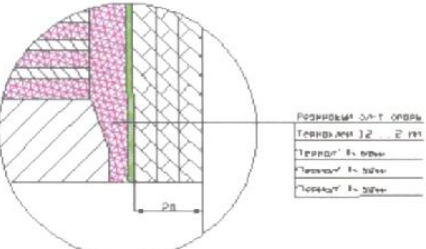
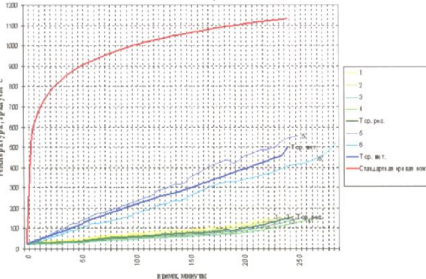
| 1             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>П.3.3.</p> | <p><b>Взаимодействие зданий и сооружений с упругим полупространством грунтового основания</b></p> <p><i>Рашидов Т.Р., Шамсиев У.Ш., Мушоев Р.Н., Бовшовер А.З. Сейсמודинамика пространственных систем. Ташкент: Фан, 1992. 152 с.</i></p> <p>Традиционные методы обеспечения сейсмостойкости сооружений основываются на увеличении прочности несущих конструктивных элементов зданий и способности его сопротивляться воздействию поперечных динамических нагрузок. При этом может потребоваться значительное усиление несущих конструкций здания, чтобы уменьшить воздействие сейсмических сил до приемлемых величин, но даже в этом случае не всегда обеспечивается защита при землетрясениях средней силы. Поэтому вопрос обеспечения сейсмостойкости зданий является актуальным и требует поиска и внедрения новых средств защиты от действия интенсивных сейсмических воздействий. Как показывают исследования последствий сильных землетрясений, проведенные отечественными и зарубежными учёными, грунтовые условия, существенно влияют на величины сейсмических нагрузок, действующих на здания и сооружения. При расчете зданий и сооружений по реальным акселерограммам землетрясений принимается, что фундамент колеблется по закону акселерограммы, полученной при отсутствии сооружения. Доказано, что акселерограмма в фундаменте сооружения резко отличается от акселерограммы в том же месте в отсутствии сооружения (А.Г. Назаров, Р. Скавуццо и Дж. Бейли, Э.Е. Хачиян и В.А. Амбарцумян). В обобщённой модели взаимодействия сооружения с упругим полупространством (грунтовым основанием) предусматривается возможность проскальзывания фундамента сооружения по закону сухого трения при наличии вязкоупругих связей в основании сооружения относительно упругого полупространства по схеме на (рис. 1). Сейсмоизоляция зданий и сооружений в Италии, Новой Зеландии, США, Японии и России осуществляется с помощью слоистых эластомерных опор (СЭО). Обладая высокой податливостью в горизонтальном направлении, использование СЭО приводят к значительному снижению основной частоты собственных колебаний конструкции, а параллельно выключаемые упругопластические устройства к существенному увеличению затухания колебаний. Опорные элементы СЭО устанавливаются под каждой колонной каркаса или в местах пересечения несущих стен (рис.2). В мировой практике применяются опоры сухого трения с использованием скользящей пары, состоящей из пластин фторопласта и шлифованной нержавеющей стали (рис.3). Это определяется тем, что чередование в конструкции опор стальных пластин и слоев каучука ограничивает податливость СЭО в вертикальном направлении и не влияет на горизонтальную податливость. На рис. 4 представлена система сейсмоизоляции при строительстве АЭС (Франция). Сейсмоизолированная фундаментная система включает в себя две плиты размерами в плане 150х90м. На каждой столбчатой опоре размещено 3-8 неопреновых блоков. На 600 опорах размещено 2000 неопреновых блоков размером 70х70х10см. В конструктивных решениях сейсмоизолирующих фундаментов (рис.5) параллельно с СЭО по периметру зданий предусматривается установка упругопластических поглотителей энергии.</p> |  <p>Рис. 1. Модель системы «сооружение-сейсмоизолирующий фундамент-грунт»</p>  <p>Рис.2 Конструктивное решение сейсмоизолирующего фундамента со слоистыми эластомерными опорами: а-на фундаментной плите; б-на капители колонны подземной части здания; 1-слоистая опора; 2-ограничитель; 3-колонна подвала или первого этажа; 4-плита перекрытия; 5-фундамент; 6-колонна подвала с капителью; 7-фундаментная балка; 8-анкерный болт</p>  <p>Рис.3 Конструктивное решение сейсмоизолирующего фундамента с опорами сухого трения: 1-нижняя фундаментная плита (ростверк); 3-опора сухого трения; 4-резиновый амортизатор; 5-жесткий упор; 6-жесткая выключающая связь; 7-вертикальная связь; 8-резиновый амортизатор; 9-стена сооружения</p>  <p>Рис.4 Сейсмоизолирующий фундамент: а-конструктивная схема; б-схема работы фрикционной эластомерной опоры; 1-опоры; 2-плита; 3-плоскость трения; 4-фрикционные пластины; 5-неопреновый блок</p>  <p>Рис.5 Сейсмоизолирующий фундамент на слоистых эластомерных опорах с упругопластическими поглотителями энергии: 1-колонна с капителью; 2-фундаментная балка; 3-слоистая эластомерная опора; 4-жесткий упор; 5-жесткая выключающая связь; 6-вертикальная связь; 7-резиновый амортизатор; 8-упругопластический поглотитель энергии; 9-анкерный болт; 10-антифрикционные поверхности</p> |

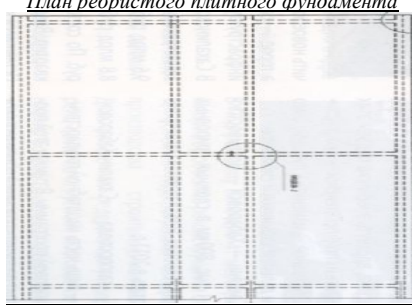
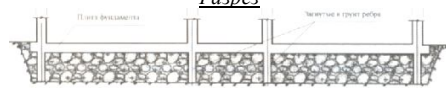
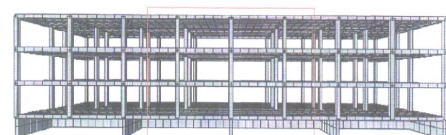
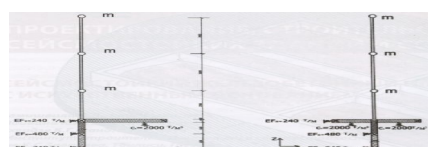


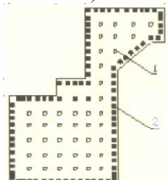
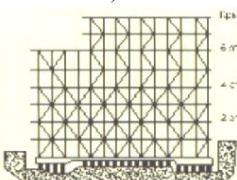
| 1                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>П.3.4.</b></p> | <p><b><u>Активная и пассивная системы сейсмозащиты</u></b></p> <p>(Мухамеджанов П.Д., Мухамеджанов М.Д. Сейсмостойкое здание с активной и пассивной системой сейсмозащиты // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2009.-№5.- С. 41-45)</p> <p>При отсутствии достоверной сейсмологической информации для строительной площадки, наиболее оптимальным при строительстве в сейсмически опасных районах являются здания с адаптивной системой сейсмозащиты, динамические параметры которых регулируются в процессе землетрясения (Айзенберг Я.М., Нейман А.И., Абакаров А.Д.-1978г.). Активная система сейсмозащиты предусматривает снижение сейсмических нагрузок за счет регулирования динамических параметров сооружений различными способами. Пассивная система сейсмозащиты способствует повышению сейсмостойкости вне зависимости от динамических характеристик сооружения. Установка в здании элементов активной и пассивной систем сейсмозащиты позволяет улучшить адаптацию сооружения к сейсмическим воздействиям за счёт суммарной эффективности двух систем сейсмозащиты. Повышение сейсмостойкости осуществляется за счёт выполнения элементов сооружения с вырезами и отверстиями (рис. 1). Для стыка элементов здания используются стальные пластины, уголки, болты или стержни разного диаметра сечения и длины (рис. 2). Соединение несущих и самонесущих конструктивных элементов (колонн, ригелей, стен, плит перекрытий) между собой в составе остова здания с помощью уголков 8 и болтов 10, с использованием упругопластических прокладок 7 между стыкуемыми конструкциями является наиболее оптимальным при динамических нагрузках в отличие от сварного шва. Качественно выполненный «сварной» стык или узел имеет тенденцию к разрушению при многоцикловых динамических нагрузках. Вместе с тем, соединение элементов с помощью стальных уголков, пластин, болтов или стержней и упругопластических прокладок достаточно жесткое, но при этом оно и податливое. При нарастающих сейсмических нагрузках болты в стыках элементов будут последовательно включаться в работу по защите здания (рис.2г). Вначале в работу включаются болты каскада «В» - болты с наименьшим диаметром сечения и длиной, т.е. болты, находящиеся в верхних отверстиях стыка. После разрыва болтов каскада «В», затраты времени и части энергии сейсмического воздействия на «выключение» из работы болтов каскада «В», в работу включаются болты каскада «С» - болты, находящиеся в средних отверстиях стыка. Болты каскада «С» имеют хрупкие прокладки расчетной толщины «b», и на смятие прокладок потребуется время и расход части энергии сейсмического воздействия. Дальнейшее увеличение нагрузок приведет к разрыву болтов каскада «С». Затем в работу включаются болты каскада «Н» -болты, находящиеся в нижних отверстиях стыка. Эти болты имеют уже две хрупкие прокладки толщиной 2 «b». На смятие двух прокладок снова потребуется время и часть энергии сейсмического воздействия. Болты в нижнем отверстии стыка, имеющие наибольший диаметр и длину, включаются в работу, но не разрываются. После землетрясения поврежденные болты и смятые хрупкие шайбы заменяются.</p> | <p>Рис. 1. Конструкция продольной стеновой панели или плиты перекрытия с вырезами и отверстиями в расчётных участках корпуса</p> <p>а)</p> <p>б)</p> <p>в)</p> <p>г)</p> <p>Рис. 2. Стыки конструктивных элементов крупнопанельных зданий: а -стеновых панелей; б-аксонометрия стыка стеновых панелей; в-аксонометрия стыка колонны с продольными и поперечными ригелями; г-размещение трёх каскадов болтов в стыке стеновых панелей; 1-продольная стеновая панель; 2, 3-вырезы; 4, 5-отверстия; 6-поперечная стеновая панель; 7-упругопластическая прокладка; 8-уголок;9-пластины;10-болт;11-гайка; 12-стальная трубка; 13-колонна; 14-ригель; 15-хрупкие шайбы; 16-закладные детали; В, С, Н -соответственно: верхний, средний, нижний ряд болтов; <math>L_1, L_2, L_3, c, k, t</math>-по расчёту</p> |

| 1                             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |             |                  |      |                     |  |                               |      |                   |      |                              |     |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------|------------------|------|---------------------|--|-------------------------------|------|-------------------|------|------------------------------|-----|
| П.3.5.                        | <p><b><u>Сейсмоизолированные здания и сооружения с адаптивной системой сейсмозащиты</u></b></p> <p>(Смирнов В.И. Испытания зданий в с системами сейсмоизоляции динамическими нагрузками и реальными землетрясениями // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2009.-№4.- С.23-28)</p> <p>Строительство зданий с системами адаптивной сейсмоизоляции в виде выключающихся элементов и упоров-ограничителей перемещений впервые в мире было выполнено в конце 70-х годов прошлого века при массовой застройке 82 жилых зданий из крупнопанельных конструкций серии 122 для города железнодорожников на БАМе с 9-балльной сейсмичностью (рис. 1). Проф. Я.А. Айзенбергом и его учениками разработана и внедрена система сейсмозащиты зданий с выключающимися связями (ВС) в зданиях с первыми гибкими этажами, которые предназначены для снижения инерционных нагрузок, возникающих при сейсмическом воздействии. В г. Северобайкальске применена сейсмоизоляция, состоящая из жестких элементов-контрфорсов и ВС. ВС-это металлические пластины со сварными электрозаклепками, которые прикрепляются жестко к нижнему контрфорсу и свободно упираются в верхний контрфорс, соединённый с ригелем (рис. 1д, 1е), обеспечивая жесткую связь вышележащих этажей и фундамента до определенных пороговых величин сейсмической нагрузки и перемещений. Адаптация здания к сейсмическим воздействиям достигается за счет применения ВС и упоров-ограничителей перемещений, которые повышают жесткость сооружения в начальном состоянии, а последовательно выключаясь и включаясь при достижении некоторых пороговых уровней амплитуд сейсмических колебаний сооружения, изменяют (адаптируют) его динамические характеристики. Все несейсмические нагрузки полностью воспринимаются несущими конструкциями сооружения в состоянии, когда дополнительные жесткие связи выключены. Отделом сейсмостойкости ЦНИИСК предложены и внедряются системы сейсмоизоляции, включая: гибкие железобетонные колонны совместно с каскадом выключающихся элементов из мягкой стали плюс неупругие железобетонные опоры ограничители перемещений; скользящий пояс (тефлон – нержавеющая сталь); гравитационные качающиеся стойки в виде перевёрнутых грибов.</p> <p>На основании исследований отечественных (ЦНИИП градостроительства РААСН) и зарубежных ученых (Калифорнийского университета (Берки, США), университета Тохуку (Tohuku) в г. Сендай (Sendai) (Япония) установлено, что применение системы сейсмозащиты зданий (рис. 2б) снижает ускорение по отношению к неизолированным зданиям (рис. 2а) почти в 5 раз. Важнейшим параметром оценки реакции сейсмоизолированного здания является коэффициент снижения ускорений, равный отношению значений максимального ускорения на грунте к максимальному ускорению на различных уровнях по высоте здания (модели). Результаты исследований приведены в табл.1. Получены средние значения коэффициентов усиления: для неизолированного здания-0,17; для изолированного здания-1,1. Следовательно, сейсмозащита оказалась очень эффективна в ограничении передачи колебаний от основания к надпорным конструкциям здания.</p> | <p>а) б)</p>  <p>в) г) д) е)</p> <p>Рис. 1. Сейсмоизолированные крупнопанельные дома серии 122 с адаптивной системой сейсмозащиты: а-фасад; б-разрез; в-план рядовой блок-секции; г-план угловой блок-секции; д,е-контрфорсы и узлы с выключающимися элементами</p> <p>а) б)</p>  <p>Рис. 2. Реальные модели двух 3-х этажных каркасных зданий для исследования поведения конструкций без сейсмоизоляции (а) и с сейсмоизолирующими резинометаллическими опорами (б)</p> <p>а) б)</p>  <p>Рис. 3. Опоры из высокодемпфирующей резины «Furon» (а) и «Rubber Consultants» (б) с соответствующими графиками зависимости горизонтальная сила-перемещение» (в, г)</p> <p>Характеристики систем сейсмоизоляции</p> <table><tr><th>Сейсмоизоляция из резины</th><th>Коэффициент</th></tr><tr><td>Натуральная.....</td><td>16,2</td></tr><tr><td>Высокодемпфирующая:</td><td></td></tr><tr><td>-Bridgestone corporation.....</td><td>16,2</td></tr><tr><td>-Furon (США).....</td><td>21,6</td></tr><tr><td>-Rubber Consultants (Англия)</td><td>8,8</td></tr></table> | Сейсмоизоляция из резины | Коэффициент | Натуральная..... | 16,2 | Высокодемпфирующая: |  | -Bridgestone corporation..... | 16,2 | -Furon (США)..... | 21,6 | -Rubber Consultants (Англия) | 8,8 |
| Сейсмоизоляция из резины      | Коэффициент                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |             |                  |      |                     |  |                               |      |                   |      |                              |     |
| Натуральная.....              | 16,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |             |                  |      |                     |  |                               |      |                   |      |                              |     |
| Высокодемпфирующая:           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |             |                  |      |                     |  |                               |      |                   |      |                              |     |
| -Bridgestone corporation..... | 16,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |             |                  |      |                     |  |                               |      |                   |      |                              |     |
| -Furon (США).....             | 21,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |             |                  |      |                     |  |                               |      |                   |      |                              |     |
| -Rubber Consultants (Англия)  | 8,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |             |                  |      |                     |  |                               |      |                   |      |                              |     |

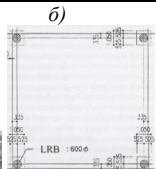
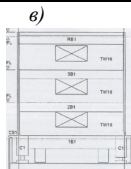
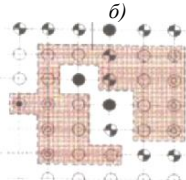
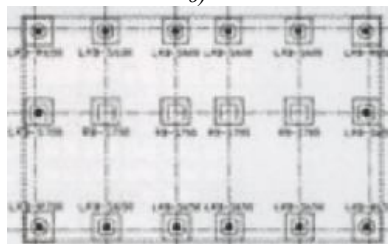
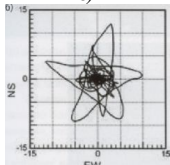


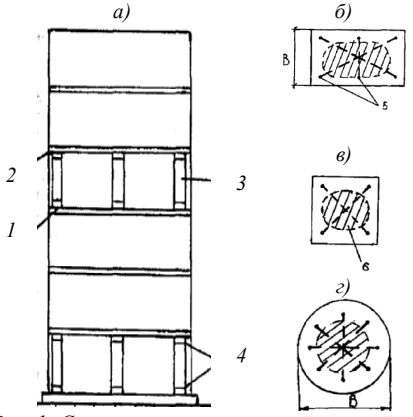
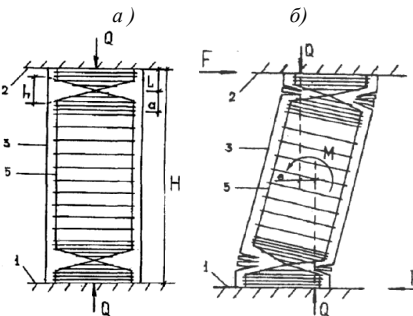
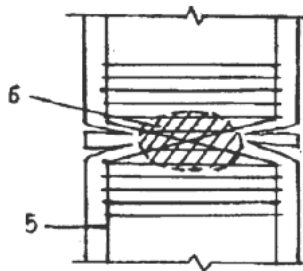
| 1                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>П.3.6.</b></p> | <p style="text-align: center;"><b><u>Огнестойкость</u></b></p> <p style="text-align: center;"><b><u>сейсмоизолирующих резинометаллических опор</u></b></p> <p><i>(Смирнов В.И., Бубис А.А. Ломкин О.Б. Болковой А.Г., Гришин И.А. Исследование пожарной опасности опытных образцов сейсмоизолирующих резинометаллических опор// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2009.-№4.- С.34-39)</i></p> <p>Пожары, взрывы и другие чрезвычайные ситуации представляют собой особую опасность для зданий, возводимых в сеймоопасных регионах РФ, поскольку эти здания имеют существенные особенности конструктивного решения. Одним из методов снижения ускорений колебаний сейсмических воздействий является устройство в основании здания сейсмоизолирующих резинометаллических опор. За огнестойкость резинометаллической опоры принимается такое ее состояние, при котором остаточные упруго-пластические свойства конструкции обеспечивают сейсмостойкость здания после стандартного пожара. Особенностью конструктивного решения резинометаллических опор сейсмостойких зданий является совместная работа пластин из высокодеформирующей резины и легированного металла. Резиновые элементы опоры являются горючими и характеризуются низким пределом огнестойкости. Металлические элементы опоры не подвержены термическому разрушению и при нагреве до критической температуры 5000С способствуют увеличению площади термического воздействия на резиновые элементы.</p> <p>Сейсмоизолирующие опоры представляют собой конструкцию из чередующихся тонких слоев резины и металла, собранных в пакет из нескольких слоёв, имеющую особенность восприятия значительных вертикальных нагрузок и высокую податливость в горизонтальном направлении (рис. 1).</p> <p>Основные характеристики резинометаллической опоры SI·H 500/84(SI·H 550/84): масса опоры-240 (292) кг; высокодемпфирующие резиновые пластины, масса-120 (150) кг; относительное удлинение не менее 400%; прочность при разрыве, не менее 2,5 МПа.</p> <p>Термостойкость - способность резины сохранять свои свойства при действии повышенной температуры. Изменение свойств резины при термическом воздействии необратимо. Для резины при температуре 140-1600С начинается процесс термической деструкции, при этом упруго-прочностные свойства снижаются в 10 и более раз.</p> <p>Для защиты резинометаллических опор используется теплоизоляционный огнезащитный материал «Термал» (ТУ 5767-006-58693309-04) производства ООО НПО «Спецкомпозит» (рис. 2).</p> <p>Техническое решение огнезащиты конструкций резинометаллических опор сейсмостойких зданий выполняется в виде системы покрытия на основе теплоизоляционного огнезащитного материала «Термал» с использованием универсального термостойкого клея, наносимого на поверхность резиновой оболочки опоры. Толщина системы огнезащитного покрытия составляет 24±3мм (рис.3).</p> <p>Для обоснования требуемой огнестойкости резинометаллических опор с комплексным огнезащитным покрытием проведены огневые испытания в соответствии с требованиями ГОСТ 30247.0-94 (рис. 4).</p> |  <p>Рис. 1. Общий вид сейсмоизолирующей опоры из высокодеформирующей резины</p> <p>а) б)</p>  <p>Рис. 2. Подготовленные к испытанию резинометаллические опоры: а-опытный образец без огнезащитного покрытия; б-то же, с огнезащитным покрытием «Термал»</p> <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>Рис. 3. Техническое решение огнезащиты резинометаллических опор из высокодемпфирующей резины: а-разрез; б-узел</p> <p>а) б) в)</p>  <p>г)</p>  <p>Рис. 4. Огневые испытания (а, б, в) и кинетика прогрева элементов резинометаллической опоры из высокодемпфирующей резины с огнезащитным покрытием «Термал»</p> |

| 1          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |                        |                         |           |      |      |          |     |      |            |     |     |            |     |     |           |     |     |            |     |     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|-------------------------|-----------|------|------|----------|-----|------|------------|-----|-----|------------|-----|-----|-----------|-----|-----|------------|-----|-----|
| П.3.7.     | <p><b>Сейсмостойкий железобетонный плитный фундамент с искусственным основанием</b></p> <p>(Рамишвили Д.Д., Мдивани К.И., Чхеидзе К.Г. Сейсмостойкий железобетонный плитный фундамент с искусственным основанием // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений.- 2009.-№4.- С.12-15).</p> <p>Конструкция монолитного железобетонного плитного фундамента с заанкеренными в грунт ребрами жесткости, предлагается в качестве сейсмозащитного мероприятия при возведении зданий в условиях обводнённых грунтов (рис.1). Эффект сейсмоизоляции обеспечивается за счет замены грунта в пределах контура плитного фундамента и искусственно устроенного основания (в виде песка или балласта). Такая конструкция фундамента выполняет функцию демпфера, уменьшая вызванные сейсмическими воздействиями периоды колебаний, перемещений и усилий. Система «искусственное основание – конструкция фундамента» совместно работает как активная сейсмозащитная система.</p> <p>Рекомендуемая конструкция сейсмозащитного фундамента условно разделена на два основных элемента, включая: 1-плоскую фундаментную плиту из монолитного железобетона; 2-заанкеренные в грунт основания вертикальные ребра жесткости, которые отличаются по геометрическим размерам от классических ребер жесткости. При этом высота ребер значительно превышает высоту стандартных ребер жесткости.</p> <p>На рис. 2, представлен разрез пространственной расчетной схемы-I для 2-этажного каркасного с подвалом здания школы с размерами в плане (48м x 15м), шагом колонн в поперечном направлении (6м-3м-6м), а в продольном-(6м x 8шагов).</p> <p>Пространственная расчетная модель (рис. 2), в верхней (над фундаментной) части представлена в виде многомассовой пространственной системы, где массы сосредоточены между этажами в уровне перекрытий. Расчетная модель ребристой плиты и надземного каркаса представлена в виде совокупности конечных элементов на упругом основании (рис. 3).</p> <p>Достоинства фундамента с искусственным основанием:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-конструкция плитного фундамента с заанкеренными в грунт ребрами жесткости (рис. 1-3) обеспечивает снижение на 10-20% величины перемещений и силовых факторов по сравнению с расчетной схемой-II классического плитного фундамента (рис. 4, Таблица 1);</li><li>-заанкеренные в грунт ребра максимально противодействуют «соскальзыванию» фундамента при горизонтальных нагрузках, за счет этого повышается общая устойчивость здания;</li><li>-при изменении уровня подземных вод заанкеренные в грунт ребра жесткости исключают процесс вымывания минеральных частиц из искусственного основания.</li></ul> | <p><i>План ребристого плитного фундамента</i></p>  <p><i>Разрез</i></p>  <p>Рис. 1.</p>  <p>Рис. 2.</p>  <p>Рис. 3. При расчётной схеме I</p> <p><i>План классического плитного фундамента</i></p>  <p><i>Разрез</i></p>  <p>Рис. 4. При расчётной схеме II</p> <p>Сопоставление<br/>основных расчетных характеристик рекомендуемого-I и классического-II типов плитных фундаментов</p> <p>Таблица 1</p> <table><tr><th>Параметры</th><th>При расчёте по I схеме</th><th>При расчёте по II схеме</th></tr><tr><td><math>T</math>, сек</td><td>0,64</td><td>0,71</td></tr><tr><td><math>L</math>, мм</td><td>9,5</td><td>12,1</td></tr><tr><td><math>I</math>, тонн</td><td>5,5</td><td>6,1</td></tr><tr><td><math>F</math>, тонн</td><td>5,4</td><td>6,2</td></tr><tr><td><math>M</math>, т·м</td><td>8,4</td><td>9,4</td></tr><tr><td><math>Q</math>, тонн</td><td>4,7</td><td>5,2</td></tr></table> <p>где, <math>T</math>-период колебания; <math>L</math>-перемещение; <math>I</math>-сила инерции; <math>F</math>-продольная сила; <math>M</math>-изгибающий момент; <math>Q</math>-поперечная перерезывающая сила</p> | Параметры | При расчёте по I схеме | При расчёте по II схеме | $T$ , сек | 0,64 | 0,71 | $L$ , мм | 9,5 | 12,1 | $I$ , тонн | 5,5 | 6,1 | $F$ , тонн | 5,4 | 6,2 | $M$ , т·м | 8,4 | 9,4 | $Q$ , тонн | 4,7 | 5,2 |
| Параметры  | При расчёте по I схеме                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | При расчёте по II схеме                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                        |                         |           |      |      |          |     |      |            |     |     |            |     |     |           |     |     |            |     |     |
| $T$ , сек  | 0,64                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,71                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |                        |                         |           |      |      |          |     |      |            |     |     |            |     |     |           |     |     |            |     |     |
| $L$ , мм   | 9,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 12,1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |                        |                         |           |      |      |          |     |      |            |     |     |            |     |     |           |     |     |            |     |     |
| $I$ , тонн | 5,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6,1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |                        |                         |           |      |      |          |     |      |            |     |     |            |     |     |           |     |     |            |     |     |
| $F$ , тонн | 5,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |                        |                         |           |      |      |          |     |      |            |     |     |            |     |     |           |     |     |            |     |     |
| $M$ , т·м  | 8,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 9,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |                        |                         |           |      |      |          |     |      |            |     |     |            |     |     |           |     |     |            |     |     |
| $Q$ , тонн | 4,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |                        |                         |           |      |      |          |     |      |            |     |     |            |     |     |           |     |     |            |     |     |

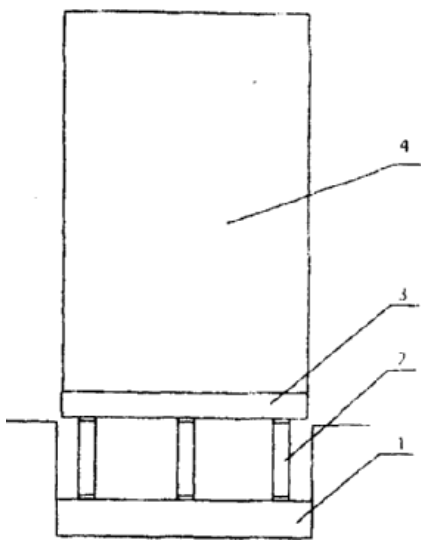
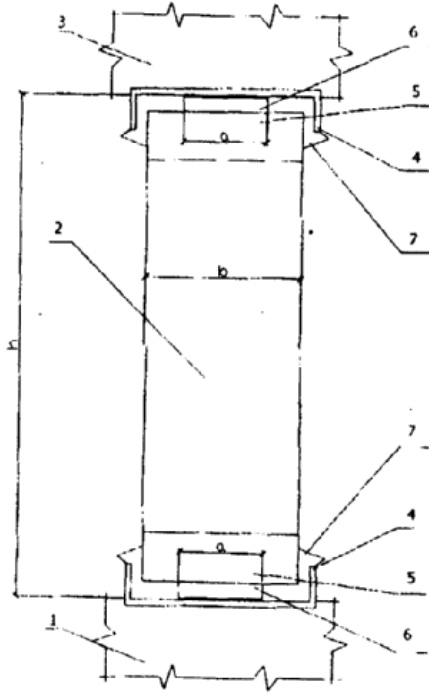
| 1       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3            |                                    |                                 |                                    |                                 |   |      |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---|------|--------------|------|------|---|-------|--------------|------|------|---|--------|--------------|------|------|---|-------|--------------|------|------|---|--------|--------------|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| П.3.8.  | <p><b><u>Зарубежный опыт проектирования и строительства сейсмоизолированных зданий в США</u></b></p> <p>(Смирнов В.И. Поведение изолированных зданий при Нортриджском землетрясении в США // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений.- 2009.-№5.- С.36-40)</p> <p>Несколько сейсмоизолированных сооружений в Округе Лос-Анжелес были подвергнуты действию Нортриджского землетрясения 17.01.1994 г с магнитудой М 6,8. Записи движений с инструментально зарегистрированной реакцией для пяти объектов, оборудованных различными системами сейсмоизоляции после землетрясения, приведены в таблице:</p> <table><tr><th>№№ п.п.</th><th>Система сейсмоизоляции</th><th>Остов здания</th><th>Максимальные ускорения грунта, (g)</th><th>Ускорения на верхнем этаже, (g)</th></tr><tr><td>1</td><td>ГЕРБ</td><td>Каркас (Ст.)</td><td>0,44</td><td>0,63</td></tr><tr><td>2</td><td>РМОСС</td><td>Каркас (Ст.)</td><td>0,49</td><td>0,13</td></tr><tr><td>3</td><td>РМОВДР</td><td>Каркас (Ст.)</td><td>0,22</td><td>0,32</td></tr><tr><td>4</td><td>РМОСС</td><td>Каркас (ЖБК)</td><td>0,08</td><td>0,15</td></tr><tr><td>5</td><td>РМОВДР</td><td>Каркас (Ст.)</td><td>0,07</td><td>0,10</td></tr></table> <p>где, 1-Частный дом; 2-Южно-Калифорнийский госпиталь; 3-Пожарный пункт и система слежения Лос-Анжелеса; 4-Компьютерный центр в Роквелле-«Морской котик»; 5-Футхилский Дом союза правосудия и центра юстиции; ГЕРБ (GERB)-пружинные опоры с жидкостными демпферами; РМОСС-резинометаллические опоры со свинцовыми сердечниками; РМОВДР- резинометаллические опоры из высокодемпфирующей резины; (Ст.)-стальной каркас со связями; (ЖБК)-железобетонный рамный каркас.</p> <p>8-этажное, со стальным каркасом, здание госпиталя, имеющее размеры в плане 77х92м, опирается на 68 свинцово-резинометаллических опор и 81 опору из натуральной резины (рис.1). С учётом функционального назначения, здание в плане, имеет несимметричную форму с перепадами по высоте. Такое решение вызвало двойной эффект: возникновение поступательных и крутильных форм колебаний и необходимость восприятия значительных горизонтальных сил в узком месте плана здания, между двумя его частями (рис. 1б). Это были две главные причины для устройства сейсмоизоляции в этом здании. Фундаменты каркасного здания выполнены в виде перекрестно-ленточных железобетонных конструкций. Для минимизации реакции кручения, по периметру здания установили свинцово-резинометаллические опоры «1», а внутри контура здания использовали резинометаллические опоры с низким демпфированием «2».</p> <p>2-этажное каркасное здание пожарного пункта и системы слежения Округа Лос-Анжелес с размерами в плане 26х57м, возведено на 32 изоляторах из высокодемпфирующей резины (рис.2). Констатируется, что здание с системой сейсмоизоляции оставалось полностью функционирующим как во время, так и после землетрясения.</p> <p>4-этажное, с подвалом, каркасное здание Футхилского Дома союза правосудия и центра юстиции на Ранчо Кьюкамонга имеет прямоугольную в плане форму с размерами 34х126м, между фундаментами и стенами подвала которого установлена система сейсмоизоляции в виде 98 опор из высокодемпфирующей резины (рис. 3). Все опоры имеют одинаковые размеры: диаметр 76см; высоту 46см; суммарную высоту резины 30,5см. Здание восприняло магнитуду землетрясения 8,3 по Рихтеру с учетом кручения. Применение сейсмоизоляции позволило: снизить ускорение на крыше в 1,5 раза по отношению к ускорению на уровне грунта; снизить нагрузки в 4-6 раз.</p> | №№ п.п.      | Система сейсмоизоляции             | Остов здания                    | Максимальные ускорения грунта, (g) | Ускорения на верхнем этаже, (g) | 1 | ГЕРБ | Каркас (Ст.) | 0,44 | 0,63 | 2 | РМОСС | Каркас (Ст.) | 0,49 | 0,13 | 3 | РМОВДР | Каркас (Ст.) | 0,22 | 0,32 | 4 | РМОСС | Каркас (ЖБК) | 0,08 | 0,15 | 5 | РМОВДР | Каркас (Ст.) | 0,07 | 0,10 | <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>в)</p>  <p>Рис. 1. Южно-Калифорнийский госпиталь: а-общий вид; б-план здания; в-разрез; 1-свинцово-резинометаллические опоры; 2- резинометаллические опоры</p>  <p>Рис. 2. Пожарный пункт и система слежения Округа Лос-Анжелес</p> <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>в)</p>  <p>г)</p>  <p>Рис. 3. Футхилский Дом союза правосудия и центра юстиции: а, б-фасады здания; в-возведение сейсмоизолирующих опор; г-испытание сейсмоизолирующих опор</p> |
| №№ п.п. | Система сейсмоизоляции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Остов здания | Максимальные ускорения грунта, (g) | Ускорения на верхнем этаже, (g) |                                    |                                 |   |      |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1       | ГЕРБ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Каркас (Ст.) | 0,44                               | 0,63                            |                                    |                                 |   |      |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2       | РМОСС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Каркас (Ст.) | 0,49                               | 0,13                            |                                    |                                 |   |      |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3       | РМОВДР                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Каркас (Ст.) | 0,22                               | 0,32                            |                                    |                                 |   |      |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4       | РМОСС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Каркас (ЖБК) | 0,08                               | 0,15                            |                                    |                                 |   |      |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5       | РМОВДР                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Каркас (Ст.) | 0,07                               | 0,10                            |                                    |                                 |   |      |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |   |       |              |      |      |   |        |              |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |



| 1           | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |              |  |          |  |                      |   |                      |   |           |     |      |     |      |             |     |      |     |      |             |     |      |     |      |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|--|----------|--|----------------------|---|----------------------|---|-----------|-----|------|-----|------|-------------|-----|------|-----|------|-------------|-----|------|-----|------|
| П.3.9.      | <p align="center"><b><u>Зарубежный опыт проектирования и строительства сейсмоизолированных зданий в Японии</u></b></p> <p>(Смирнов В.И. Анализ надёжности сейсмоизолированных зданий при разрушительных землетрясениях в Японии // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2009.-№5.- С.24-32)</p> <p>В 3-этажном с подвалом офисном здании управления компании «Mamboku Konstruktion Company Headquarters Building» в г. Kushiro (Хокайдо, Япония), сейсмические изоляторы расположены в подвальной части здания (рис. 1). Четыре свинцово-резинометаллические опоры установлены по одной в каждом углу подвального этажа здания. Антисейсмический шов 44 см между зданием и стеной подвала запроектирован с целью свободного перемещения здания в горизонтальном направлении (рис. 1в). Центр тяжести надземной части совпадает с центром жесткости изоляционного слоя, поэтому исключен эффект кручения здания. При сейсмической интенсивности около 9 баллов максимальные ускорения «а» и коэффициент снижения ускорений «к» для разных конструктивных элементов остова здания в восточно-западном и северо-южном направлениях имеют значения соответственно: а- от 141 см/с<sup>2</sup> до 286 см/с<sup>2</sup>; к- от 1,0 до 2,12 (табл. 1). Таким образом, за счет эффекта сейсмоизоляции, ускорения в надземных этажах здания снижены в 4-6 раз.</p> <p>В 5-этажном здании больницы общего профиля для престарелых людей в г. Оджива (Япония), система сейсмоизоляции состоит из 21 скользящих опор и 18 резинометаллических опор с низким затуханием (рис. 2). Упругая скользящая опора представляет собой слоистую резинометаллическую систему с тефлоновой пластиной, закрепленной на ее нижней поверхности и опирающейся на пластину из нержавеющей стали. За счет перемещений тефлоновой пластины опоры по нержавеющей стали возникает эффективное трение. Опоры обеспечивают защиту здания при слабых или средних землетрясениях за счет скольжения опоры с коэффициентом эффективного трения 0,073. При сильных землетрясениях происходит деформирование опоры и скольжение с коэффициентом трения 0,12.</p> <p>В 4-этажное здание вычислительного центра в г. Нагаока (Япония) система сейсмоизоляции состоит из 14 резинометаллических опор со свинцовыми сердечниками и 4 резинометаллических опор с низким затуханием (рис. 3). Максимальные ускорения грунта при землетрясении, составили в направлениях: СЮ-468 см/с<sup>2</sup>; ВЗ-368 см/с<sup>2</sup>; вертикальном-330 см/с<sup>2</sup>. Во время землетрясения была сделана запись перемещений сейсмоизоляции относительно фундамента, которые составили около 80 мм по орбите перемещений (рис. 3в) Обследование общего состояния здания после 8-бального землетрясения показало, что система сейсмозащиты продемонстрировала высокие изоляционные свойства.</p> | <div><div><div></div><div></div><div></div></div><p>Рис. 1. 3-х этажное с подвалом здание управления компании Mamboku Konstruktion: а-общий вид здания; б-расположение изолирующих устройств в плане; в-то же, на разрезе</p><table><tr><th rowspan="2">Конструкция</th><th colspan="2">Восток-запад</th><th colspan="2">Север-юг</th></tr><tr><th>а, см/с<sup>2</sup></th><th>к</th><th>а, см/с<sup>2</sup></th><th>к</th></tr><tr><td>Фундамент</td><td>286</td><td>1,00</td><td>274</td><td>1,00</td></tr><tr><td>Первый этаж</td><td>229</td><td>1,25</td><td>129</td><td>2,12</td></tr><tr><td>Второй этаж</td><td>228</td><td>1,25</td><td>141</td><td>1,94</td></tr></table><p>где, а-максимальное ускорение, к-коэффициент снижения ускорений</p><div><div></div><div><div></div><div></div></div><p>Рис. 2. Здание больницы в г. Оджива с сейсмоизолирующим фундаментом: а-общий вид здания; б-расположение изолирующих устройств в плане; в-то же, на разрезе</p><div><div></div><div></div><div></div></div><p>Рис. 3. Здание вычислительного центра в г. Нагаока (Япония) с сейсмоизолирующим фундаментом: а-общий вид здания; б-расположение изолирующих устройств в плане фундамента; в-запись орбиты перемещений</p></div></div> | Конструкция          | Восток-запад |  | Север-юг |  | а, см/с <sup>2</sup> | к | а, см/с <sup>2</sup> | к | Фундамент | 286 | 1,00 | 274 | 1,00 | Первый этаж | 229 | 1,25 | 129 | 2,12 | Второй этаж | 228 | 1,25 | 141 | 1,94 |
| Конструкция | Восток-запад                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      | Север-юг     |  |          |  |                      |   |                      |   |           |     |      |     |      |             |     |      |     |      |             |     |      |     |      |
|             | а, см/с <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | к                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | а, см/с <sup>2</sup> | к            |  |          |  |                      |   |                      |   |           |     |      |     |      |             |     |      |     |      |             |     |      |     |      |
| Фундамент   | 286                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 274                  | 1,00         |  |          |  |                      |   |                      |   |           |     |      |     |      |             |     |      |     |      |             |     |      |     |      |
| Первый этаж | 229                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 129                  | 2,12         |  |          |  |                      |   |                      |   |           |     |      |     |      |             |     |      |     |      |             |     |      |     |      |
| Второй этаж | 228                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 141                  | 1,94         |  |          |  |                      |   |                      |   |           |     |      |     |      |             |     |      |     |      |             |     |      |     |      |

| 1                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>П.3.10.</b></p> | <p><b><u>Сейсмоизоляция каркасных зданий с использованием конструктивных шарниров</u></b></p> <p>(Юсупов А.К., Дениев Л.А., и др. Применение конструктивных шарниров в сейсмостойких каркасных зданиях// Сейсмостойкое строительство-с.21-22)</p> <p>Требования к проектированию железобетонных каркасов многоэтажных зданий направлены на создание эффективных конструктивных систем. Эти системы должны обладать способностью к развитию пластических и неупругих деформаций, поглощению энергии колебаний, которые в совокупности могут привести к снижению сейсмических нагрузок. С этой целью целесообразно предусматривать специальные зоны образования пластических деформаций (С.В. Поляков, Л.Ш. Килимник, А.В. Черкашин). К перспективным системам сейсмозащиты зданий с точки зрения удовлетворения требованиям надежности, технологичности и удобства планировки относятся каркасные или смешанные системы с применением конструктивных шарниров в зоне образования пластических деформаций (Патент №5037718, 04Н 09/02, 06.06.95, Юсупов А.К., Дениев Л.А., и др).</p> <p>Сущность системы сейсмоизоляции с использованием конструктивных шарниров заключается в том, что в многоэтажном здании пространственно жесткие этажи, установленные на плитах перекрытий, опираются на качающиеся в горизонтальном направлении стойки нижнего или одного из промежуточных этажей (рис.1а). Качающиеся в горизонтальном направлении стойки размещены на плитах перекрытий и имеют шарниры в верхней и нижней частях. Шарниры смещены от торцов стоек к их центру и выполнены в виде попарно-перекрестных стержней, расположенных по диагонали сечения стойки (рис. 1б, в, г). Качающиеся стойки конструкции технологичны как при их изготовлении в заводских условиях, так и при их возведении из монолитного железобетона на строительной площадке.</p> <p>Гибкий этаж включает: нижнюю опорную часть, являющуюся перекрытием одного из нижних этажей или подвала; верхнюю опорную часть, являющуюся перекрытием одного из верхних этажей или первого этажа; качающиеся стойки, включающие шарниры. В состоянии покоя на стойки действует только вертикальная сила «Q» (рис. 2а). В процессе землетрясения на стойки, наряду с вертикальной силой, действует и горизонтальная сила «F» (рис. 2б). Под действием горизонтальной силы нижняя опорная часть начинает перемещаться относительно верхней. При этом стойки начинают качаться, а в сечениях стоек с перекрестным армированием раскрываются трещины и формируется упругое ядро (рис. 3). Тем самым в процессе землетрясения образуются конструктивные шарниры. Шарнирный узел снабжается поперечной арматурой в виде стоек с малым шагом для ограничения зоны крошения бетона (рис.3). В конструктивных шарнирах концентрация напряжений проявляется в меньшей степени и только в процессе землетрясения. Горизонтальные перемещения стоек ограничиваются восстанавливающим моментом, который возникает в процессе колебаний здания. Необходимая величина момента обеспечивается изменением сечения и высоты стоек <math>1/4 &lt; B/H &lt; 1/3</math> (рис. 1 и 2). В предлагаемых пределах соотношений <math>B/H</math> конструкция работает наилучшим образом.</p> |  <p>Рис. 1. Схема многоэтажного сейсмостойкого здания: а-каркас; б-конструктивный шарнир прямоугольной в плане формы; в-то же, квадратной; г-то же, круглой; 1-нижняя опорная часть; 2-верхняя опорная часть; 3-стойка гибкого этажа; 4-конструктивные шарниры; 5-арматура; 6-упругое ядро; В-диаметр</p>  <p>Рис. 2. Схема колонны-стойки многоэтажного сейсмостойкого здания:а-в состоянии покоя; б-под действием горизонтальной силы; 1-нижняя опорная часть; 2-верхняя опорная часть; 3-стойка; 5-арматура; Н-высота стойки; L-расстояние от шарнира до плиты; а-расстояние, на котором размещены дополнительные поперечные сетки; Q-вертикальная сила; F-горизонтальная сила; М-возвратный момент.</p> <p>Из конструктивных соображений рекомендуется:<br/> <math>l/H = (0,06 - 0,10)</math> и <math>h/B = (0,20 - 0,25)</math></p>  <p>Рис. 3. Схема шарнирного узла: 5-арматура; 6-упругое ядро</p> |



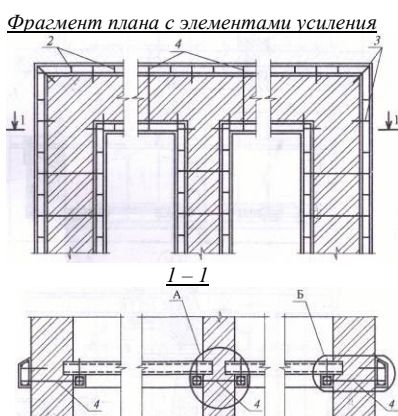
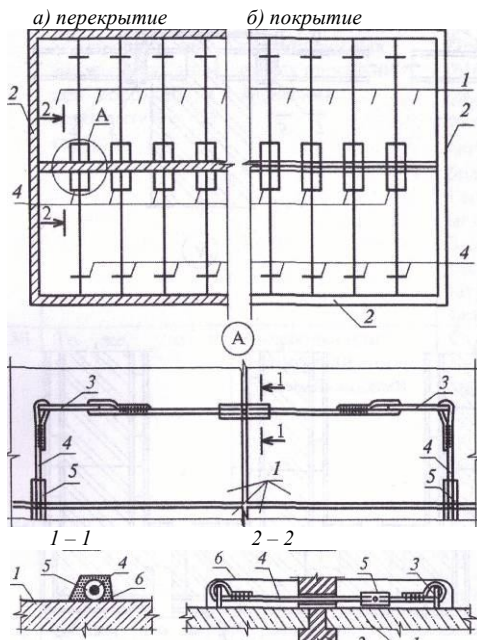
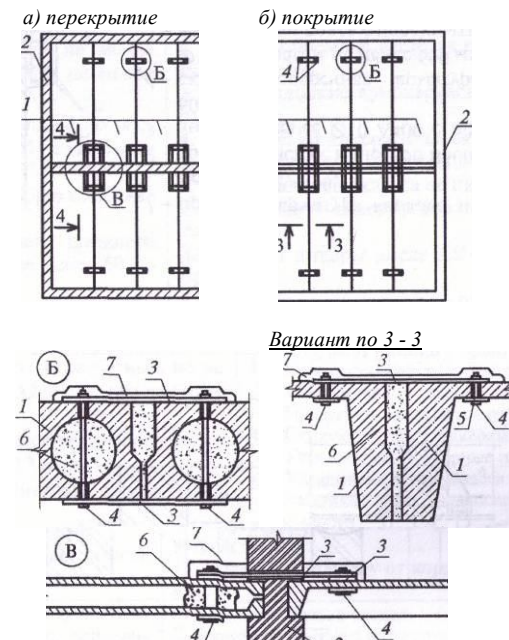
| 1                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>П.3.11.</b></p> | <p align="center"><b><u>Сейсмоизоляция кирпичных зданий</u></b></p> <p align="center"><i>(У. Фахриддинов. Сейсмозащита многоэтажных кирпичных зданий // Жилищное строительство.-2009.-№8.-С.24-25)</i></p> <p>Современные научно-теоретические, расчетно-экспериментальные и практические исследования отечественных и зарубежных специалистов в области сейсмостойкого строительства показывают, что для большинства современных гражданских зданий высотой пять этажей и более повышение сейсмостойкости путем снижения сейсмической нагрузки на здания при помощи тех или иных традиционных способов сейсмозащиты экономически предпочтительнее и надежнее вместо повышения сейсмостойкости только за счет усиления строительных конструкций и узлов их примыкания друг к другу.</p> <p>В России и СНГ сравнительно заметное применение систем сейсмозащиты получили такие, как адаптивная сейсмоизоляция; сейсмоизолирующий скользящий пояс; динамический гаситель колебаний; кинематическая опора КазПромстройНИИпроекта; сейсмоизолирующие опоры (СО) ЦНИИСК им. Кучеренко.</p> <p>Сейсмоизолирующая опора (СО) (рис. 1 и 2) относится к системе сейсмозащиты, получившей практическое применение в отечественном сейсмостойком строительстве многоэтажных гражданских зданий.</p> <p>Принципиальное отличие СО от других кинематических катковых опор состоит в том, что с увеличением перемещения ее восстанавливающая сила непрерывно уменьшается.</p> <p>СО уменьшает сейсмическую нагрузку на здание до расчетного уровня независимо от того, насколько реальное землетрясение окажется сильнее расчетного, а также СО способна снизить горизонтальную нагрузку на здание в несколько раз в зависимости от соотношения ее геометрических размеров.</p> <p>Конструкции железобетонных СО изготавливают из тяжелого бетона классов В20-30 с применением арматурной стали классов А-I и А-III, спокойной или полуспокойной листовой стали и стали прокатного профиля.</p> <p>Стальные СО изготавливают из спокойной или полуспокойной стали. Конструктивное решение СО предусматривает использование блока «2» (рис. 2) как качающейся стойки, которая под действием сейсмической нагрузки отклоняется от вертикального положения.</p> |  <p>Рис. 1. Схема расположения сейсмоизолирующих опор (СО) в многоэтажном кирпичном здании: 1-фундамент; 2-СО; 3-антисейсмический пояс; 4-надземная часть здания</p>  <p>Рис. 2. Принципиальная схема сейсмоизолирующей опоры (СО): 1-нижний блок; 2-средний блок; 3-верхний блок; 4-стальное закладное изделие; 5-стальной оголовок; 6-стальная центрирующая пластина; 7-стальные гибкие связи</p> |

| 1                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>П.3.12.</b></p> | <p><b><u>Повышение сейсмостойкости зданий, возводимых на просадочных грунтах</u></b></p> <p>(Шишков Ю. А. Устройство подземной части зданий повышенной сейсмостойкости в просадочных грунтах//Жил. стр.-во. 1991, №1, С.19-20)</p> <p>Техническое решение предусматривает замену вертикальных стен подвала наклонными откосами (рис. 1, 2 и 3). Сейсмические волны при землетрясениях не встречают стен здания, так как они в виде откосов выполняют роль «сдвигающихся» поверхностей, благодаря чему горизонтальные сейсмические нагрузки снижаются в 10-15 раз. Конструкция подземной части многоэтажного каркасного здания повышенной сейсмостойкости, возводимое на просадочных грунтах в сейсмически активном районе, работает на восприятие сейсмических нагрузок следующим образом. Распространяемые в массиве грунта продольные и поперечные сейсмические волны встречают на своем пути преграду в виде сплошного экрана с наклонными стенами 2 и горизонтальным диском 6. При этом волны частично отражаются и рассеиваются в массиве окружающего грунта, а частично поглощаются самим экраном 2. Стены 2 имеют угол наклона, близкий или равный углу естественного откоса обратной засыпки 11. Здание возводится на буронабивных железобетонных сваях 3 со сборными железобетонными оголовками 4 с демпферной подушкой из гравийно-песчаной смеси 5. Днище котлована 6 выполнено из железобетона по промежуточной подушке 7, в которой предусмотрены катковые шаровые опоры 8, 9, укладываемые с чередованием в шахматном порядке. Шаровые опоры укладывают с таким расчетом, чтобы между ними и низом фундаментной плиты 10 было расстояние, ориентировочно равное полной величине расчетной «ожидаемой» осадки «S». Обратная засыпка 11 за наружные стены здания 12 выполняется из материала, поглощающего сейсмические колебания. Традиционные вертикальные стены подвала заменяются на наклонно расположенные к вертикали стены подвала в уровне каждого подземного яруса-этажа. В уровне фундаментной плиты расположены демпферные устройства 13 с ограничением возможности смещения ее в горизонтальном и вертикальном направлениях. В уровне перекрытий установлены распорки 14 в верхней части подвала, при наличии 3 и более этажей с демпферными прокладками. Для обеспечения устойчивости, ограничения угла поворота и передачи усилий упора в грунт обратной засыпки 11, предусмотрены выносные пояса-экраны 15 из плит междуэтажных перекрытий подвала. На рис. 4 представлено еще одно техническое решение, предусматривающее устройство сейсмозащитных экранов из скважин внутреннего и внешнего рядов, расположенных в шахматном порядке по контуру зданий на некотором от них расстоянии. Скважины могут быть полыми либо заполненными, поглощающими сейсмические колебания (шлак, газобетон, измельченные резиновые автопокрышки, щепа, опилки, листва, сучья в смеси с насыпным грунтом). Оптимальным следует считать: расстояние между центрами скважин - <math>(1,2-2,0)D_{\text{скважин}}</math>; размеры грунтовых перемычек между скважинами - <math>(0,2-0,44) D_{\text{скважин}}</math>. Используя экраны, можно повысить сейсмостойкость не только вновь возводимых, но и существующих зданий.</p> |  <p>Рис.1. Схема сейсмостойкого здания с заменой вертикальных стен подвала наклонными откосами</p> <p>Рис.2. Схема фрагмента подземной части многоэтажного каркасного здания повышенной сейсмостойкости на просадочных грунтах в сейсмически активном районе: 1-гидроизоляция; 2- наклонная стенка облицовки откоса; 3-буронабивные железобетонные сваи с уширенной пятой; 4-сборные железобетонные оголовки; 5-распределительная, подушка из гравийно-песчаной смеси; 6-днище котлована; 7-промежуточная подушка из сжимаемого грунта; 8, 9-катковые (основные и дополнительные) шаровые опоры; 10-фундаментная плита; 11-обратная засыпка; 12-наружные стены многоуровневого подвала здания; 13-демперные устройства в уровне фундаментной плиты; 14-распорки в верхней части подвала; 15-выносные пояса-экраны</p> <p>Рис.3. Узел «А» фрагмента подошвы сейсмостойкого фундамента: а-до оседания; б-после стабилизации осадки</p> <p>Рис.4. Фрагмент схемы здания с сейсмозащитным экраном из скважин, расположенных по контуру здания: а-план; б-разрез I-I</p> |

## Приложение 4

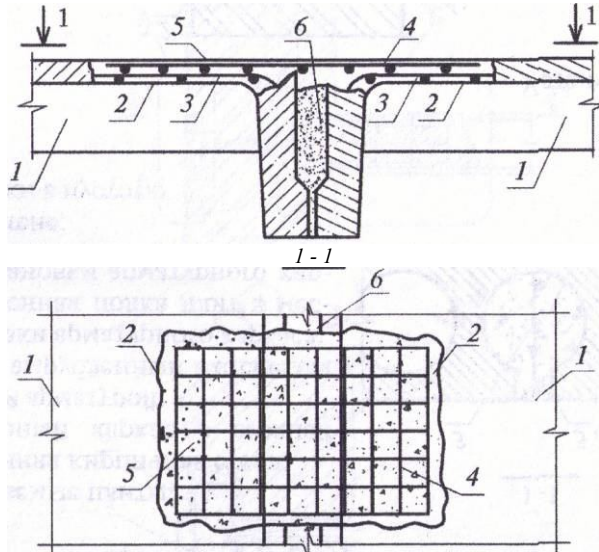
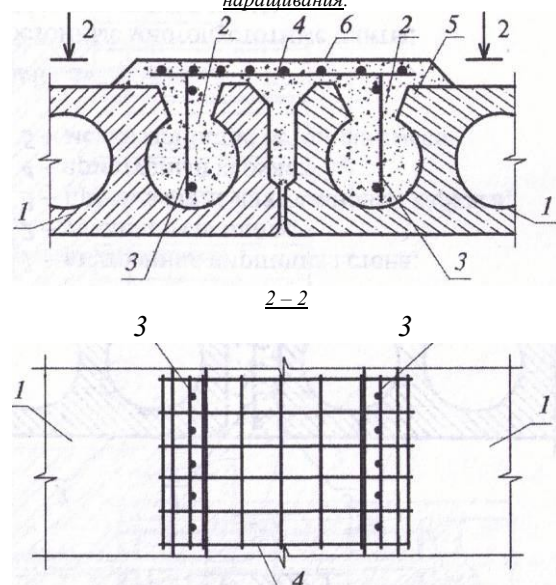
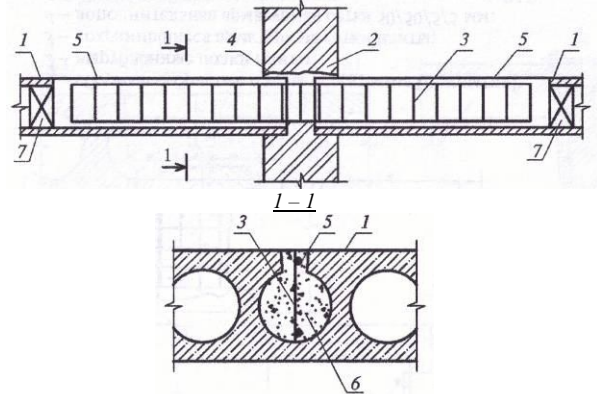
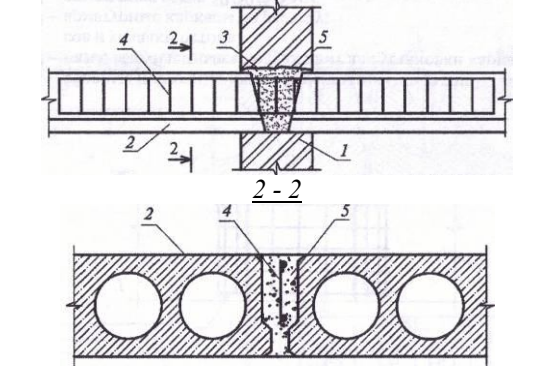
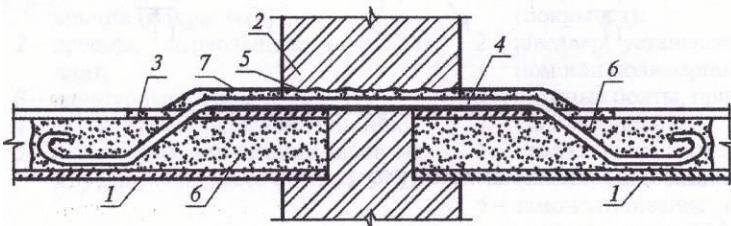
### Сейсмоусиление зданий и сооружений при их реконструкции

(Тонких Г.П., Кабанцева О.В. Альбом конструктивных решений по сейсмоусилению каменных зданий и сооружений. ОАО «26 Центральный научно-исследовательский институт», Московский Государственный строительный университет, Томский Государственный Архитектурно-строительный университет. Томск-Москва, 2010, 113 с.)

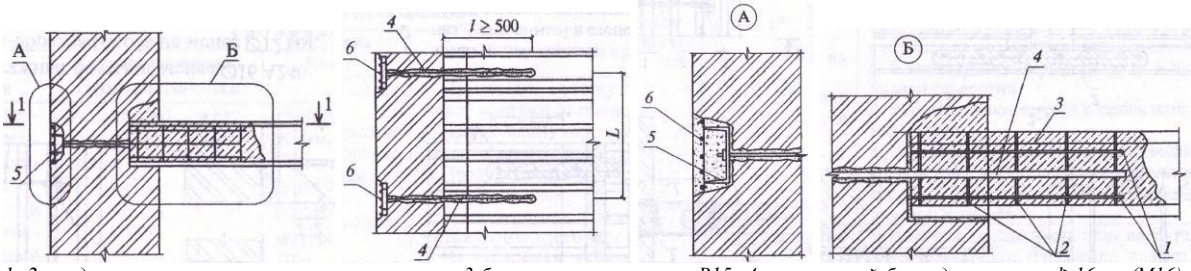
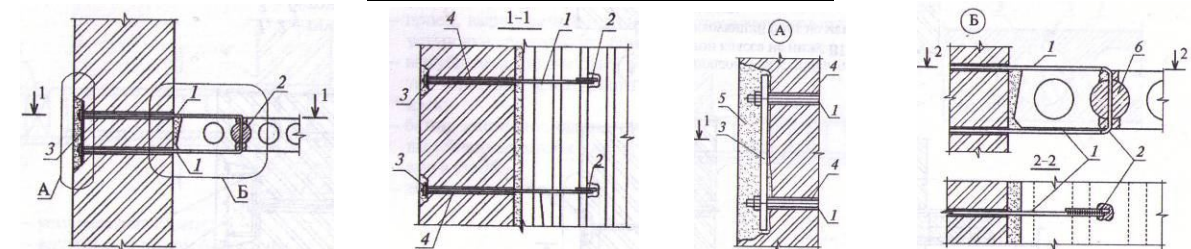
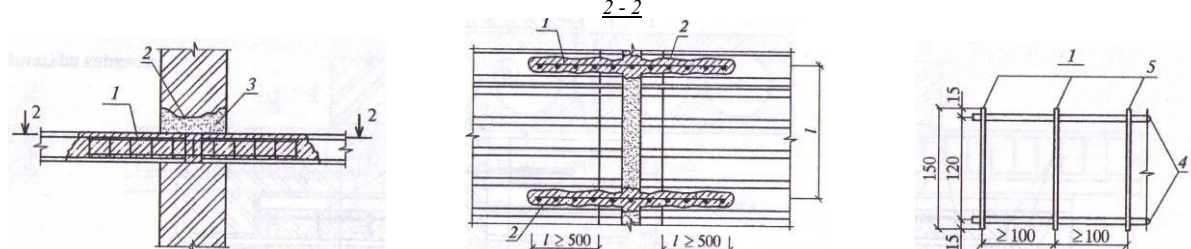
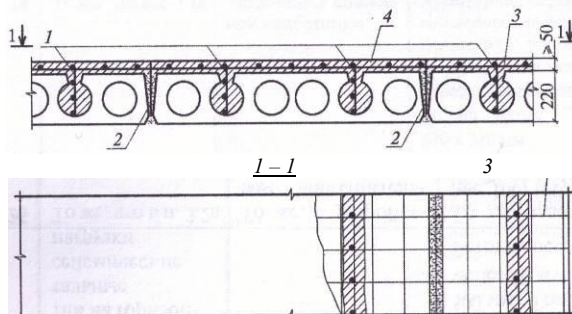
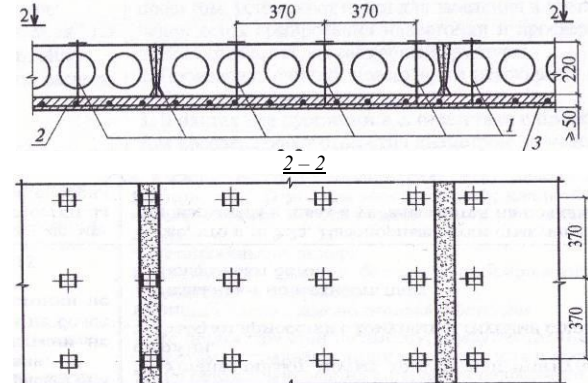
| №№<br>п.п.                                                                                                                                                                                                 | Графическое изображение способов сейсмоусиления с кратким описанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Сейсмоусиление продольных и поперечных каменных стен зданий и сооружений со сборными конструкциями перекрытий при помощи устройства неразрезных антисейсмических поясов из монолитного железобетона</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1.                                                                                                                                                                                                         | <p><i>Фрагмент плана с элементами усиления</i></p>  <p>1-продольная арматура каркаса по расчёту, но не менее <math>d=12</math>, А400; 2-хомуты каркаса не менее <math>d=6</math>, В500; 3-анкеры не менее <math>d=10</math>, А400 с шагом не более 600мм; 4-сквозная поперечная арматура не менее <math>d=12</math>, А400 с шагом не менее 600мм; 5-арматура связи пояса с перекрытиями не менее <math>d=12</math>, А400; 6-раствор замоноличивания не ниже марки М100; 7-полоса -100х10мм</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Создание жестких горизонтальных дисков в уровне перекрытий и покрытий из сборных железобетонных многопустотных и ребристых конструкций плит</b>                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2.                                                                                                                                                                                                         | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><i>2.А. Соединение монтажных петель панелей:</i></p>  <p>1-плита перекрытия (покрытия); 2-кирпичная стена; 3-монтажные петли; 4-соединительные стержни с резьбой по концам; 5-стыжная муфта (талреп) для создания предварительного напряжения в соединительных стержнях; 6-цементно-песчаный раствор (или антикоррозионное покрытие) марки М50</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><i>2.Б. Соединение панелей накладками на болтах и хомутах:</i></p>  <p>1-железобетонные пустотные (ребристые) плиты перекрытия (покрытия); 2-кирпичные стены здания; 3-накладки из стальной полосы; 4-стяжные болты устанавливаемые в просверленные отверстия; 5-шайбы; 6-бетон класса В15 для замоноличивания пустот и швов; 7-антикоррозионное покрытие</p> </div> </div> |

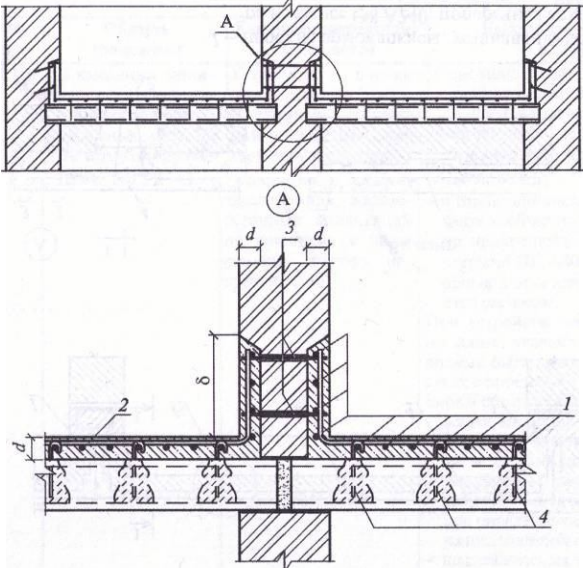
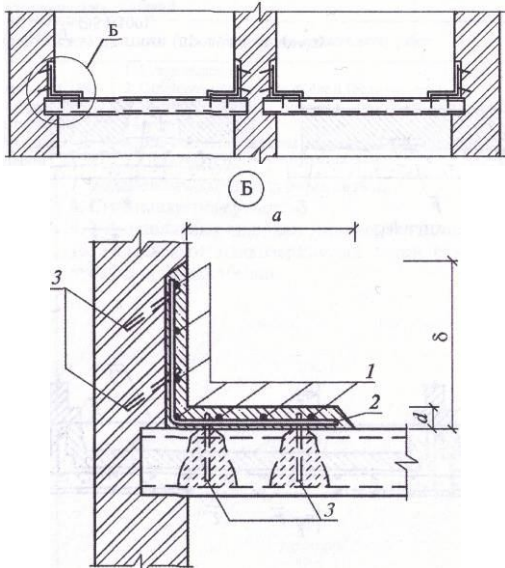
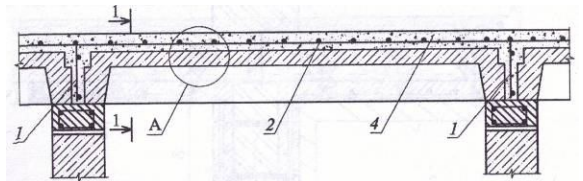
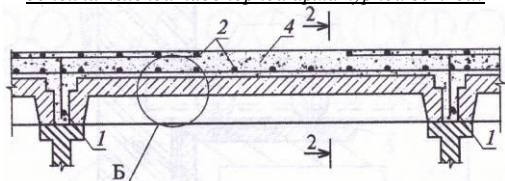
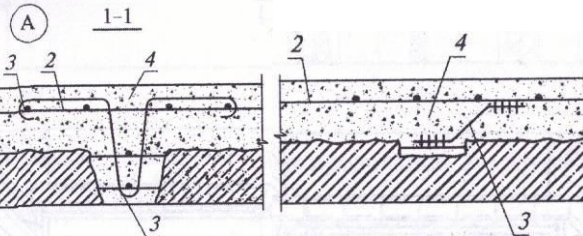
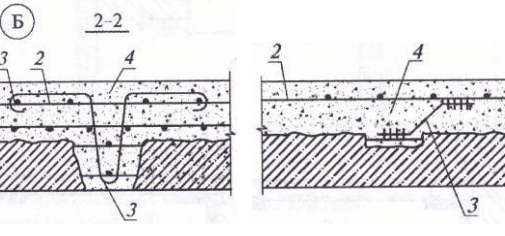
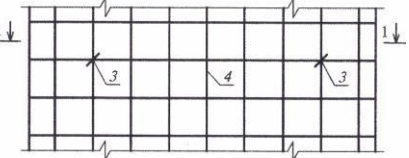
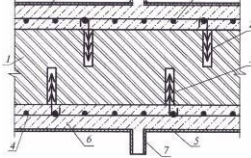
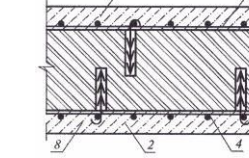


|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|    | <p align="center"><b>Создание жестких горизонтальных дисков в уровне перекрытий и покрытий из сборных железобетонных ребристых и многопустотных конструкций плит</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3. | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><u>3.А. Соединение ребристых панелей стальными поясами:</u></p> <p>а) перекрытие      б) покрытие</p> <p align="center">1 - 1</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><u>3.Б. Соединение многопустотных панелей стальными поясами:</u></p> <p>а) перекрытие      б) покрытие</p> <p align="center">2 - 2</p> </div> </div> <p>1-железобетонные ребристые панели перекрытия (покрытия); 2-кирпичные стены здания; 3-стальные продольные пояса из полосы, уголка, швеллера; 4- стальные поперечные пояса из полосы, уголка, швеллера; 5-швы между панелями расчищенные от старого заполнения на участках установки анкеров; 6- анкеры с резьбой М12-М16, устанавливаемые в швах между панелями (гайки затянуты); 7-бетон замоноличивания швов между панелями; 8- цементно-песчаный раствор (или антикоррозионное покрытие)</p> <p>1-железобетонные многопустотные панели перекрытия (покрытия); 2-кирпичные стены здания; 3-стальные продольные пояса из полосы, уголка, швеллера; 4- стальные поперечные пояса из полосы, уголка, швеллера; 5-отверстия, просверленные в верхних полках панелей перекрытия; 6- анкеры с резьбой М12, устанавливаемые в пустоты панелей (гайки затянуты после набора прочности бетоном замоноличивания); 7-бетон замоноличивания пустот и отверстий в полках панелей; 8- цементно-песчаный раствор (или антикоррозионное покрытие)</p> |
|    | <p align="center"><b>Способы включения конструкций плит перекрытий и покрытий в совместную работу при помощи железобетонных шпонок, хомутов, арматурными скобами и наращиванием сечения на стыках плит</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4. | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 32%;"> <p><u>4.А. Устройство железобетонных шпонок с установкой арматурных сеток:</u></p> <p align="center">1 - 1</p> </div> <div style="width: 32%;"> <p><u>4.Б. Установка стяжных хомутов:</u></p> <p align="center">2 - 2</p> </div> <div style="width: 32%;"> <p><u>4.В. Устройство железобетонных шпонок с установкой арматурных скоб:</u></p> <p align="center">3 - 3</p> </div> </div> <p>1-сборные железобетонные многопустотные панели перекрытия (покрытия); 2-проёмы вырубленные в полках плит; 3-арматурные сетки; 4-бетон замоноличивания шпонок; 5-бетон класса не ниже В15 для замоноличивания швов между плитами</p> <p>1-сборные железобетонные ребристые панели перекрытия (покрытия); 2-швеллер на беззастывшем или полимерном растворе; 3-стяжные болты, приваренные к швеллеру; 4-стальная планка; 5-отверстия в полках плит для пропуска болтов; 6-замоноличивание швов между плитами раствором марки М50</p> <p>1-сборные железобетонные многопустотные панели перекрытия (покрытия); 2-отверстия в полках плит для установки арматурных скоб и укладки бетона; 3-арматурные П-образные скобы; 4-бетон класса В15 для замоноличивания пустот; 5-бетон класса не ниже В15 для замоноличивания швов между плитами</p>                                                                                                                                     |

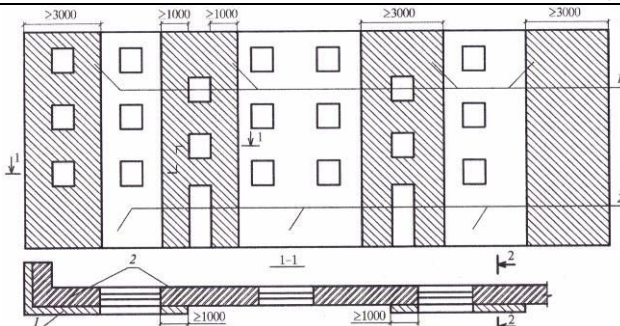
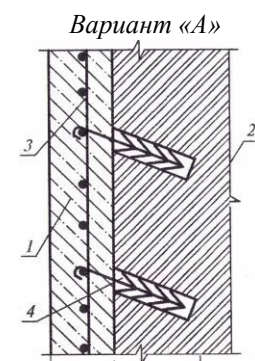
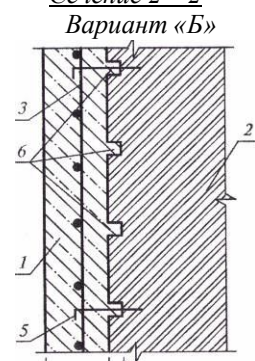
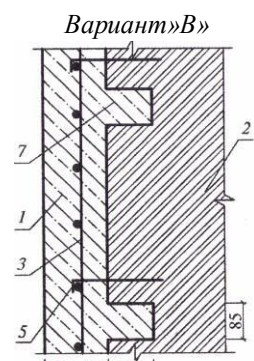
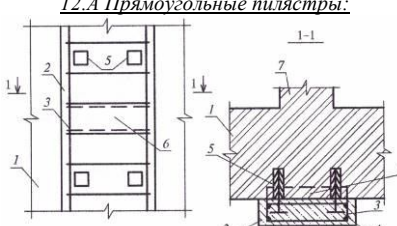
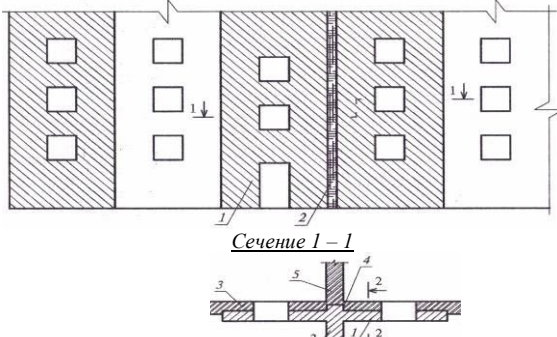
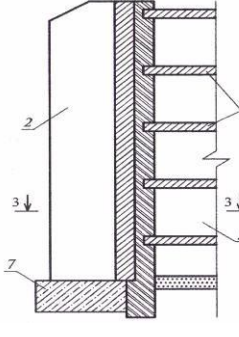
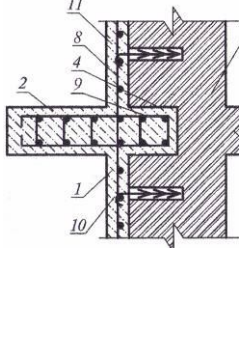
|                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Повышение жесткости горизонтальных дисков перекрытий и покрытия</b>                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5.                                                                                               | <p><u>5.А. Усиление при помощи устройства железобетонных шпонок:</u></p>  <p>1-сборные железобетонные ребристые панели перекрытия (покрытия); 2-вырубленные полки плит; 3-сохранившиеся арматурные сетки плит; 4- дополнительная арматурная сетка 50/50/5/5 мм; 5-бетон класса не ниже В15 для замоноличивания шпонок; 6-бетон класса не ниже В15 для замоноличивания швов между плитами</p> <p><u>5.Б. Усиление при помощи устройства железобетонного наращивания:</u></p>  <p>1-сборные железобетонные многопустотные панели перекрытия (покрытия); 2-пазы вырубленные полки плит для установки каркасов и укладки бетона; 3-арматурные каркасы по расчёту; 4- дополнительная арматурная сетка 50/50/5/5 мм; 5-поверхность плит, подготовленная к бетонированию; 6-бетон класса не ниже В15 для наращивания заполнения швов и пустот</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Создание конструктивной неразрезности на опорных участках перекрытий над средними стенами</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6.                                                                                               | <p><u>6.А. Установка надопорных арматурных каркасов в пустотах:</u></p>  <p>1-усиливаемые плиты; 2-внутренняя кирпичная стена; 3-плоский арматурный каркас с верхней рабочей арматурой; 4-проём, вырубленный в стене для установки арматурного каркаса; 5-вырубленная полка плит в местах установки арматурного каркаса; 6-бетон замоноличивания пустот</p> <p><u>6.Б. Установка арматурных каркасов в швах между плитами:</u></p>  <p>1-внутренняя кирпичная стена; 2-усиливаемая пустотная плита; 3-проём в стене для установки каркаса; 4-арматурный каркас; 5-мелкозернистая бетонная смесь</p> <p><u>6.В. Установка арматурных стержней:</u></p>  <p>1-усиливаемые сборные железобетонные многопустотные плиты; 2-внутренняя кирпичная стена; 3-отверстия, просверленные в полках пустотных плит; 4-стержни из арматуры класса А240, имеющие на концах крюки; 5-отверстия, просверленные в стене (после установки заполнить цементно-песчаным раствором); 6-бетон замоноличивания пустот и пробитых отверстий в плитах; 7-ацита арматурных стержней цементно-песчаным раствором</p> |

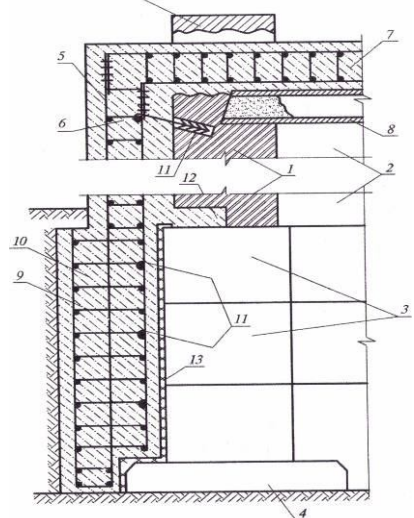
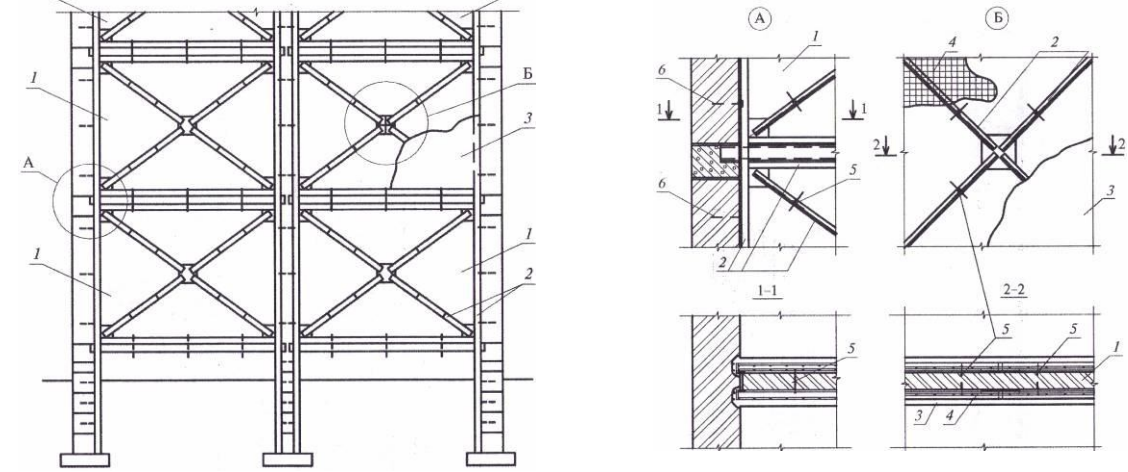
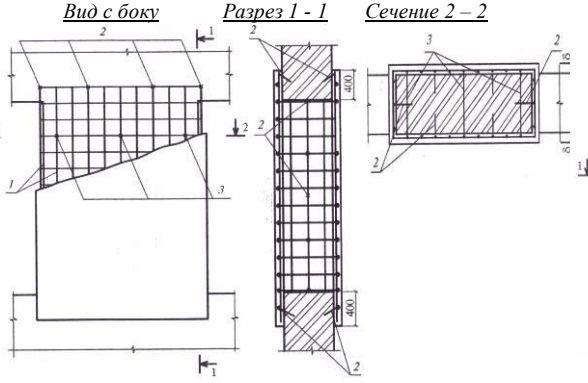
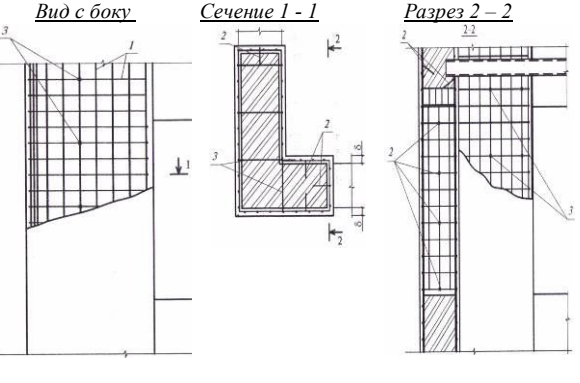


|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|    | <p align="center"><b>Анкеровка многопустотных плит перекрытий в наружных каменных стенах и создание жестких и сейсмостойких горизонтальных дисков в каждом уровне перекрытий</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 7. | <p align="center"><u>7.А.Связь с наружными стенами с помощью скоб:</u><br/><u>1-1</u></p>  <p>1, 2-продольная и поперечная арматура каркаса; 3-бетон класса не ниже В15; 4-анкерующий болт диаметром <math>d \geq 16</math> мм (М16) с шагом не менее 550 мм; 5-швеллер; 6-арматурная сетка; 7-раствор марки не менее М50; L-по расчёту, но не более 1000 мм</p> <p align="center"><u>7.Б. Связь с наружными стенами с помощью скоб:</u></p>  <p>1-стяжные болты диаметром <math>d \geq 16</math> мм (М16), А240; 2-П-образная скоба диаметром <math>d \geq 12</math> мм; 3-упорная пластина толщиной <math>t \geq 10</math> мм; 4-отверстия, просверленные в наружной стене; 5-раствор марки не менее М50; 6-бетон класса не ниже В15 для замоноличивания полостей</p> <p align="center"><u>7.В.Связь с внутренними стенами при помощи арматурных каркасов:</u><br/><u>2-2</u></p>  <p>1-арматурный каркас; 2-паз устроенный в стене; 3-бетон класса не ниже В15 для замоноличивания полостей; 4-продольная арматура класса А400 диаметром <math>d \geq 10</math> мм; 5-поперечная арматура класса А500, <math>d \geq 6</math> мм; L-по расчёту, но не более 1000 мм</p> |
|    | <p align="center"><b>Сейсмоусиление конструкций сборных железобетонных многопустотных плит перекрытий</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 8. | <p align="center"><b>8.А. Методом наращивания поперечных сечений набетонкой и подбетонкой</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|    | <p align="center"><u>8.А.А.Устройство набетонки:</u></p>  <p>1-плоские арматурные каркасы с продольной арматурой <math>d \geq 8</math> мм класса А400; 2-анкеры из арматурной стали <math>d \geq 8</math> мм класса А240, расположенные с шагом не более 300 мм; 3-арматурная сетка с ячейками не более 100/100/5/5; 4-набетонка из мелкозернистого бетона класса не ниже В15</p> <p align="center"><u>8.А.Б.Устройство подбетонки:</u></p>  <p>1-поддерживающие болты <math>d \geq 8</math> мм класса А240; 2-арматурная сетка с ячейками не более 100/100/5/5; 3-подбетонка из мелкозернистого бетона класса не ниже В15</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

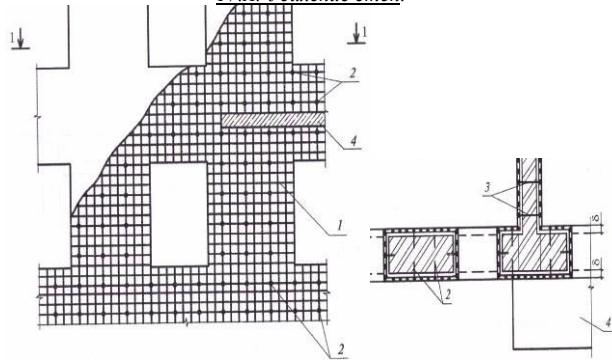
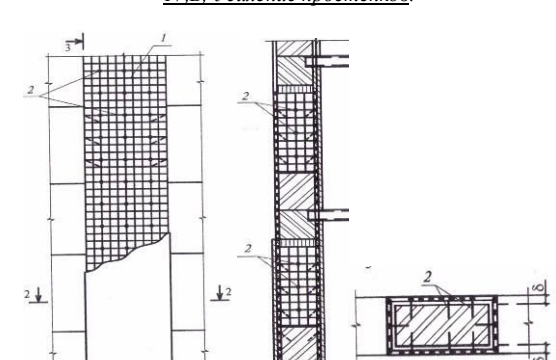
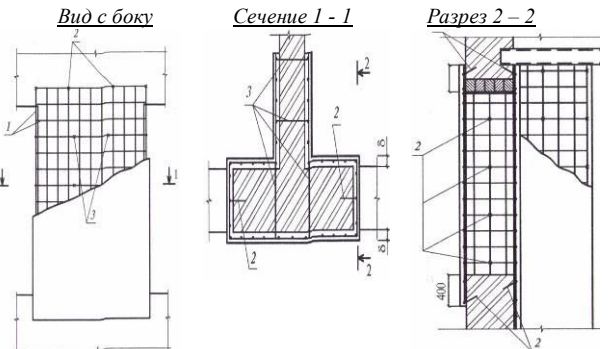
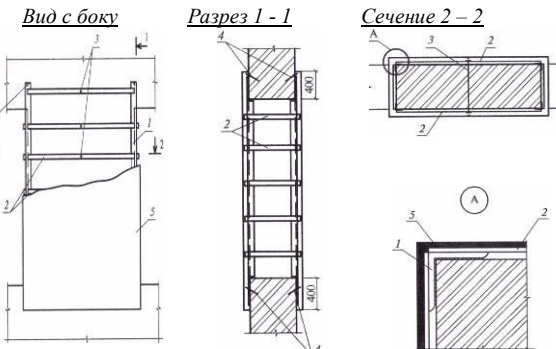
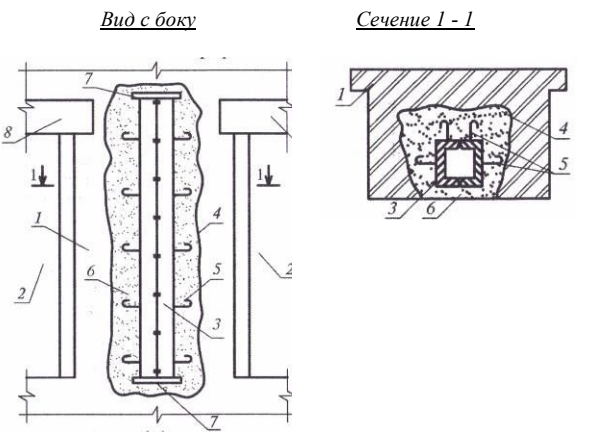
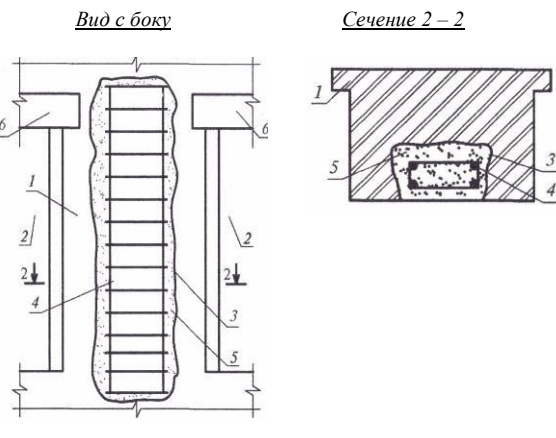
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|     | 8.Б. Обеспечение конструктивной связи между стенами и железобетонными пустотными плитами                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|     | <p>8.Б.А. При сплошной набетонке:</p>  <p>8.Б.Б. При контурной набетонке:</p>  <p><math>\delta</math>-не менее 500 мм, <math>d</math>-не менее 50 мм; 1и 2-продольная и поперечная арматура сеток диаметром не менее <math>d \geq 6</math>мм; 3-сквозная связующая арматура; 4-анкеры</p> <p><math>a</math>-не менее 500 мм; <math>\delta</math>-не менее 1000 мм, <math>d</math>-не менее 70 мм; 1и 2-продольная и поперечная арматура сеток диаметром не менее <math>d \geq 6</math>мм; 3-анкеры</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|     | <b>Сейсмоусиление сборных железобетонных ребристых плит</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9.  | <p>9.А. Нарращивание сборных железобетонных ребристых плит перекрытий монолитным железобетоном:</p>  <p>9.Б. Нарращивание сборных железобетонных ребристых плит перекрытий монолитным железобетоном с дополнительной надпорной арматурной сеткой:</p>  <p>Вариант</p>   <p>Вариант</p> <p>1-плоские вертикально расположенные арматурные каркасы, устанавливаемые в швах между ребристыми плитами (продольная арматура диаметром не менее <math>d \geq 8</math>мм класса А240, поперечная - диаметром не менее <math>d \geq 5</math>мм класса В500); 2-арматурная сетка 100/100/5/5; 3-гнутые хомуты или гнутые стержни диаметром не менее <math>d \geq 5</math>мм класса В500, устанавливаемые в ребрах плит с шагом не более 500 мм; 4-бетон класса не ниже В15, толщиной набетонки не менее 50 мм</p> |
|     | <b>Сейсмоусиление кирпичных стен при помощи устройства двухсторонних железобетонных аппликаций</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10. | <p>Схема крепления арматурной сетки к стене:</p>  <p>Варианты двухсторонней аппликации по сечению 1-1:</p> <p>Вариант «А»</p>  <p>с укладкой бетона в опалубку:</p> <p>Вариант «Б»</p>  <p>с нанесением набрызг-бетона на стену:</p> <p>1- усиливается стена; 2- скважины для анкеров, ершей, дюбелей; 3- анкеры или ерши, забитые в швы кладки или устанавливаемые в скважины на цементном растворе; 4-арматурная сетка диаметром не менее <math>d \geq 6</math>мм класса А240, привязанная к анкерам или приваренная к дюбелям; 5-опалубка; 6-мелкозернистый бетон класса не ниже В15; 7-нагнетательный патрубков; 8-набрызг бетона класса не ниже В15 толщиной 60-80 мм</p>                                                                                                                                                                                                              |



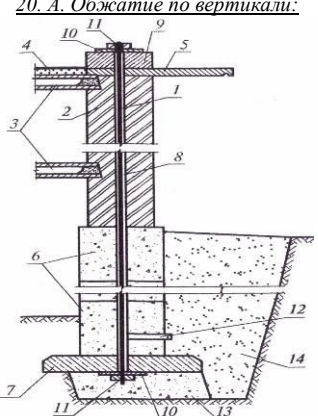
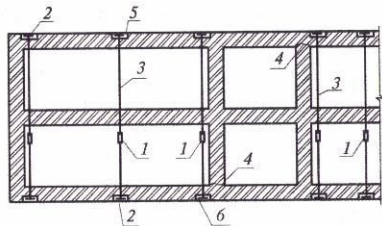
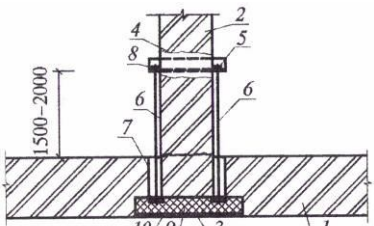
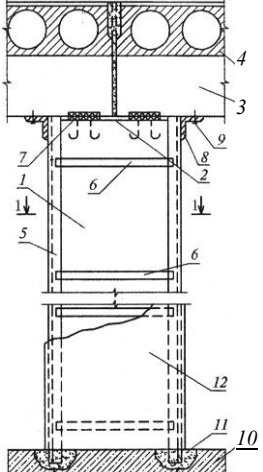
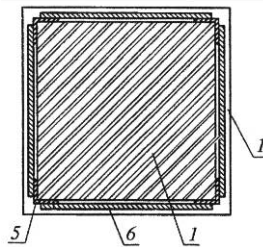
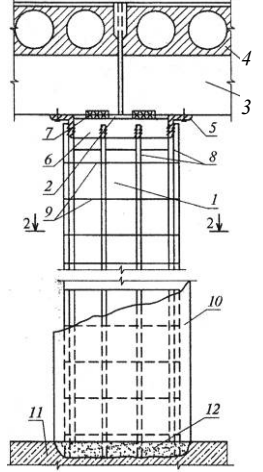
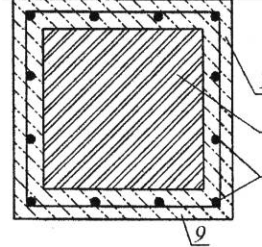
|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                           | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Сейсмоусиление наружных кирпичных стен при помощи устройства односторонних железобетонных аппликаций</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11.                                                                                                         |  <p>1-железобетонная аппликация; 2-усиливаемая стена; 3-арматурная сетка диаметром не менее <math>d \geq 6</math> мм класса А240; 4-анкер, устанавливаемый в пробуренной скважине на цементном или полимерцементном растворе; 5-анкер; 6-борозды в швах кладки глубиной 15-20 мм; 7-бетонная шпонка сечением 120 x 85 мм.</p> <p><u>Наименования способов усиления к вариантным решениям по сечению 2 – 2:</u><br/> А-с устройством силовых анкеров (4);<br/> Б-с устройством борозд (6) в горизонтальных швах кладки;<br/> В-с устройством бетонных шпонок (7) в горизонтальных штрабах</p> <p><b>Сечение 2 – 2</b></p> <p><b>Вариант «А»</b></p>  <p>100-120 200-250</p> <p><b>Вариант «Б»</b></p>  <p>100-120 20</p> <p><b>Вариант «В»</b></p>  <p>100-120 120</p> |
| <b>Сейсмоусиление стен при помощи устройства односторонних железобетонных аппликаций и пилостр</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12.                                                                                                         | <p><b>12.А Прямоугольные пилостры:</b></p>  <p>1-усиливаемая стена; 2-железобетонная пилостра усиления, связанная анкерами и штрабами с усиливаемой стеной; 3-арматурный каркас; 4-анкеры, устанавливаемые в пробуренную скважину; 5-скважина, пробуренная под углом 30-45° к вертикали; 6-вырубленная в стене штраба; 7-поперечная стена</p> <p><b>12.Б. Квадратные пилостры:</b></p>  <p>1-усиливаемая стена; 2-железобетонная пилостра усиления, устроенная в штрабе; 3-штраба, вырубленная в стене для устройства пилостры усиления; 4-арматурный каркас, приваренный к анкерам; 5-анкеры, установленные в кладку стены под углом 30-45° к вертикали; 6-поперечная стена</p> <p><u>Примечание:</u> Для бетонирования пилостр усиления применять бетон класса не ниже В15.</p>                                                                                                                                                       |
| <b>Сейсмоусиление стен при помощи устройства железобетонных аппликаций с пилострами (ребрами)</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 13.                                                                                                         | <p><b>Фрагмент фасада с элементами усиления:</b></p>  <p><b>Сечение 1 – 1</b></p> <p>1-аппликация с ребром жесткости из монолитного железобетона; 2-железобетонная пилостра; 3-продольная стена; 4-контур штрабы в стене; 5-внутренняя стена; 6-конструкции перекрытий; 7-фундамент под пилостру; 8-арматурная сетка аппликации; 9-арматурный каркас; 10-анкер; 11-бетон усиления класса В15</p> <p><b>Сечение 2 – 2</b></p>  <p><b>Сечение 3 – 3</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <b>Сейсмоусиление стен при помощи устройства пилястры рамной конструктивной схемы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14. | <p><u>Разрез по наружной стене</u></p>  <p>1-усиливаемая стена;<br/> 2-поперечная стена;<br/> 3-сборные бетонные блоки стен подвала типа ФБС;<br/> 4-сборные железобетонные фундаментные подушки типа ФЛ;<br/> 5-арматурный каркас пилястры рамной конструктивной схемы;<br/> 6-бетон класса не ниже В15 для конструкции пилястры усиления из монолитного железобетона;<br/> 7-обвязочная балка, выполненная из монолитного железобетона класса не ниже В15, расположенная вдоль поперечной стены над плитой покрытия;<br/> 8-сборная железобетонная плита покрытия;<br/> 9-арматурный каркас под рамную конструкцию пилястры;<br/> 10-фундамент рамной конструкции пилястры, выполненный из железобетона класса не ниже В15;<br/> 11-анкер в конструкции усиливаемой стены, расположенный под углом 30-45° к вертикали;<br/> 12-бетонная шпонка в усиливаемой стене;<br/> 13-деформационный шов;<br/> 14-парапет усиливаемой стены со сквозным отверстием, прорубленным для пропуска конструкции обвязочной балки</p> |
|     | <b>Сейсмоусиление при помощи преобразования кирпичных перегородок в диафрагму жесткости</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 15. |  <p>1-кирпичная перегородка; 2-металлические элементы усиления; 3-штукатурка цементно-песчаным раствором марки не ниже М50; 4-арматурная сетка по расчёту, но не менее 100/100/5/5; 5-стяжной болт; 6-анкер</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|     | <b>Сейсмоусиление отдельных простенков при помощи устройства железобетонных «рубашек»</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 16. | <p><u>16.А. Отдельный линейный простенок:</u><br/> <u>Вид с боку</u>    <u>Разрез 1-1</u>    <u>Сечение 2-2</u></p>  <p><u>16.Б. Отдельный угловой простенок:</u><br/> <u>Вид с боку</u>    <u>Сечение 1-1</u>    <u>Разрез 2-2</u></p>  <p>1-арматурная сетка по расчёту, но не менее 100/100/5/5; 2-арматурные анкеры по расчёту, но не менее <math>d=8</math> мм, выполненные под углом 30-45° к вертикали, расположенные с шагом 300 мм в обоих направлениях (по вертикали и горизонтали); 3-арматурные стержни диаметром не менее <math>d \geq 10</math> мм, сквозные для соединения арматурных сеток железобетонной рубашки; 4-толщина железобетонной рубашки, принимаемая по расчёту, но не менее 50 мм, выполняемая из железобетона класса не менее В15</p>                                                                                                                                                              |

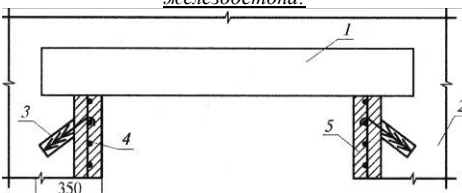
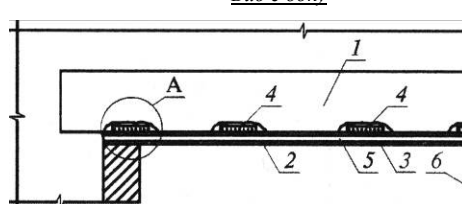
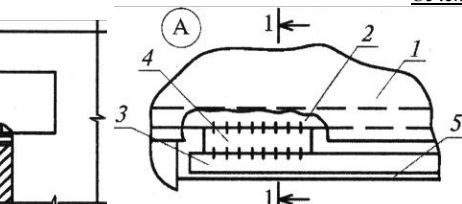
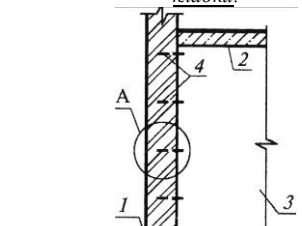
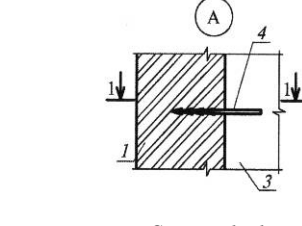
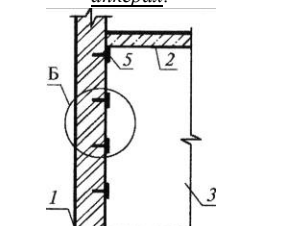
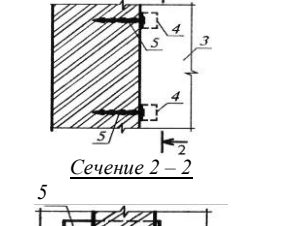
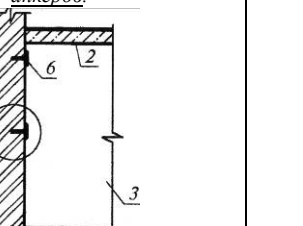
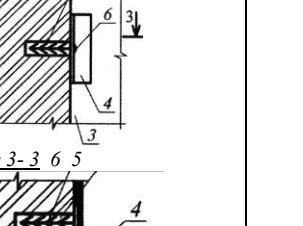


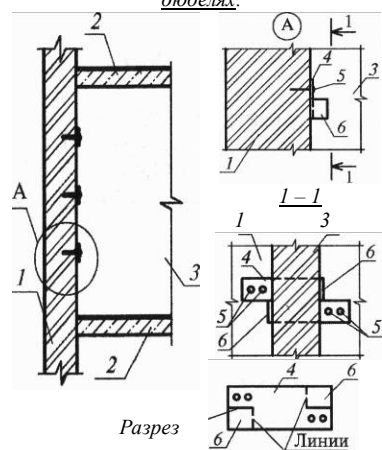
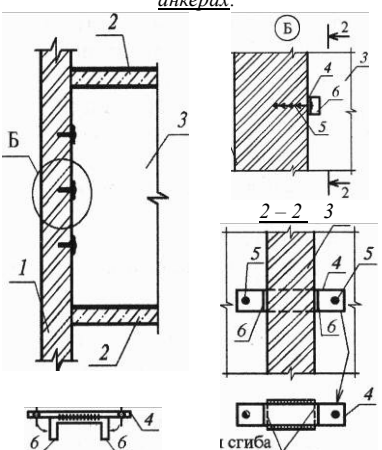
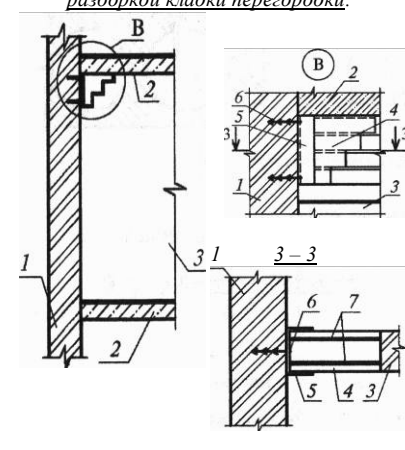
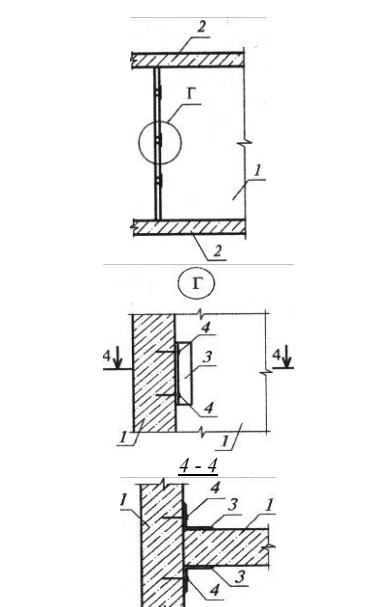
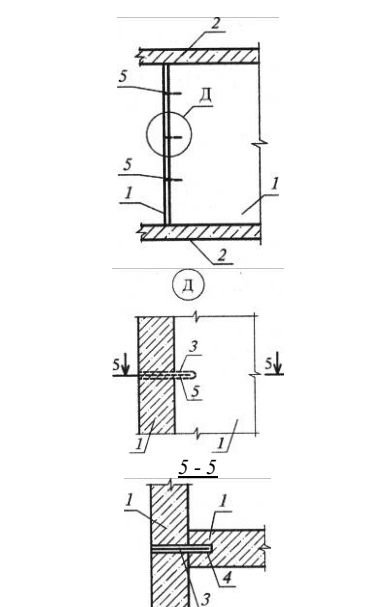
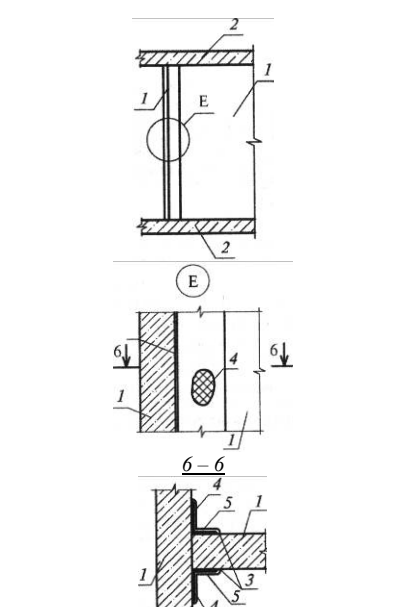
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <b>Сейсмоусиление стен и простенков при помощи устройства двухсторонних железобетонных «рубашек»</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 17. | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><b>17.А. Усиление стен:</b></p>  <p>1- арматурная сетка по расчёту, но не менее 100/100/5/5; 2-арматурные анкеры по расчёту, но не менее <math>d=8</math> мм, выполненные под углом <math>30-45^\circ</math> к вертикали, расположенные с шагом 300 мм в обоих направлениях (по вертикали и горизонтали); 3-арматурные стержни диаметром не менее <math>d \geq 10</math> мм; 4-конструкция балконной плиты; <math>\delta</math>-толщина железобетонной рубашки, принимаемая по расчёту, но не менее 50 мм, выполняемая из железобетона класса не менее В15</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><b>17.Б. Усиление простенков:</b></p>  </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|     | <b>Сейсмоусиление простенков при помощи железобетонных «рубашек» и металлическими обоями</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 18. | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><b>18.А. Простенок, примыкающий к внутренней стене:</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p><i>Вид с боку</i></p> <p><i>Сечение 1 - 1</i></p> <p><i>Разрез 2 - 2</i></p> </div>  <p>1- сетка по расчёту, но не менее 100/100/5/5; 2-анкеры по расчёту, но не менее <math>d=8</math> мм, под углом <math>30-45^\circ</math> к вертикали, с шагом 300 мм; 3-арматурные стержни диаметром не менее <math>d \geq 10</math> мм, сквозные; <math>\delta</math>-толщина железобетонной рубашки, по расчёту, но не менее 50 мм, из железобетона класса В15</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><b>18.Б. Усиление простенков металлическими обоями:</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p><i>Вид с боку</i></p> <p><i>Разрез 1 - 1</i></p> <p><i>Сечение 2 - 2</i></p> </div>  <p>1-уголок по расчёту; 2-полоса по расчёту, но не менее 50 x 5 мм с шагом по расчёту; 3-стяжные болты диаметром <math>d=10</math> мм (М10); 4- арматурные анкеры по расчёту, но не менее <math>d=8</math> мм, под углом <math>30-45^\circ</math> к вертикали; 5-штуктурка из цементно-песчаного раствора марки не ниже М50</p> </div> </div> |
|     | <b>Сейсмоусиление кирпичных простенков при помощи железобетонных сердечников</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 19. | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><b>19.А. Из металлических профилей:</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p><i>Вид с боку</i></p> <p><i>Сечение 1 - 1</i></p> </div>  <p>1-усиливаемый простенок; 2-проёмы; 3-сердечник из швеллеров; 4-ниша, вырубленная в теле простенка с уширением во внутрь, длиной на 200 мм выше перемычки и на 200 мм ниже оконного проёма; 5-металлические крюки для сцепления с раствором или бетоном; 6-мелкозернистая литая бетонная смесь класса не ниже В15; 7-опорная пластина; 8-перемычки</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><b>19.Б. С армированием арматурными каркасами:</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p><i>Вид с боку</i></p> <p><i>Сечение 2 - 2</i></p> </div>  <p>1-усиливаемый простенок; 2-проёмы; 3- ниша, вырубленная в теле простенка с уширением во внутрь, длиной на 200 мм выше перемычки и на 200 мм ниже оконного проёма; 4-пространственный каркас из арматурной стали; 5- мелкозернистая литая бетонная смесь класса не ниже В15; 6- перемычки</p> </div> </div>                                                                                                                       |

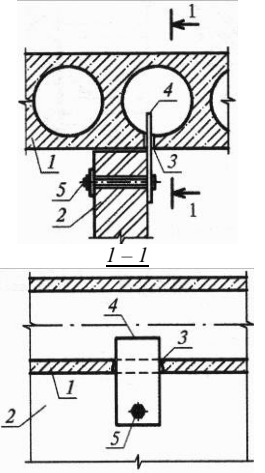
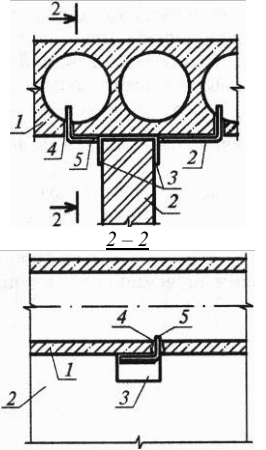
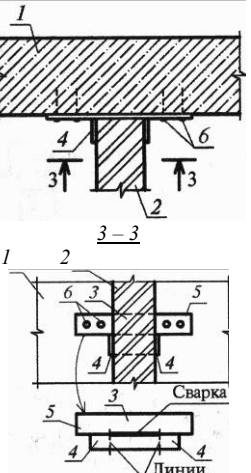
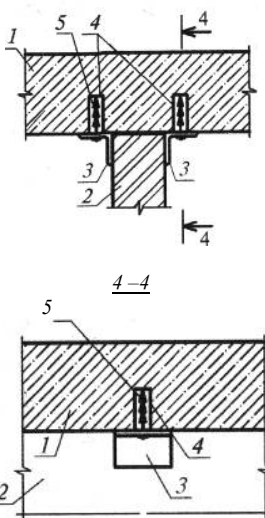
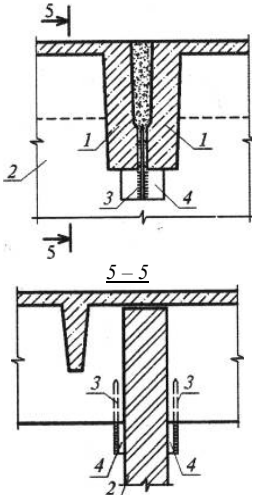
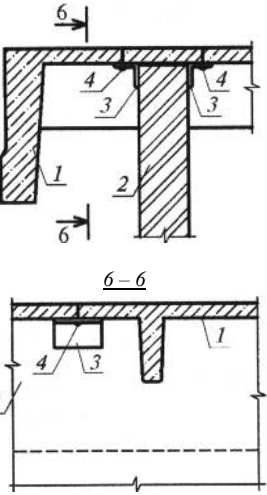


| 1                                                                         | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сейсмоусиление стен при помощи их обжатия напрягаемой арматурой           | Сейсмоусиление узлов сопряжения наружных и внутренних стен при помощи металлических тяжей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 20.                                                                       | <p><u>20. А. Обжатие по вертикали:</u></p>  <p>1-продольная арматура – канат К-7, К-19; 2-усиливаемая стена; 3-плита перекрытия (покрытия); 4-конструкция кровли; 5-карнизная плита; 6-фундаментные блоки стен (ФБС); 7-железобетонная фундаментная подушка (ФЛ); 8-продольный шурф в стене; 9-распределительная железобетонная балка; 10-распределительная пластина; 11-анкерное устройство; 12-нагнетательный патрубок для инъектирования раствора; 13-защитная подбетонка; 14-обратная засыпка</p>                                                                                                                                                                                                            | <p><u>20.Б. Схема усиления здания стальными тяжами в уровне перекрытий</u></p>  <p>1-стяжная муфта (талреп); 2-металлическая шайба-упор; 3-стальной тязь <math>d=16-20</math> мм (М16-М20); 4-трещина в кладке; 5-утеплитель; 6-штукатурный слой</p> <p><u>20.В. Укороченная (локальная) стяжка узла кирпичной кладки стальными тяжами:</u></p>  <p>1-аружная стена; 2-внутренняя стена; 3-штраба в наружной стене; 4-отверстие во внутренней стене для установки стального уголка; 5-металлический уголок; 6-тяги из арматурной стали <math>d=16-20</math> мм (М16-М20); 7-отверстия в наружной стене для пропуска тяжей; 8-гайка для натяжения тяжей; 9-утеплитель; 10-штукатурка из цементно-песчаного раствора</p>                                       |
| Сейсмоусиление каменных колонн при помощи стальных и железобетонных обойм |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 21.                                                                       | <p><u>21.А. Устройство стальных обойм:</u></p> <p><u>Вид с боку</u></p>  <p><u>Сечение 1 - 1</u></p>  <p>1-усиливаемая колонна; 2-опорная плита; 3-ригель (прогон, балка); 4-плита перекрытия; 5-уголок обоймы; 6-поперечная планка обоймы из стальной полосы; 7-сварной стык закладных деталей ригеля и опорной площадки; 8-стальной уголок, пристреленный к ригелю или приваренный через пластину к оголённой арматуре ригеля; 9-дюбель; 10-фундамент под колонну (пол); 11-гнездо для анкерки уголков обоймы в конструкции фундамента (пола); 12-штукатурка по сетке «Рабитца» цементно-песчаным раствором марки М50</p> | <p><u>21.Б. Устройство железобетонных обойм:</u></p> <p><u>Вид с боку</u></p>  <p><u>Сечение 2 – 2</u></p>  <p>1-усиливаемая колонна; 2-опорная плита; 3-ригель (прогон, балка); 4-плита перекрытия; 5-уголок обрешетки, пристреленный к низу балки или приваренный к оголённой арматуре балки; 6-стальная полоса, приваренная к уголкам обрешетки; 7- сварной стык закладных деталей балки и опорной площадки; 8-продольные арматурные стержни, приваренные сверху к обрешетке, и снизу заанкеренные в конструкции пола (фундамента); 9-поперечные хомуты, приваренные или привязанные к продольным стержням; 10-обетонирование бетоном класса не ниже В15; 11-фундамент (пол) под колонну; 12-борозда в фундаменте для анкерки продольных стержней</p> |

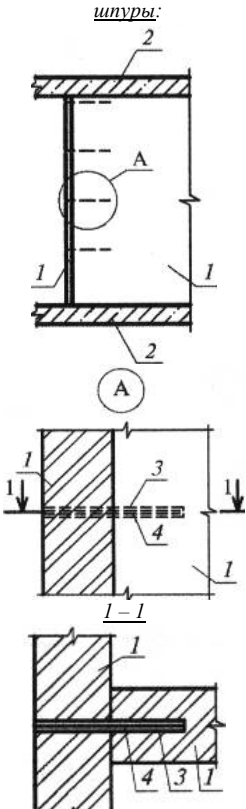
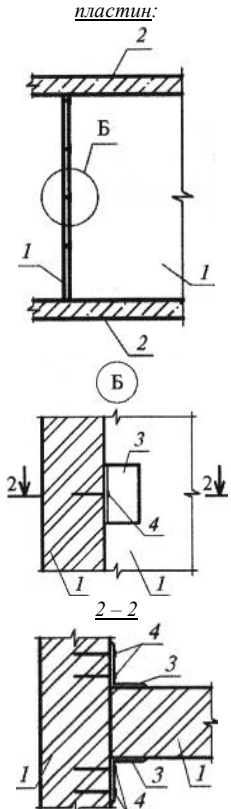
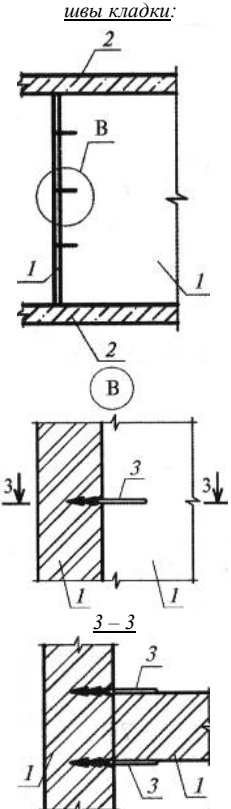
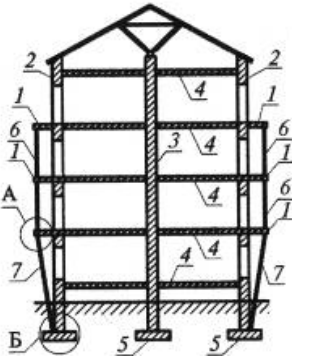
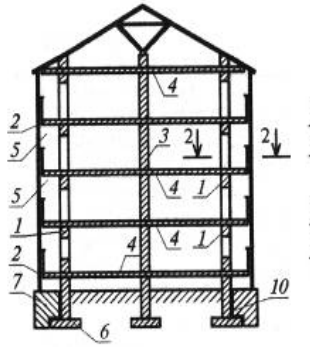
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|     | <p align="center"><b>Сейсмоусиление каменных колонн (столбов) в уровне перекрытий при помощи стальных и железобетонных обойм</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 22. | <p align="center"><u>22.А. Усиление стальными обоймами</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><u>Вариант №22.А.1:</u></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><u>Вариант №22.А.2:</u></p> </div> </div> <p align="center"><u>22.Б. Усиление железобетонными обоймами</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><u>Вариант №22.Б.1:</u></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><u>Вариант №22.Б.2:</u></p> </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|     | <p align="center"><b>Сейсмоусиление конструкций перемычек при помощи установки дополнительных элементов</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 23. | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 48%;"> <p><u>23.А. Установка разгружающих балок из стальных прокатных профилей в штрабах:</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div> <p>1-усиливаемые перемычки; 2-кирпичная стена; 3-штрабы в стене для размещения разгружающих балок; 4-разгружающие балки из стальных прокатных профилей (инвеллер, уголок); 5-стяжные болты, устанавливаемые в просверленные отверстия; 6-зачеканка пазов цементно-песчаным раствором</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><u>23.Б. Устройство разгружающих балок из монолитного железобетона в штрабах:</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div> <p>1-усиливаемые перемычки; 2-кирпичная стена; 3-штрабы в стене для установки арматурных каркасов; 4-разгружающие балки из железобетона; 5-арматурный каркас; 6-анкер-ёри, установленный под углом 30-45° к вертикали на цементно-песчаном или полимер-цементном растворе; 7-бетон В15</p> </div> </div> |

| 1          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p align="center"><b>Сейсмоусиление перемычек методом наращивания простенков и дополнительным армированием</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>24.</p> | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><u>24.А. Наращивание простенков при помощи железобетона:</u></p>  <p>1-перемычка; 2-простенок; 3- анкер-ёри, установленный под углом 30-45° к вертикали на цементно-песчаном или полимер-цементном растворе; 4-арматурная сетка 100/100/5/5; 5- наращивание простенка бетоном класса не ниже В15</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><u>24.Б. Установка дополнительной арматуры с приваркой отогнутых стержней:</u></p>  <p>1-усиливаемая перемычка; 2-оголённая на отдельных участках рабочая арматура перемычки; 3-огнутые стержни, приваренные к оголённой арматуре; 4-рабочая арматура железобетонного наращивания, приваренная к гнутым арматурным стержням; 5-бетон класса не ниже В15 железобетонного наращивания; 6-нижняя поверхность перемычки, подготовленная к наращиванию железобетоном; 7-наращивание длины простенка железобетоном (при необходимости)</p> </div> </div> <p align="center"><u>24.В. Установка дополнительной арматуры с приваркой арматурных коротышей (Вариант):</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><u>Вид с боку</u></p>  </div> <div style="width: 48%;"> <p><u>Сечение 1-1</u></p>  </div> </div> <p>1-усиливаемая перемычка; 2-оголённая на отдельных участках рабочая арматура перемычки; 3-дополнительная рабочая арматура, приваренная к оголённой арматуре перемычки через арматурные коротыши; 4-арматурные коротыши; 5- бетон класса не ниже В15 железобетонного наращивания; 6- наращивание длины простенка железобетоном (при необходимости)</p> |
|            | <p align="center"><b>Сейсмоусиление узлов примыкания и крепления перегородок к несущим стенам</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>25.</p> | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 33%;"> <p><u>25.А. Забивка стальных анкеров в швы кладки:</u></p>  <p align="center"><u>Сечение 1-1</u></p>  <p>1-несущая каменная стена; 2- железобетонные перекрытия; 3-кирпичная перегородка, не имеющая достаточного крепления к несущей стене; 4-стальные анкеры-ерши d=10-12мм, забиваемые в швы кладки; 5-штукатурка</p> </div> <div style="width: 33%;"> <p><u>25.Б. Установка стальных пластин на анкерах:</u></p>  <p align="center"><u>Сечение 2-2</u></p>  <p>1-несущая каменная стена; 2- железобетонные перекрытия; 3- кирпичная перегородка, не имеющая достаточного крепления к несущей стене; 4-стальные Г-образные пластины с отверстиями, устанавливаемые в шве между перегородкой и стеной; 5-анкеры-ерши, забиваемые в швы кладки или в высверленные шпур</p> </div> <div style="width: 33%;"> <p><u>25.В. Установка стальных уголков и анкеров:</u></p>  <p align="center"><u>Сечение 3-3</u></p>  <p>1-несущая каменная стена; 2- железобетонные перекрытия; 3- кирпичная перегородка, не имеющая достаточного крепления к несущей стене; 4-стальные уголки-держатели с отверстиями под анкеры; 5-скважины, высверленные в кладке стены; 6-анкеры-ерши, забитые в шпур; 7-штукатурка</p> </div> </div>                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Сейсмоусиление узлов примыкания и крепления перегородок к несущим стенам                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>25.Г. Установка стальных пластин на дюбелях:</p>  <p>Разрез</p> <p>Линии сгиба</p> <p>1-несущая каменная стена; 2- железобетонные перекрытия; 3- кирпичная перегородка, не имеющая достаточного крепления к несущей стене; 4-стальные пластины с разрезами, устанавливаемые в пазы между перегородкой и стеной; 5-дюбели 4,5 x 60 мм, забиваемые в несущую стену; 6-отгибные концы пластины</p> | <p>25.Д. Установка стальной полосы на анкерах:</p>  <p>1-несущая каменная стена; 2- железобетонные перекрытия; 3- кирпичная перегородка, не имеющая достаточного крепления к несущей стене; 4-две спаренные (сваренные в средней части) стальные полосы, устанавливаемые в пазы между перегородкой и стеной; 5-анкеры-ерши, забиваемые в швы кладки или в высверленные шпурсы; 6-отгибные концы пластины</p> | <p>25.Е. Установка швеллера с частичной разборкой кладки перегородки:</p>  <p>1-несущая каменная стена; 2- железобетонные перекрытия; 3- кирпичная перегородка толщиной 120мм, не имеющая достаточного крепления к несущей стене; 4-разобранная кладка верхней угловой части перегородки (после установки швеллеров заложить кирпичом на цементном растворе); 5-швеллер №14 длиной 300мм с отверстиями под анкеры; 6- анкеры-ерши, забиваемые в швы кладки или в высверленные шпурсы; 7-арматурные стержни d=6-8мм, укладываемые в швы восстанавливаемой кладки</p> |
| <p>25.И. Установка стальных уголков на дюбелях:</p>  <p>1-железобетонные перегородки, не имеющие достаточного крепления между собой; 2-железобетонные перекрытия; 3-углки-держатели; 4-дюбели</p>                                                                                                                                                                                                | <p>25.К. Забивка анкеров в деревянные пробки:</p>  <p>1-железобетонные перегородки, не имеющие достаточного крепления между собой; 2-железобетонные перекрытия; 3-скважины, высверленные в перегородках; 4-деревянные пробки, устанавливаемые в скважинах; 5-стальные анкеры, забиваемые в деревянные пробки</p>                                                                                           | <p>25.Л. Наклейка стеклоткани:</p>  <p>1-железобетонные перегородки, не имеющие достаточного крепления между собой; 2-железобетонные перекрытия; 3-поверхности перегородок, подготовленные к оклейке; 4-стеклоткань; 5-эпоксидный клей</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <b>Сейсмоусиление узлов крепления перегородок к железобетонным перекрытиям и покрытиям</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 26. | <div data-bbox="284 219 582 291"> <p><u>26.А. Крепление перегородок к пустотным плитам стальными пластинами на болтах:</u></p>  <p>1-сборная железобетонная многопустотная плита перекрытия; 2-перегородка, не имеющая достаточного крепления к перекрытию; 3-целевидное отверстие, пробитое в нижней полке плиты; 4-стальная пластина, устанавливаемая в отверстие; 5-крепежный болт. Устанавливаемый в отверстие, просверленное в пластине и перегородке</p> </div> <div data-bbox="667 219 1029 291"> <p><u>26.Б. Крепление перегородок к пустотным плитам стальной гнутой полосой на анкерах:</u></p>  <p>1-сборная железобетонная многопустотная плита перекрытия; 2-перегородка, не имеющая достаточного крепления к перекрытию; 3-стальная полоса, устанавливаемая в шов между перегородкой и перекрытием (концы полосы загибают вниз); 4-отверстия, просверленные в нижней полке плиты перекрытия; 5-Г-образные стержни-анкеры из арматурной стали, одним концом устанавливаемые в отверстие панели, другим привариваемые к полосе (длина стержня определяется по месту)</p> </div> <div data-bbox="1066 219 1444 291"> <p><u>26.В. Крепление перегородок к сплошным плитам перекрытий стальной гнутой полосой на дюбелях:</u></p>  <p>1-сборная железобетонная сплошная плита перекрытия; 2-перегородка, не имеющая достаточного крепления к перекрытию; 3-спаренные (на сварке в средней части) стальные полосы, устанавливаемые в шов между перегородкой и перекрытием (концы одной из полос загибают вниз); 4-загибаемые концы стальной полосы; 5-концы полосы, пристреливаемые дюбелями к плите перекрытия; 6-дюбели</p> </div> |
|     | <div data-bbox="284 1137 622 1187"> <p><u>26.Г. Крепление перегородок к сплошным плитам уголками и анкерами:</u></p>  <p>1-сборная железобетонная сплошная плита перекрытия; 2-перегородка, не имеющая достаточного крепления к перекрытию; 3-уголки-держатели с отверстиями под анкеры; 4-шпур, высверленный в плите перекрытия; 5-анкеры-ерши, забиваемые в шпур</p> </div> <div data-bbox="667 1137 1029 1187"> <p><u>26.Д. Крепление перегородок к ребристым плитам установкой анкеров в швах:</u></p>  <p>1-сборные железобетонные ребристые плиты перекрытия; 2-перегородка, не имеющая достаточного крепления к перекрытию; 3-анкеры-ерши, забиваемые в швы между продольными ребрами плит; 4-стальные пластины, привариваемые к анкерам</p> </div> <div data-bbox="1066 1137 1444 1187"> <p><u>26.Е. Крепление перегородок к ребристым плитам уголками на дюбелях:</u></p>  <p>1-сборная железобетонная сплошная плита перекрытия; 2-перегородка, не имеющая достаточного крепления к перекрытию; 3-уголки-держатели, пристреливаемые дюбелями к полке плиты перекрытия; 4-дюбели</p> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <b>Сейсмоусиление узлов сопряжения перегородок между собой</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 27. | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><u>27.А. Установка анкеров в высверленные шпурь:</u></p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p><u>27.Б. Установка стальных Г-образных пластин:</u></p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p><u>27.В. Установка стальных анкеров в швы кладки:</u></p>  </div> </div> <p>1-кирпичные перегородки, не имеющие достаточного крепления между собой; 2-железобетонная плита перекрытия; 3-отверстия, высверленные в перегородках; 4-арматурные стержни периодического профиля, устанавливаемые на цементно-песчаном растворе</p> <p>1-кирпичные перегородки, не имеющие достаточного крепления между собой; 2-железобетонная плита перекрытия; 3-стальные Г-образные пластины; 4-дюбели</p> <p>1-кирпичные перегородки, не имеющие достаточного крепления между собой; 2-железобетонная плита перекрытия; 3-стальные анкеры-ерши, забиваемые в швы кладки или в высверленные шпурь</p>                                                                                                                                                                                          |
|     | <b>Посекционное сейсмоусиление балконных плит на всю высоту здания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 28. | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><u>28.А. Подведение разгружающих стоек и подкосов:</u></p>  </div> <div style="width: 10%;"> <p><u>28.Б. Переоборудование балконов в лоджии:</u></p>  </div> </div> <p>1-усиливаемые железобетонные балконные плиты; 2-наружные кирпичные стены; 3-внутренняя стена; 4-междуэтажные перекрытия; 5-ленточный фундамент; 6-разгружающие стойки из прокатного металла, привариваемые к опорным пластинам; 7-разгружающие подкосы из прокатного металла, привариваемые к опорным пластинам; 8-опорные пластины, крепящиеся к усиливаемой плите стяжными болтами; 9-стяжные болты, устанавливаемые в просверливаемые в плите отверстия; 10-опорная база из стальных пластин, устанавливаемая на подливку из цементно-песчаного раствора; 11-фундаментная подушка; 12-выблбленные гнезда под анкерные болты; 13-анкерные болты; 14-мелкозернистый бетон класса не ниже В15</p> <p>1-наружная стена; 2-балконные плиты; 3-внутренняя стена; 4-перекрытия; 5-кирпичная стена лоджии; 6-фундамент под наружную стену; 7-фундамент под стену лоджии из бетона класса не ниже В15; 8-поперечная внутренняя стена; 9-штраб в наружной стене; 10-деформационный шов</p> |

| 1                                                                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Сейсмоусиление отдельных консольных балконных плит и козырьков</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 29.                                                                   | <div data-bbox="264 293 798 324"> <p>29.А. Обрамление балконных плит обоймой из швеллеров:</p> </div> <div data-bbox="264 324 798 929"> </div> <div data-bbox="264 929 798 1023"> <p>1-балконная плита; 2-наружная стена; 3-окно; 4-балконная дверь; 5-обойма из швеллеров; 6-опорные и анкерные уголки; 7-ниша в стене; 8-мелкозернистый бетон класса не ниже В15</p> </div> <div data-bbox="877 293 1410 347"> <p>29.Б. Обрамление балконных плит (козырьков) обоймой из швеллеров с подкосами:</p> </div> <div data-bbox="877 347 1410 929"> </div> <div data-bbox="877 929 1410 1023"> <p>1-балконная плита (козырёк); 2-наружная стена; 3-окно; 4-балконная дверь; 5-обойма из швеллеров; 6-подкос; 7-анкерный уголок; 8-опорный уголок; 9-опорная пластина; 10-ниша в стене; 11-мелкозернистый бетон класса не ниже В15</p> </div> |

## Приложение 5

### Конструктивные требования к сейсмостойкости навесных вентилируемых фасадов

#### Динамические испытания и сейсмостойкость навесных фасадных систем

(Айзенберг Я.М., Акбиев Р.Т., Смирнов В.И., Чубаков М.Ж.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №1, 2008, с.13-15)

С технической точки зрения навесные вентилируемые фасадные системы (НВФС) являются комплексной конструкцией, состоящей из элементов облицовки (плит и листовых материалов) и под облицовочной конструкции, закрепленной к стене таким образом, чтобы между защитно-декоративным покрытием и стеной оставался воздушный зазор. Для дополнительного утепления между стеной и облицовкой устанавливается теплоизоляция. В этом случае вентиляционный зазор остается между облицовкой и теплоизоляцией. Землетрясения могут вызвать повреждения и разрушения НВФС следующих типов:

- сейсмическими нагрузками, направленными из плоскости вентилируемых фасадов (в некоторых инструктивных и нормативно-методических документах их называют «местными» сейсмическими нагрузками);

- усилиями, передающимися на элементы вентилируемых фасадов при их совместном деформировании с несущими и ненесущими конструкциями зданий. Сейсмостойкость НВФС необходимо изучать комплексно: выполняя динамические испытания на специальных стендах, виброплатформах и/или с помощью мощных вибраторов, проводя теоретический и расчетный анализ, в том числе на натурных объектах. По результатам испытаний сделаны выводы и рекомендации:

- подтверждена возможность устройства НВФС «MAVent», запроектированных по СП 14.13330 для 9б;

- возможность горизонтальных смещений и обрушений керамогранитных плит НВФС «MAVent» при землетрясениях следует ограничивать установкой дополнительных кляммеров по высоте каждой плиты;

- необходимо предусматривать конструктивные мероприятия, для совместности работы системы «стена-НВФС»;

- если горизонтальные перекосы этажей здания при расчетных сейсмических нагрузках составляют не более  $1/400$  от высоты этажа ( $h_{эт}$ ), под облицовочные конструкции НВФС допускается крепить как к ненесущим стенам, так и к каркасу здания. Связи между ненесущими и несущими конструкциями должны выполняться гибкими. В противном случае, крепление НВФС допускается только к несущим конструкциям каркаса, для чего необходимо предусматривать устройство специальных горизонтальных стальных балок или фахверковых каркасов, связанных с основными несущими конструкциями;

- применение НВФС «MAVent» в условиях, отличных от указанных выше, должно осуществляться на основании специальных технических условий (СТУ).

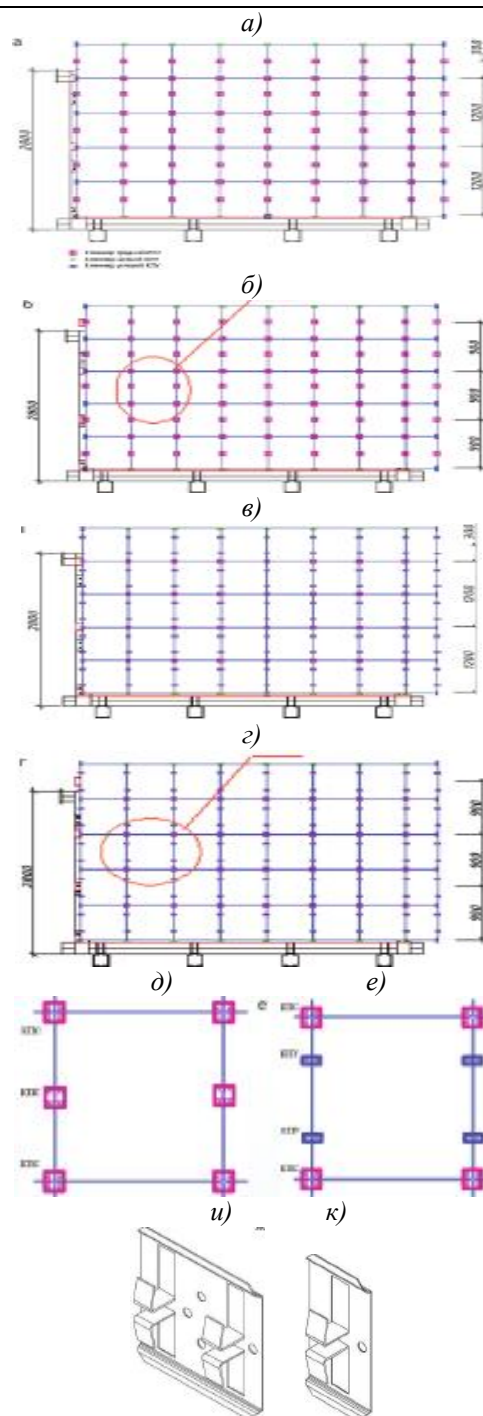


Рис. 1. Системы устройства ФС «MAVent». а, б, в, г-фрагменты схем с установкой креплений кронштейнов подсистемы; д-схема с дополнительными кляммерами КПС по одному в каждом вертикальном шве; е-то же, КПУ по два в каждом вертикальном шве; и-кляммер пружинный средний, КПС; к-то же, средний КПУ

## Приложение 6

Справочные данные к расчетам железобетонных и стальных конструкций

### А. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

#### 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

##### Сочетания нагрузок

| Основные сочетания нагрузок                                                                                                                 |         |                                                          | Особые сочетания нагрузок                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| $C_m = P_d + (\psi_{11}P_{11} + \psi_{12}P_{12} + \psi_{13}P_{13} + \dots) + (\psi_{t1}P_{t1} + \psi_{t2}P_{t2} + \psi_{t3}P_{t3} + \dots)$ |         |                                                          | $C_s = C_m + P_s$                                     |
| C <sub>m</sub> – нагрузка для основного сочетания                                                                                           |         |                                                          | C <sub>s</sub> –<br>нагрузка для<br>особого сочетания |
| $\psi_{1i}$ (i = 1,2,3,...) –коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок                                                                 |         |                                                          |                                                       |
| $\psi_{ti}$ (i = 1,2,3,...) –коэффициенты сочетаний для кратковременных нагрузок                                                            |         |                                                          |                                                       |
| Коэффициенты сочетаний длительных нагрузок для основных и особых сочетаний                                                                  |         |                                                          |                                                       |
| - для равномерно распределенных длительных нагрузок $\psi_{11} = 1.0$ ; $\psi_{12} = \psi_{13} = \dots = 0.95$                              |         |                                                          |                                                       |
| - для крановых нагрузок                                                                                                                     | 1 кран  | $\psi_1 = 1.0$                                           |                                                       |
|                                                                                                                                             | 2 крана | $\psi_1 = 0.85$ - для групп режимов работы кранов 1К- 6К |                                                       |
|                                                                                                                                             |         | $\psi_1 = 0.95$ - для групп режимов работы кранов 7К, 8К |                                                       |
|                                                                                                                                             | 4 крана | $\psi_1 = 0.7$ - для групп режимов работы кранов 1К- 6К  |                                                       |
|                                                                                                                                             |         | $\psi_1 = 0.8$ - для групп режимов работы кранов 7К, 8К  |                                                       |
| - для остальных нагрузок                                                                                                                    |         | $\psi_1 = 1.0$                                           |                                                       |
| Коэффициенты сочетаний кратковременных нагрузок                                                                                             |         |                                                          |                                                       |
| $\psi_{t1} = 1.0$                                                                                                                           |         | $\psi_{t2} = 0.9$                                        | $\psi_{t3} = \psi_{t4} = \dots = 0.7$                 |
|                                                                                                                                             |         |                                                          | $\psi_t = 0.8$                                        |

##### Коэффициент надежности по нагрузке, $\gamma_r$

| Вес конструкций и грунтов                                                                                                                                                                |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <u>Конструкции</u>                                                                                                                                                                       |      |
| Металлические, в которых усилия от собственного веса превышают 50% общих усилий                                                                                                          | 1.1  |
| Металлические - во всех остальных случаях                                                                                                                                                | 1.05 |
| Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м <sup>3</sup> ), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные                                                                       | 1.1  |
| Бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м <sup>3</sup> и менее, изоляционные выравнивающие и отделочные слои плиты, материалы в рулонах, засылки, стяжки и т.п.), выполняемые:           |      |
| в заводских условиях                                                                                                                                                                     | 1.2  |
| на строительной площадке                                                                                                                                                                 | 1.3  |
| При проверке конструкций на устойчивость положения против опрокидывания, а также в других случаях, когда уменьшение веса конструкций и грунтов может ухудшить условия работы конструкций | 0.9  |
| <u>Грунты</u>                                                                                                                                                                            |      |
| В природном залегании                                                                                                                                                                    | 1.1  |
| На строительной площадке                                                                                                                                                                 | 1.15 |
| <u>Нагрузки от оборудования, складываемых материалов и изделий</u>                                                                                                                       |      |
| Стационарное оборудование                                                                                                                                                                | 1.05 |
| Изоляция стационарного оборудования                                                                                                                                                      | 1.2  |
| Заполнители оборудования (в том числе резервуаров и трубопроводов):                                                                                                                      |      |
| жидкости                                                                                                                                                                                 | 1.0  |
| суспензии, шламы, сыпучие тела                                                                                                                                                           | 1.1  |
| Погрузчики и электрокары (с грузом)                                                                                                                                                      | 1.2  |
| Складываемые материалы и изделия                                                                                                                                                         | 1.2  |
| <u>Равномерно распределенные нагрузки</u>                                                                                                                                                |      |
| При полном нормативном значении менее 2,0 кПа                                                                                                                                            | 1.3  |
| При полном нормативном значении 2,0 кПа и более                                                                                                                                          | 1.2  |
| <u>Сосредоточенные нагрузки и нагрузки на перила</u>                                                                                                                                     | 1.2  |
| <u>Нагрузки от транспортных средств</u>                                                                                                                                                  | 1.2  |
| <u>Нагрузки от мостовых и подвесных кранов для всех режимов работы</u>                                                                                                                   | 1.2  |
| <u>Снеговые нагрузки</u>                                                                                                                                                                 | 1.4  |
| <u>Воздействия ветра</u>                                                                                                                                                                 | 1.4  |
| <u>Гололедные нагрузки</u>                                                                                                                                                               | 1.3  |
| <u>Температурные климатические воздействия</u>                                                                                                                                           | 1.1  |



## 2. НОРМАТИВНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА

### Значения коэффициентов сжатия $\gamma_b$ и растяжения $\gamma_{bt}$

| Сжатие $\gamma_b$                                                        |     | Растяжение $\gamma_{bt}$                                                                                       |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| для предельных состояний по несущей способности (первая группа)          | 1.3 | для предельных состояний по несущей способности при назначении класса бетона по прочности на сжатие            | 1.5 |
| для предельных состояний по эксплуатационной пригодности (вторая группа) | 1.0 | для предельных состояний по несущей способности при назначении класса бетона по прочности на осевое растяжение | 1.3 |
|                                                                          |     | для предельных состояний по эксплуатационной пригодности                                                       | 1.0 |

### Нормативные значения сопротивления бетона

| Вид сопротивления                                 | Нормативные значения сопротивления бетона $R_{b,n}$ и $R_{bt,n}$ и расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), при классе бетона по прочности на сжатие |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                   | B10                                                                                                                                                                                                                                                 | B15            | B20            | B25            | B30            | B35            | B40            | B45            | B50            | B55            | B60            |
| Сжатие осевое (призм. прочность) $R_b, R_{b,ser}$ | 7,5<br>(76,5)                                                                                                                                                                                                                                       | 11,0<br>(112)  | 15,0<br>(153)  | 18,5<br>(188)  | 22,0<br>(224)  | 25,5<br>(260)  | 29,0<br>(296)  | 32,0<br>(326)  | 36,0<br>(367)  | 39,5<br>(403)  | 43,0<br>(438)  |
| Растяжение осевое $R_{bt,n}, R_{bt,ser}$          | 0,85<br>(8,7)                                                                                                                                                                                                                                       | 1,10<br>(11,2) | 1,35<br>(13,8) | 1,55<br>(15,8) | 1,75<br>(17,8) | 1,95<br>(19,9) | 2,10<br>(21,4) | 2,25<br>(22,9) | 2,45<br>(25,0) | 2,60<br>(26,5) | 2,75<br>(28,0) |

### Расчетные значения сопротивления бетона

| Вид сопротивления                      | Расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний первой группы $R_b$ и $R_{bt}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), при классе бетона по прочности на сжатие    |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                |                |                |                |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                        | B10                                                                                                                                                                       | B15              | B20              | B25              | B30              | B35              | B40              | B45            | B50            | B55            | B60            |
| Сжатие осевое (призм. прочность) $R_b$ | 6,0<br>(61,2)                                                                                                                                                             | 8,5<br>(86,6)    | 11,5<br>(117)    | 14,5<br>(148)    | 17,0<br>(173)    | 19,5<br>(199)    | 22,0<br>(224)    | 25,0<br>(255)  | 27,5<br>(280)  | 30,0<br>(306)  | 33,0<br>(336)  |
| Растяжение осевое $R_{bt}$             | 0,56<br>(5,7)                                                                                                                                                             | 0,75<br>(7,6)    | 0,90<br>(9,2)    | 1,05<br>(10,7)   | 1,15<br>(11,7)   | 1,30<br>(13,3)   | 1,40<br>(14,3)   | 1,50<br>(15,3) | 1,60<br>(16,3) | 1,70<br>(17,3) | 1,80<br>(18,3) |
| Вид сопротивления                      | Расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний первой группы $R_{bt}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), при классе бетона по прочности на осевое растяжение |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                |                |                |                |
|                                        | B <sub>0,8</sub>                                                                                                                                                          | B <sub>1,2</sub> | B <sub>1,6</sub> | B <sub>2,0</sub> | B <sub>2,4</sub> | B <sub>2,8</sub> | B <sub>3,2</sub> |                |                |                |                |
| Растяжение осевое $R_{bt}$             | 0,62<br>(6,3)                                                                                                                                                             | 0,93<br>(9,5)    | 1,25<br>(12,7)   | 1,55<br>(15,8)   | 1,85<br>(18,9)   | 2,15<br>(21,9)   | 2,45<br>(25,0)   |                |                |                |                |

### Значения начального модуля упругости бетона

| Значения начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^{-3}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), при классе бетона по прочности на сжатие                                  |               |                                                                               |               |               |               |               |               |               |               |               |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----|-----|
| B10                                                                                                                                                                                             | B15           | B20                                                                           | B25           | B30           | B35           | B40           | B45           | B50           | B55           | B60           |     |     |
| 19,0<br>(194)                                                                                                                                                                                   | 24,0<br>(245) | 27,5<br>(280)                                                                 | 30,0<br>(306) | 32,5<br>(331) | 34,5<br>(352) | 36,0<br>(367) | 37,0<br>(377) | 38,0<br>(387) | 39,0<br>(398) | 39,5<br>(403) |     |     |
| При продолжительном действии нагрузки значение начального модуля деформации бетона определяют по формуле $E_{b,t} = E_b / (1 + \varphi_{b,cr})$ , где $\varphi_{b,cr}$ – коэффициент ползучести |               |                                                                               |               |               |               |               |               |               |               |               |     |     |
| Относительная влажность воздуха окружающей среды %                                                                                                                                              |               | Значения коэффициента ползучести $\varphi_{b,cr}$ при классе бетона на сжатие |               |               |               |               |               |               |               |               |     |     |
|                                                                                                                                                                                                 |               | B10                                                                           | B15           | B20           | B25           | B30           | B35           | B40           | B45           | B50           | B55 | B60 |
| выше 75 (повышенная)                                                                                                                                                                            |               | 2,8                                                                           | 2,4           | 2,0           | 1,8           | 1,6           | 1,5           | 1,4           | 1,3           | 1,2           | 1,1 | 1,0 |
| 40-75 (нормальная)                                                                                                                                                                              |               | 3,9                                                                           | 3,4           | 2,8           | 2,5           | 2,3           | 2,1           | 1,9           | 1,8           | 1,6           | 1,5 | 1,4 |
| ниже 40 (пониженная)                                                                                                                                                                            |               | 5,6                                                                           | 4,8           | 4,0           | 3,6           | 3,2           | 3,0           | 2,8           | 2,6           | 2,4           | 2,2 | 2,0 |
| Примечание. Относительную влажность воздуха окружающей среды принимают по СНиП 23-01-99 как среднюю месячную относительную влажность наиболее теплого месяца для района строительства.          |               |                                                                               |               |               |               |               |               |               |               |               |     |     |
| Значения коэффициента поперечной деформации бетона (коэффициент Пуассона) допускается принимать $\nu_{b,p} = 0.2$ , а модуль сдвига бетона $G = 0.4E_b$                                         |               |                                                                               |               |               |               |               |               |               |               |               |     |     |
| Значения коэффициента линейной температурной деформации бетона при изменении температур от минус 40 до плюс 50°C принимают $\alpha_{b,t} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$ .           |               |                                                                               |               |               |               |               |               |               |               |               |     |     |



### 3. НОРМАТИВНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АРМАТУРЫ

#### Нормативные значения сопротивления растяжению

| Арматура классов | Номинальный диаметр арм., мм | Норм. знач. сопрот. растяж-ию $R_s$ , н и расч.знач. сопрот. растяж. для предельных состояний 2 гр. $R_{s, ser}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |
|------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A240             | 6-40                         | 240(2450)                                                                                                                                     |
| A300             | 10-40                        | 300(3050)                                                                                                                                     |
| A400             | 6-40                         | 400(4050)                                                                                                                                     |
| A500             | 6-40                         | 500(5100)                                                                                                                                     |
| A540             | 20-40                        | 540(5500)                                                                                                                                     |
| A600             | 10-40                        | 600(6100)                                                                                                                                     |
| A800             | 10-40                        | 800 (8150)                                                                                                                                    |
| A1000            | 10-40                        | 1000(10200)                                                                                                                                   |
| B500             | 3-12                         | 500(5100)                                                                                                                                     |
| Bp1200           | 8                            | 1200 (12200)                                                                                                                                  |
| Bp1300           | 7                            | 1300(13200)                                                                                                                                   |
| Bp1400           | 4; 5; 6                      | 1400(14300)                                                                                                                                   |
| Bp1500           | 3                            | 1500(15300)                                                                                                                                   |
| K1400 (K-7)      | 15                           | 1400(14300)                                                                                                                                   |
| K1500 (K-7)      | 6; 9; 12                     | 1500(15300)                                                                                                                                   |
| K1500 (K-19)     | 14                           | 1500(15300)                                                                                                                                   |

#### Расчетные значения сопротивления арматуры

| Арматура классов | Расч. знач. сопрот-ния арм. для пред. состояний 1-й гр., МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                 | Арматура классов | Расч. знач. сопротивления арм. для пред. состояний 1-й гр., МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                 |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                  | растяжению $R_s$                                                                    | сжатию $R_{sc}$ |                  | растяжению $R_s$                                                                       | сжатию $R_{sc}$ |
| A240             | 215 (2200)                                                                          | 215 (2200)      | B500             | 415 (4250)                                                                             | 360 (3650)      |
| A300             | 270 (2750)                                                                          | 270 (2750)      | Bp1200           | 1000 (10200)                                                                           | 400 (4100)      |
| A400             | 355 (3600)                                                                          | 355 (3600)      | Bp1300           | 1070 10900)                                                                            | -«-             |
| A500             | 435 (4450)                                                                          | 400 (4100)      | Bp1400           | 1170 (11900)                                                                           | -«-             |
| A540             | 450 (4600)*                                                                         | 200 (2000)      | Bp1500           | 1250 (12750)                                                                           | -«-             |
| A600             | 520 (5300)                                                                          | 400 (4100)      | K1400            | 1170 (11900)                                                                           | -«-             |
| A800             | 695 (7050)                                                                          | -«-             | K1500            | 1250 (12750)                                                                           | -«-             |
| A1000            | 830 (8450)                                                                          | -«-             |                  |                                                                                        |                 |

\* Если при упрочнении вытяжкой арматуры класса A540 контролируется удлинение и напряжение арматуры, расчетное сопротивление растяжению  $R_s$  допускается принимать равным 490 МПа (5000кгс/см<sup>2</sup>)

#### Значения коэффициента надежности $\gamma_s$

| Кл. арм.    | A240                                       | A300 | A400 | A500 | A600 | A800 | A540 | A1000 | B500 | Bp1200 | Bp1500 | K1400 | K1500 |
|-------------|--------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|--------|-------|-------|
| Пр.сост.1г. | 1.1                                        | 1.1  | 1.1  | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.2  | 1.2   | 1.2  | 1.2    | 1.2    | 1.2   | 1.2   |
| Пр.сост.2г. | Для всех классов арматуру $\gamma_s = 1.0$ |      |      |      |      |      |      |       |      |        |        |       |       |

#### Расчетное сопротивление растяжению ненапрягаемой поперечной арматуры

| Класс арматуры                                                                    | A240          | A300          | A400          | A500          | B500          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Расчетное сопротивление поперечной арматуры $R_{sw}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | 170<br>(1730) | 215<br>(2190) | 285<br>(2900) | 300<br>(3060) | 300<br>(3060) |

Значение модуля упругости арматуры всех видов, кроме канатной, принимается равным  $E_s = 200000$  МПа (2000000 кгс/см<sup>2</sup>), а для канатной арматуры классов K1400 и K1500 -  $E_s = 180000$  МПа (1800000 кгс/см<sup>2</sup>).

### 4. АНКЕРОВКА АРМАТУРЫ, СОЕДИНЕНИЕ АРМАТУРЫ, ГНУТЫЕ СТЕРЖНИ

#### Базовая (основная) длина анкеровки

|                                                          |                                                                           |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| $l_{0,an} =$<br>$(R_s \cdot A_s) / (R_{bond} \cdot u_s)$ | $R_s$ – расчетное сопротивление арматуры                                  | $\eta_1 = 2.5$ г. и тер. упроч. арм. пер. пр.                                        |
|                                                          | $A_s$ – площадь сечения анкеруемого стержня арматуры                      | $\eta_1 = 2.2$ – арм. канаты кл.А $d_s \geq 9$ мм                                    |
|                                                          | $u_s$ – периметр сечения анкеруемого стержня арм.                         | $\eta_1 = 2.0$ – холоднодефор.арм.кл.В500                                            |
|                                                          | $R_{bond} = \eta_1 \eta_2 R_{bt}$ – расчет. сопрот. сцепления арм. с бет. | $\eta_1 = 1.8$ – холоднодеф.арм.кл.Вр $d_s \geq 4$                                   |
|                                                          | $R_{bt}$ – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению              | $\eta_1 = 1.7$ – холоднодеф.арм.кл.Вр $d_s = 3$ мм и арм. канаты кл. К, $d_s = 6$ мм |
|                                                          | $\eta_1$ – коэф., учит-щий влияние вида поверхности арм.                  | $\eta_1 = 1.5$ гладкая арм. класса A240                                              |
|                                                          | $\eta_2$ – коэф., учит-щий влияние размера диаметра арм.                  | $\eta_2 = 1.0$ при $d_s \leq 32$ ; 0.9 при $d_s = 36, 40$                            |

## Анкеровка арматуры

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |              |     |     |     |     |        |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $l_{an} = \text{MAX}(\alpha * l_{0,an} * A_{s,cal} / A_{s,ef}, 0.3 * \alpha * l_{0,an}, 15 * d_s, 200)$ [мм] или<br>$l_{an} = \text{MAX}(d_s * \lambda_{an}^{от} * A_{s,cal} / A_{s,ef}, 0.3 * d_s * \lambda_{an}^{от}, 15 * d_s, 200)$ [мм]<br>$A_{s,cal}$ - площадь поперечного сечения арматуры требуемая по расчету<br>$A_{s,ef}$ - площадь поперечного сечения арм. фактически установленная<br>$\lambda_{an}^{от}$ - относительная длина анкеровки |                   | $\alpha$     |     |     |     |     |        |     |     |     |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   | Растяжение   |     |     |     |     | Сжатие |     |     |     |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   | 1            |     |     |     |     | 0.75   |     |     |     |     |     |
| Относительная длина анкеровки $\lambda_{an}^{от} = \text{MAX}(\alpha * l_{0,an} / d_s, 15)$ для $d_s \leq 32$ ( $\eta_2=1.0$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |              |     |     |     |     |        |     |     |     |     |     |
| Класс<br>арм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Коэф.<br>$\alpha$ | Класс бетона |     |     |     |     |        |     |     |     |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   | B10          | B15 | B20 | B25 | B30 | B35    | B40 | B45 | B50 | B55 | B60 |
| A240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.0               | 64           | 48  | 40  | 34  | 31  | 28     | 26  | 24  | 22  | 21  | 20  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.75              | 48           | 36  | 36  | 26  | 23  | 21     | 19  | 18  | 17  | 16  | 15  |
| A300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.0               | 48           | 36  | 30  | 26  | 23  | 21     | 19  | 18  | 17  | 16  | 15  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.75              | 36           | 27  | 23  | 19  | 18  | 16     | 15  | 15  | 15  | 15  | 15  |
| A400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.0               | 63           | 47  | 39  | 34  | 31  | 27     | 25  | 24  | 22  | 21  | 20  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.75              | 48           | 36  | 30  | 25  | 23  | 20     | 19  | 18  | 17  | 16  | 15  |
| A500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.0               | 78           | 58  | 48  | 41  | 38  | 33     | 31  | 29  | 27  | 26  | 24  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.75              | 58           | 44  | 36  | 31  | 28  | 25     | 23  | 22  | 20  | 19  | 18  |
| B500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.0               | 93           | 69  | 58  | 49  | 45  | 40     | 37  | 35  | 32  | 31  | 29  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.75              | 69           | 52  | 43  | 37  | 34  | 30     | 28  | 26  | 24  | 23  | 22  |
| Прим. При расчете с учетом только постоян. и длителън. нагрузок значения $\lambda_{an}^{от}$ следует делить на $\gamma_b=0.9$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |              |     |     |     |     |        |     |     |     |     |     |

Прим. При расчете с учетом только постоянн. и длител. нагрузок значения  $\lambda_{an}^{от}$  следует делить на  $\gamma_{bl}=0,9$

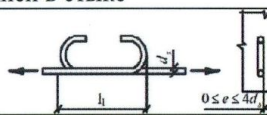
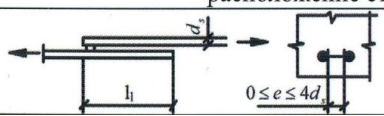
## Соединение арматуры – длина перепуска (нахлестки)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |              |     |     |     |     |     |            |            |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|------------|-----|-----|-----|
| $l_l = \text{MAX}(\alpha * l_{0,\text{an}} * A_{s,\text{cal}} / A_{s,\text{ef}}, 0.4 * \alpha * l_{0,\text{an}}, 20 * d_s, 250)$ [мм] или<br>$l_l = \text{MAX}(d_s * \lambda_l^{\text{от}} * A_{s,\text{cal}} / A_{s,\text{ef}}, 0.4 * d_s * \lambda_l^{\text{от}}, 20 * d_s, 250)$ [мм]<br>$\lambda_l^{\text{от}}$ - относительная длина перепуска |                   |              |     |     |     |     |     | $\alpha$   |            |     |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |              |     |     |     |     |     | Растяжение | Растяжение |     |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |              |     |     |     |     |     | 1.2        | 1.2        |     |     |     |
| Относительная длина перепуска $\lambda_l^{\text{от}} = \text{MAX}(\alpha * l_{0,\text{an}} / d_s, 20)$ для $d_s \leq 32$ ( $\eta_2=1.0$ )                                                                                                                                                                                                           |                   |              |     |     |     |     |     |            |            |     |     |     |
| Класс<br>арм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Коэф.<br>$\alpha$ | Класс бетона |     |     |     |     |     |            |            |     |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   | B10          | B15 | B20 | B25 | B30 | B35 | B40        | B45        | B50 | B55 | B60 |
| A240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.2               | 77           | 58  | 48  | 41  | 37  | 34  | 31         | 29         | 26  | 25  | 24  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.9               | 58           | 43  | 36  | 31  | 28  | 25  | 23         | 22         | 20  | 20  | 20  |
| A300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.2               | 58           | 43  | 36  | 31  | 28  | 25  | 23         | 21         | 20  | 20  | 20  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.9               | 43           | 32  | 27  | 23  | 21  | 20  | 20         | 20         | 20  | 20  | 20  |
| A400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.2               | 76           | 56  | 47  | 41  | 37  | 32  | 30         | 29         | 26  | 25  | 24  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.9               | 57           | 42  | 35  | 31  | 28  | 24  | 23         | 22         | 20  | 20  | 20  |
| A500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.2               | 94           | 70  | 58  | 49  | 46  | 40  | 37         | 35         | 32  | 31  | 29  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.9               | 70           | 52  | 43  | 37  | 34  | 30  | 28         | 26         | 24  | 23  | 22  |
| B500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1.2               | 112          | 83  | 70  | 59  | 54  | 48  | 44         | 42         | 38  | 37  | 35  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.9               | 84           | 62  | 52  | 44  | 41  | 36  | 33         | 32         | 29  | 28  | 26  |

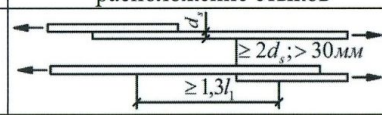
Прим. При расчете с учетом только постоян. и длительн. нагрузок значения  $\lambda_l^{\text{от}}$  следует делить на  $\gamma_{\text{б}}=0,9$

Расположение стержней, стыкуемых внахлестку, и самих стыков

расположение стержней в стыке

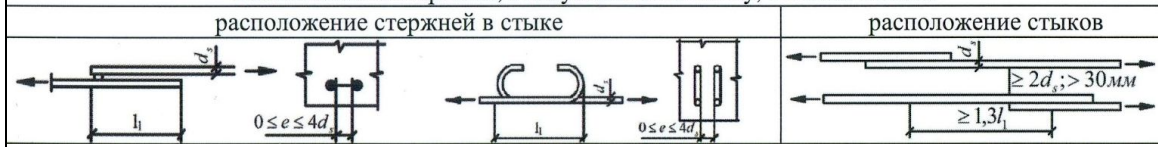


расположение стыков



Прим. При расчете с учетом только постоянн. и длител. нагрузок значения  $\lambda_l^{от}$  следует делить на  $\gamma_{bl}=0,9$

Расположение стержней, стыкуемых внахлестку, и самих стыков



## Гнутые стержни (отгибы, загибы концов стержней) – диаметр оправки

| Гладкие стержни  |                      | Гладкие стержни  |                      |
|------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| $d_s < 20$ мм    | $d_{оп} = 2.5 * d_s$ | $d_s < 20$ мм    | $d_{оп} = 2.5 * d_s$ |
| $d_s \geq 20$ мм | $d_{оп} = 2.5 * d_s$ | $d_s \geq 20$ мм | $d_{оп} = 2.5 * d_s$ |

## 5. СЕЧЕНИЯ АРМАТУРЫ

Расчетная площадь поперечного сечения распределенной стержн. арм.  $A_{sp}$  [см<sup>2</sup>/м]

| Шаг [см] | Диаметр $d_s$ [мм] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | Кол. на 1 м |
|----------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------|
|          | 6                  | 8     | 10    | 12    | 14    | 16    | 18    | 20    | 22    | 25    | 28     |             |
| 5.0      | 5.65               | 10.05 | 15.71 | 22.62 | 30.79 | 40.21 | 50.9  | 62.83 | 76.02 | 98.17 | -      | 20          |
| 6.0      | 4.71               | 8.38  | 13.09 | 18.85 | 25.66 | 33.51 | 42.42 | 52.36 | 63.35 | 81.81 | 102.63 | 16.67       |
| 7.0      | 4.04               | 7.18  | 11.22 | 16.16 | 21.99 | 28.72 | 36.36 | 44.88 | 54.3  | 70.12 | 87.96  | 14.29       |



**Расчетная площадь поперечного сечения распределенной стержн. арм.  $A_{sp}$  [см<sup>2</sup>/м]**

| Шаг<br>[см] | Диаметр $d_s$ [мм] |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Кол.<br>на 1 м |
|-------------|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
|             | 6                  | 8    | 10    | 12    | 14    | 16    | 18    | 20    | 22    | 25    | 28    |                |
| 7.5         | 3.77               | 6.70 | 10.47 | 15.08 | 20.53 | 26.81 | 33.9  | 41.89 | 50.68 | 65.45 | 82.10 | 13.33          |
| 8.0         | 3.53               | 6.28 | 9.82  | 14.14 | 19.24 | 25.13 | 31.81 | 39.27 | 47.51 | 61.36 | 76.97 | 12.50          |
| 9.0         | 3.14               | 5.59 | 8.73  | 12.57 | 17.10 | 22.34 | 28.28 | 34.91 | 42.23 | 54.54 | 68.42 | 11.11          |
| 10.0        | 2.83               | 5.03 | 7.85  | 11.31 | 15.39 | 20.11 | 25.45 | 31.42 | 38.01 | 49.09 | 61.58 | 10             |
| 12.5        | 2.26               | 4.02 | 6.28  | 9.05  | 12.32 | 16.08 | 20.36 | 25.13 | 30.41 | 39.27 | 49.26 | 8              |
| 15.0        | 1.88               | 3.35 | 5.24  | 7.54  | 10.26 | 13.40 | 16.97 | 20.94 | 25.34 | 32.72 | 41.05 | 6.67           |
| 20.0        | 1.41               | 2.51 | 3.93  | 5.65  | 7.70  | 10.05 | 12.73 | 15.71 | 19.01 | 24.54 | 30.79 | 5              |
| 25.0        | 1.13               | 2.01 | 3.14  | 4.52  | 6.16  | 8.04  | 10.18 | 12.57 | 15.20 | 19.63 | 24.63 | 4              |
| 30.0        | 0.94               | 1.68 | 2.62  | 3.77  | 5.13  | 6.70  | 8.48  | 10.47 | 12.67 | 16.36 | 20.53 | 3.33           |

**Расчетная площадь поперечного сечения стержневой арматуры  $A_s$  [мм<sup>2</sup>]**

| Ном.д.<br>[мм] | Количество стержней |      |      |      |      |       |       |       |       | Теоретическая<br>масса 1м, [кг] |
|----------------|---------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------|
|                | 1                   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     |                                 |
| 3              | 7,1                 | 14,1 | 21,2 | 28,3 | 35,3 | 42,4  | 49,5  | 56,5  | 63,6  | 0,052                           |
| 4              | 12,6                | 25,1 | 37,7 | 50,2 | 62,8 | 75,4  | 87,9  | 100,5 | 113   | 0,092                           |
| 5              | 19,6                | 39,3 | 58,9 | 78,5 | 98,2 | 117,8 | 137,5 | 157,1 | 176,7 | 0,144                           |
| 6              | 28,3                | 57   | 85   | 113  | 141  | 170   | 198   | 226   | 254   | 0,222                           |
| 8              | 50,3                | 101  | 151  | 201  | 251  | 302   | 352   | 402   | 453   | 0,395                           |
| 10             | 78,5                | 157  | 236  | 314  | 393  | 471   | 550   | 628   | 707   | 0,617                           |
| 12             | 113,1               | 226  | 339  | 452  | 565  | 679   | 792   | 905   | 1018  | 0,888                           |
| 14             | 153,9               | 308  | 462  | 616  | 769  | 923   | 1077  | 1231  | 1385  | 1,208                           |
| 16             | 201,1               | 402  | 603  | 804  | 1005 | 1206  | 1407  | 1608  | 1810  | 1,578                           |
| 18             | 254,5               | 509  | 763  | 1018 | 1272 | 1527  | 1781  | 2036  | 2290  | 1,998                           |
| 20             | 314,2               | 628  | 942  | 1256 | 1571 | 1885  | 2199  | 2513  | 2827  | 2,466                           |
| 22             | 380,1               | 760  | 1140 | 1520 | 1900 | 2281  | 2661  | 3041  | 3421  | 2,984                           |
| 25             | 490,9               | 982  | 1473 | 1963 | 2454 | 2945  | 3436  | 3927  | 4418  | 3,84                            |
| 28             | 615,8               | 1232 | 1847 | 2463 | 3079 | 3695  | 4310  | 4926  | 5542  | 4,83                            |
| 32             | 804,3               | 1609 | 2413 | 3217 | 4021 | 4826  | 5630  | 6434  | 7238  | 6,31                            |
| 36             | 1017,9              | 2036 | 3054 | 4072 | 5089 | 6107  | 7125  | 8143  | 9161  | 7,99                            |
| 40             | 1256,6              | 2513 | 3770 | 5027 | 6283 | 7540  | 8796  | 10053 | 11310 | 9,865                           |

**6. МАКСИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО СТЕРЖНЕЙ В ОДНОМ РЯДУ БАЛКИ**

| Ширина<br>$b$ [см] | Диаметр $d_s$ [мм] |      |      |      |     |      |      |    |     |    |       |     |
|--------------------|--------------------|------|------|------|-----|------|------|----|-----|----|-------|-----|
|                    | 10                 | 12   | 14   | 16   | 18  | 20   | 22   | 25 | 28  | 32 | 36    | 40  |
| 10                 | 2                  | 2    | 2    | 2    | 1   | 1    | 1    | 1  | 1   | -  | -     | -   |
| 15                 | 3                  | 3    | 3    | 3    | 3   | (3)  | 2    | 2  | 2   | 1  | 1     | 1   |
| 20                 | 5                  | (5)  | 4    | 4    | 4   | 4    | 3    | 3  | (3) | 2  | 2     | 1   |
| 25                 | 6                  | 6    | (6)  | 5    | 5   | 5    | 4    | 4  | 3   | 3  | 2     | 2   |
| 30                 | 8                  | 7    | 7    | (7)  | 6   | 6    | (6)  | 5  | 4   | 4  | 3     | 3   |
| 35                 | 9                  | 9    | 8    | 8    | 7   | 7    | 7    | 6  | 5   | 4  | 4     | 3   |
| 40                 | (11)               | 10   | (10) | 9    | (9) | 8    | 8    | 7  | 6   | 5  | (5)   | 4   |
| 45                 | 12                 | 11   | 11   | 10   | 10  | 9    | 9    | 8  | 7   | 6  | 5     | 5   |
| 50                 | (14)               | 13   | 12   | (12) | 11  | 10   | 10   | 9  | 8   | 7  | 6     | 5   |
| 55                 | 15                 | 14   | 13   | 13   | 12  | (12) | 11   | 10 | 9   | 8  | 7     | 6   |
| 60                 | (17)               | (16) | (15) | 14   | 13  | (13) | 12   | 11 | 10  | 8  | 7     | (7) |
| Хомут $d_{sw}$     | 6 мм               |      |      |      |     |      | 8 мм |    |     |    | 10 мм |     |

$c = \text{MIN}(d_s, 20)$  мм - толщина защ. слоя для прод. арм.  $a = \text{MIN}(d_s, 25)$  мм – мин. расст. в свету между стержнями  
Значения, отмеченные ( ), приводят к уменьшению мин. расст. в свету между стержнями не более чем на 4%

**7. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ**

**Геометрические размеры конструкций**

|                                                                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Размеры сечений внецентренно сжатых элементов для обеспечения их жесткости рекомендуется принимать такими, чтобы их гибкость $I_0 / i$ в любом направлении не превышала: | $I_0 / i$ |
| - для железобетонных элементов                                                                                                                                           | 200       |
| - для колонн, являющихся элементами зданий                                                                                                                               | 120       |
| - для бетонных элементов                                                                                                                                                 | 90        |

### Минимальные значения толщины защитного слоя бетона рабочей арматуры

| Условия эксплуатации конструкций зданий                                                                                                                | Толщина защит. слоя бетона, мм, не менее |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| В закрытых помещениях при нормальной и пониженной влажности                                                                                            | 20                                       |
| В закрытых помещениях при повышенной влажности (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)                                                    | 25                                       |
| На открытом воздухе (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)                                                                               | 30                                       |
| В грунте (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий), в фундаментах при наличии бетонной подготовки                                           | 40                                       |
| В монолитных фундаментах при отсутствии бетонной подготовки                                                                                            | 70                                       |
| Для сборных элементов указанные минимальные значения толщины защитного слоя бетона рабочей арматуры уменьшают на 5 мм.                                 |                                          |
| Для конструктивной арматуры минимальные значения толщины защитного слоя бетона принимают на 5 мм меньше по сравнению с требуемыми для рабочей арматуры |                                          |
| Во всех случаях толщину защит. слоя бетона следует также принимать не менее диам. стержня арматуры                                                     |                                          |

### Минимальные расстояния между стержнями арматуры [мм]

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| - при горизонтальном или наклонном положении стержней при бетонировании для нижней арматуры, расположенной в один или два ряда                                   | 25 |
| - то же, для верхней арматуры                                                                                                                                    | 30 |
| - то же, при расположении нижней арматуры более чем в два ряда (кроме стержней двух нижних рядов), а также при вертикальном положении стержней при бетонировании | 50 |
| Во всех случаях минимальное расстояние между стержнями следует также принимать не менее наибольшего диаметра стержня                                             |    |

### Максимальные расстояния между осями стержней продольной арматуры [мм]

|                                    |                                                  |                |
|------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|
| в железобетонных балках и плитах   | при высоте поперечного сечения $h \leq 150$ мм   | 200            |
|                                    | при высоте поперечного сечения $h > 150$ мм      | MIN(1.5h, 400) |
| в железобетонных колоннах          | в направлении, перпендикулярном плоскости изгиба | 400            |
|                                    | в направлении плоскости изгиба                   | 500            |
| в железобетонных стенах толщиной t | вертикальная арматура                            | MIN(2t, 400)   |
|                                    | горизонтальная арматура                          | 400            |

## 8. АРМАТУРНЫЕ СЕТКИ

### Параметры сеток [мм] – ГОСТ 23279-85 Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий

| Вид сетки | Тип сетки                                                                          | Ширина сетки   | Длина сетки                         | Диаметр прод. попер. | Расст-ние между стержнями (в осях)       |                                                                  | Размеры выпусков стержней                           |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------|
|           |                                                                                    |                |                                     |                      | прод-ых                                  | попер-ых                                                         | попер-ых                                            | прод-ых   |
| Тяжелые   | 1 - с рабочей арм. в прод-ном напр-нии, диам. которой больше диам. распредел. арм. | От 650 до 3050 | От 850 до 9000                      | $\frac{12-40}{6-16}$ | 200*                                     | 600**                                                            | 25                                                  | Кратно 25 |
|           | 2 - с рабочей арматурой в обоих направлениях                                       |                | От 850 до 5950                      | $\frac{12-25}{6-16}$ | 200                                      | 200                                                              | Кратно 25                                           |           |
|           | 3 - с рабочей арм в попер-ном напр-нии, диам. которой больше диам. распредел. арм. | От 850 до 3050 | От 850 до 6250                      | $\frac{6-16}{12-25}$ | 200<br>400                               | 200*                                                             |                                                     |           |
| Легкие    | 4 - с поперечными стержнями на всю ширину сетки                                    | От 650 до 3800 | От 850 до 9000 или до длины рулона  | $\frac{3-10}{3-10}$  | 100<br>(150)<br>200<br>300<br>400<br>500 | 100<br>(75)<br>150<br>(125)<br>200<br>(175)<br>250<br>300<br>400 | 25***<br><br>(расшифровку звездочек см. на обороте) |           |
|           | 5 - со смещенными поперечными стержнями                                            |                | От 3950 до 9000 или до длины рулона | $\frac{3-5}{5-10}$   |                                          |                                                                  |                                                     |           |



## 9. РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ДЕЙСТВИЕ ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ

### Прямоугольные, тавровые и двутавровые сечения

| Сечение элемента | Проверка прочности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Подбор арматуры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | <p>Из табл. определяем <math>\xi_R</math> и <math>\alpha_R</math></p> $\xi = (R_s A_s - R_{sc} A'_s) / (R_b b h_0)$ <p>Если <math>\xi \leq \xi_R</math>, из табл. опред. <math>\alpha_m</math></p> $M \leq \alpha_m R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$ <p>Если <math>\xi &gt; \xi_R</math>,</p> $M \leq \alpha_R R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$                                                                                                                                                               | <p>Из табл. определяем <math>\xi_R</math> и <math>\alpha_R</math></p> $\alpha_m = M / (R_b b h_0^2)$ <p>Если <math>\alpha_m \leq \alpha_R</math>, сжатая арматура не требуется.</p> <p>Для вычисленного <math>\alpha_m</math> из табл. определяем <math>\zeta</math></p> $A_s = M / (\zeta R_s h_0)$ <p>Если <math>\alpha_m &gt; \alpha_R</math>, требуется увеличить сечение или повысить класс бетона, или установить сжатую арматуру</p> $A'_s = (M - \alpha_R R_b b h_0^2) / (R_{sc} (h_0 - a'))$ $A_s = \xi_R R_b b h_0 / R_s + A'_s$ |
|                  | <p>Если граница сжатой зоны проходит в полке, т.е. <b>соблюдается</b> условие</p> $R_s A_s \leq R_b b'_f h'_f + R_{sc} A'_s$ <p>расчет производят как для прямоугольного сечения шириной <math>b'_f</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Если <math>h'_f &gt; \xi_R h_0</math>, площадь сечения сжатой арматуры определяют как для прямоугольного сечения шириной <math>b = b'_f</math>.</p> <p>Если граница сжатой зоны проходит в полке, т.е. <b>соблюдается</b> условие</p> $M \leq R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5 h'_f) + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$ <p>площадь сечения растянутой арматуры определяют как для прямоугольного сечения шириной <math>b'_f</math>.</p>                                                                                                                  |
|                  | <p>Если граница сжатой зоны проходит в ребре, т.е. <b>не соблюдается</b> условие</p> $R_s A_s \leq R_b b'_f h'_f + R_{sc} A'_s$ $\xi = (R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_b (b'_f - b) h'_f) / (R_b b h_0)$ <p>Если <math>\xi \leq \xi_R</math>, из табл. опред. <math>\alpha_m</math></p> $M \leq \alpha_m R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a') + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f)$ <p>Если <math>\xi &gt; \xi_R</math>,</p> $M \leq \alpha_R R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a') + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f)$ | <p>Если <math>h'_f \leq \xi_R h_0</math>,</p> $A'_s = (M - \alpha_R R_b b h_0^2 - R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f)) / (R_{sc} (h_0 - a'))$ <p>Если граница сжатой зоны проходит в ребре, т.е. <b>не соблюдается</b> условие</p> $M \leq R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5 h'_f) + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$ $\alpha_m = (M - R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f) - R_{sc} A'_s (h_0 - a')) / (R_{sc} (h_0 - a'))$ $A_s = (R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2 \alpha_m}) + R_b (b'_f - b) h'_f + R_{sc} A'_s) / R_s$                                      |

### Граничная относительная высота сжатой зоны $\xi_R$ и коэффициента $\alpha_R$

| Класс арматуры                     | A240  | A300  | A400  | A500  | B500  |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\xi_R = 0,8 / (1 + R_s / 700)$    | 0,612 | 0,577 | 0,531 | 0,493 | 0,502 |
| $\alpha_R = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R)$ | 0,425 | 0,411 | 0,390 | 0,372 | 0,376 |

### Значения $\xi$ , $\zeta$ и $\alpha_m$

| $\xi = x/h_0$ | $\zeta = 1 - 0,5 \xi$ | $\alpha_m = \xi^* / (1 - 0,5 \xi)$ | $\xi$ | $\zeta = 1 - 0,5 \xi$ | $\alpha_m = \xi^* / (1 - 0,5 \xi)$ | $\xi$ | $\zeta = 1 - 0,5 \xi$ | $\alpha_m = \xi^* / (1 - 0,5 \xi)$ |
|---------------|-----------------------|------------------------------------|-------|-----------------------|------------------------------------|-------|-----------------------|------------------------------------|
| 0,01          | 0,995                 | 0,01                               | 0,25  | 0,875                 | 0,219                              | 0,49  | 0,755                 | 0,370                              |
| 0,02          | 0,99                  | 0,02                               | 0,26  | 0,87                  | 0,226                              | 0,50  | 0,75                  | 0,375                              |
| 0,03          | 0,985                 | 0,03                               | 0,27  | 0,865                 | 0,235                              | 0,51  | 0,745                 | 0,380                              |



### Параметры сеток (окончание таблицы)

|                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Допускается применение шага стержней 100 и 300 мм в сетках по утвержденной до 1 января 1985 г. типовой проектной документации на железобетонные конструкции                                              |
| ** Допускается применение шага стержней 300 мм в сетках по утвержденной до 1 января 1985 г. типовой проектной документации на железобетонные конструкции                                                   |
| *** В легких сетках, размеры выпусков прод. стержней допускается принимать от 30 до 200 мм кратно 5 мм, а размеры выпусков попер. стержней - равными 15, 20 и 30 мм, а также от 25 до 100 мм кратно 25 мм. |

### Параметры выпускаемых сеток

| Компания "Орметиз" (г.Орел)                                                                                                                                                                                                                                                         |            |             |            |                                      |            |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|------------|--------------------------------------|------------|--------------------------|
| Сетки рулонные с продольными и поперечными стержнями изготавливают из низкоуглеродистой арматурной проволоки класса Вр-1 по ГОСТ 6727- 80 диаметрами 3,0; 4,0; 5,0 мм. Сетки поставляются в рулонах или картах. Максимальная ширина сетки по концам выступающих проволок – 1580 мм. |            |             |            |                                      |            |                          |
| Размер ячеек по осям, мм                                                                                                                                                                                                                                                            |            | Диаметр, мм |            | A <sub>сп</sub> [см <sup>2</sup> /м] |            | Вес 1м <sup>2</sup> , кг |
| продольные                                                                                                                                                                                                                                                                          | поперечные | продольные  | поперечные | продольные                           | поперечные |                          |
| 192                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 96         | 4,0         | 3,0        | 0.66                                 | 0.74       | 1,13                     |
| 96                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 96         | 4,0         | 4,0        | 1.31                                 | 1.31       | 2,17                     |
| 192                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 96         | 4,0         | 4,0        | 0.66                                 | 1.31       | 1,68                     |
| 96                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 96         | 4,0         | 3,0        | 1.31                                 | 0.74       | 1,55                     |
| 96                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 96         | 5,0         | 5,0        | 2.04                                 | 2.04       | 3,39                     |
| 192                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 96         | 5,0         | 5,0        | 1.02                                 | 2.04       | 2,62                     |
| 192                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 200        | 5,0         | 5,0        | 1.02                                 | 0.98       | 1,85                     |
| 192                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 150        | 4,0         | 4,0        | 0.66                                 | 0.84       | 1,35                     |
| 48                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 48         | 4,0         | 4,0        | 2.63                                 | 2.63       | 4,30                     |
| 48                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 48         | 3,0         | 3,0        | 1.48                                 | 1.48       | 2,40                     |
| 96                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 96         | 3,0         | 3,0        | 0.74                                 | 0.74       | 1,27                     |
| 48                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 96         | 3,0         | 3,0        | 1.48                                 | 0.74       | 1,84                     |
| 48                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 96         | 4,0         | 4,0        | 2.63                                 | 1.31       | 3,28                     |
| 192                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 96         | 3,0         | 3,0        | 0.37                                 | 0.74       | 0,97                     |

### Группа компаний «Акти»

Компания поставляет и продает сетку в картах шириной 0.25 - 2.5 м, длиной 1 – 6 м, а также в рулонах.

| Разм. яч.,мм | Марка пров.(арм.) | Диам., мм | A <sub>сп</sub> [см <sup>2</sup> /м] | Вес 1м <sup>2</sup> , кг | Вид поставки |
|--------------|-------------------|-----------|--------------------------------------|--------------------------|--------------|
| 50x50        | Вр-1              | 3         | 1.42                                 | 1.95                     | Карта        |
| 50x50        | Вр-1              | 4         | 2.52                                 | 3.68                     | Карта        |
| 50x50        | Вр-1              | 5         | 3.92                                 | 5.75                     | Карта        |
| 100x100      | Вр-1              | 3         | 0.71                                 | 1.4                      | Карта        |
| 100x100      | Вр-1              | 4         | 1.26                                 | 1.84                     | Карта        |
| 100x100      | Вр-1              | 5         | 1.96                                 | 2.75                     | Карта        |
| 150x150      | Вр-1              | 4         | 0.84                                 | 1.26                     | Карта        |
| 150x150      | Вр-1              | 5         | 1.31                                 | 1.85                     | Карта        |
| 200x200      | Вр-1              | 4         | 0.63                                 | 0.92                     | Карта        |
| 200x200      | Вр-1              | 5         | 0.98                                 | 1.40                     | Карта        |
| 100x100      | В 500 С           | 6         | 2.83                                 | 4.44                     | Карта        |
| 100x100      | В 500 С           | 8         | 5.03                                 | 7.9                      | Карта        |
| 100x100      | В 500 С           | 10        | 7.85                                 | 12.38                    | Карта        |
| 100x100      | В 500 С           | 12        | 11.31                                | 17.8                     | Карта        |
| 150x150      | В 500 С           | 6         | 1.89                                 | 3.03                     | Карта        |
| 150x150      | В 500 С           | 8         | 3.35                                 | 5.04                     | Карта        |
| 150x150      | В 500 С           | 10        | 5.23                                 | 8.46                     | Карта        |
| 150x150      | В 500 С           | 12        | 7.54                                 | 11.84                    | Карта        |
| 150x150      | В 500 С           | 14        | 10.26                                | 16.14                    | Карта        |
| 200x200      | В 500 С           | 6         | 1.42                                 | 2.22                     | Карта        |
| 200x200      | В 500 С           | 8         | 2.52                                 | 3.95                     | Карта        |
| 200x200      | В 500 С           | 10        | 3.92                                 | 6.19                     | Карта        |
| 200x200      | В 500 С           | 12        | 5.66                                 | 8.88                     | Карта        |
| 200x200      | В 500 С           | 14        | 7.70                                 | 12.1                     | Карта        |
| 200x200      | В 500 С           | 16        | 10.07                                | 15.8                     | Карта        |

### Значения $\xi$ , $\zeta$ и $\alpha_m$

| $\xi = x/h_0$ | $\zeta = 1 - 0,5\xi$ | $\alpha_m = \xi^* / (1 - 0,5\xi)$ | $\xi$ | $\zeta = 1 - 0,5\xi$ | $\alpha_m = \xi^* / (1 - 0,5\xi)$ | $\xi$ | $\zeta = 1 - 0,5\xi$ | $\alpha_m = \xi^* / (1 - 0,5\xi)$ |
|---------------|----------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|-----------------------------------|
| 0,04          | 0,98                 | 0,039                             | 0,28  | 0,86                 | 0,241                             | 0,52  | 0,74                 | 0,385                             |
| 0,05          | 0,975                | 0,048                             | 0,29  | 0,855                | 0,248                             | 0,53  | 0,735                | 0,390                             |
| 0,06          | 0,97                 | 0,058                             | 0,30  | 0,85                 | 0,255                             | 0,54  | 0,73                 | 0,394                             |
| 0,07          | 0,965                | 0,068                             | 0,31  | 0,845                | 0,262                             | 0,55  | 0,725                | 0,399                             |
| 0,08          | 0,96                 | 0,077                             | 0,32  | 0,84                 | 0,269                             | 0,56  | 0,72                 | 0,403                             |
| 0,09          | 0,955                | 0,085                             | 0,33  | 0,835                | 0,275                             | 0,57  | 0,715                | 0,408                             |
| 0,10          | 0,95                 | 0,095                             | 0,34  | 0,83                 | 0,282                             | 0,58  | 0,71                 | 0,412                             |
| 0,11          | 0,945                | 0,104                             | 0,35  | 0,825                | 0,289                             | 0,59  | 0,705                | 0,416                             |
| 0,12          | 0,94                 | 0,113                             | 0,36  | 0,82                 | 0,295                             | 0,60  | 0,7                  | 0,420                             |
| 0,13          | 0,935                | 0,122                             | 0,37  | 0,815                | 0,301                             | 0,61  | 0,695                | 0,424                             |
| 0,14          | 0,93                 | 0,13                              | 0,38  | 0,81                 | 0,309                             | 0,62  | 0,69                 | 0,428                             |
| 0,15          | 0,925                | 0,139                             | 0,39  | 0,805                | 0,314                             | 0,63  | 0,685                | 0,432                             |
| 0,16          | 0,92                 | 0,147                             | 0,40  | 0,8                  | 0,320                             | 0,64  | 0,68                 | 0,435                             |
| 0,17          | 0,915                | 0,156                             | 0,41  | 0,795                | 0,326                             | 0,65  | 0,675                | 0,439                             |
| 0,18          | 0,91                 | 0,164                             | 0,42  | 0,79                 | 0,332                             | 0,66  | 0,67                 | 0,442                             |
| 0,19          | 0,905                | 0,172                             | 0,43  | 0,785                | 0,337                             | 0,67  | 0,665                | 0,446                             |
| 0,20          | 0,9                  | 0,18                              | 0,44  | 0,78                 | 0,343                             | 0,68  | 0,66                 | 0,449                             |
| 0,21          | 0,895                | 0,188                             | 0,45  | 0,775                | 0,349                             | 0,69  | 0,655                | 0,452                             |
| 0,22          | 0,89                 | 0,196                             | 0,46  | 0,77                 | 0,354                             | 0,70  | 0,65                 | 0,455                             |
| 0,23          | 0,885                | 0,204                             | 0,47  | 0,765                | 0,359                             | 0,71  | 0,645                | 0,458                             |
| 0,24          | 0,88                 | 0,211                             | 0,48  | 0,76                 | 0,365                             | 0,72  | 0,64                 | 0,461                             |

## 10. РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ

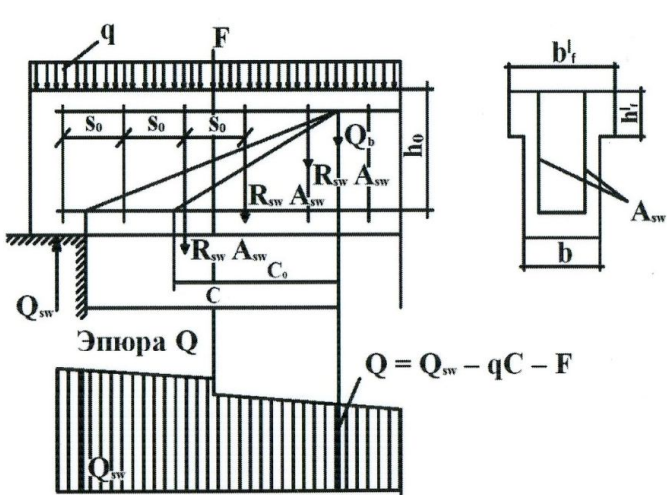
### Расчет железобетонных элементов по полосе между наклонными сечениями

$$Q < 0,3R_{bt}bh_0$$

Q - поперечная сила в нормальном сечении, принимаемая на расстоянии от опоры не менее  $h_0$ .

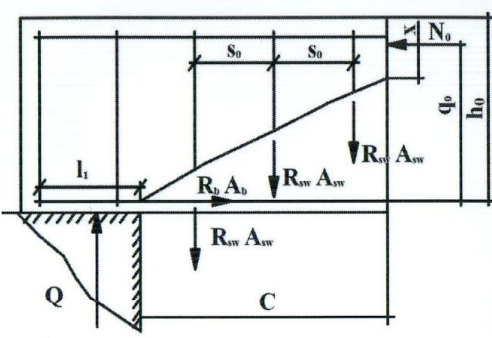
### Расчет железобетонных элементов по наклонным сечениям

*Элементы постоянной высоты, армированные хомутами, нормальными к оси элемента*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><math>Q &lt; Q_b + Q_{sw}</math></p> <p>Q - поперечная сила в наклонном сечении с длиной проекции с от внешних сил, расположенных по одну сторону от рассматриваемого наклонного сечения; при вертикальной нагрузке, приложенной к верхней грани элемента, значение Q принимается в нормальном сечении, проходящем на расстоянии c от опоры;</p> <p><math>Q_b</math> - поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении;</p> <p><math>Q_{sw}</math> - поперечная сила, воспринимаемая хомутами в наклонном сечении.</p> |  <p style="text-align: center;"><math>Q = Q_{sw} - qc - F</math></p>                                                                                                |
| <p><math>0,5R_{bt}bh_0 \leq Q_b = 1,5R_{bt}bh_0^2/c \leq 2,5R_{bt}bh_0</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><math>Q_{sw} = 0,75q_{sw}c_0</math>, <math>q_{sw}</math> - усилие в хомутах на единицу длины эл. <math>q_{sw} = R_{sw}A_{sw}/s_w</math>, <math>c_0</math> - длина проекции наклонной трещины принимаемая равной c, но не более <math>2h_0</math></p> |
| <p>Хомуты учитывают в расчете, если соблюдается условие <math>q_{sw} \geq 0,25R_{bt}b</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Шаг хомутов, учитываемых в расчете, должен быть не более значения: <math>s_{w,max} = R_{bt}bh_0^2/Q</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                         |



## Расчет железобетонных элементов по наклонным сечениям на действие момента

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><math>M \leq M_s + M_{sw}</math></p> <p><math>M</math> - момент в наклонном сечении с длиной проекции <math>c</math> на продольную ось элемента, определяемый от всех внешних сил, расположенных по одну сторону от рассматриваемого наклонного сечения, относительно конца наклонного сечения, противоположного концу, у которого располагается проверяемая продольная арматура, испытывающая растяжение от момента в наклонном сечении;</p> <p><math>M_s</math> - момент, воспринимаемый продольной арматурой, пересекающей наклонное сечение, относительно противоположного конца наклонного сечения;</p> <p><math>M_{sw}</math> - момент, воспринимаемый поперечной арматурой, пересекающей наклонное сечение, относительно противоположного конца наклонного сечения.</p> |                                                      |
| <p><math>M_s = N_s z_s</math></p> <p><math>N_s</math> - усилие в продольной растянутой арматуре, принимаемое равным <math>R_s A_s</math></p> <p><math>z_s</math> - плечо внутренней пары сил; допускается принимать <math>z_s = 0,9h_0</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><math>M_{sw} = 0.5q_{sw}c^2</math></p> <p><math>q_{sw} = R_{sw}A_{sw}/s_w</math>,</p> <p><math>1.0h_0 \leq c \leq 2.0h_0</math></p> |
| <p>Расчет производят для наклонных сечений, расположенных по длине элемента на его концевых участках и в местах обрыва продольной арматуры, при наиболее опасной длине проекции наклонного сечения <math>c</math>, принимаемой в указанных выше пределах.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                        |

## 11. РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО РАСКРЫТИЮ ТРЕЩИН

|                                                                                |                                                                                                                                                                                    |                                    |                                                |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|
| $a_{cr,c} \leq a_{cr,c,ult}$                                                   | $a_{cr,c}$ - ширина раскрытия трещин от действия внешней нагрузки                                                                                                                  |                                    |                                                |                                    |
|                                                                                | $a_{cr,c,ult}$ - предельно допустимая ширина раскрытия трещин:                                                                                                                     |                                    |                                                |                                    |
|                                                                                | из условия сохранности арматуры                                                                                                                                                    |                                    | из усл. ограничения проницаемости конструкц.   |                                    |
|                                                                                | 0.3 мм                                                                                                                                                                             | продолжительное раскрытие трещин   | 0.2 мм                                         | продолжительное раскрытие трещин   |
|                                                                                | 0.4 мм                                                                                                                                                                             | непродолжительное раскрытие трещин | 0.3 мм                                         | непродолжительное раскрытие трещин |
| $a_{cr,c} = \varphi_1 * \varphi_2 * \varphi_3 * \psi_s * \sigma_s * l_s / E_s$ | $\varphi_1$                                                                                                                                                                        | 1.0                                | при непродолжительном действии нагрузки        |                                    |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                    | 1.4                                | при продолжительном действии нагрузки          |                                    |
|                                                                                | $\varphi_2$                                                                                                                                                                        | 0.5                                | арматура классов A300, A400, A500, B500        |                                    |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                    | 0.8                                | арматура класса A240                           |                                    |
|                                                                                | $\varphi_3$                                                                                                                                                                        | 1.0                                | для изгибаемых и внецентренно сжатых элементов |                                    |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                    | 1.2                                | для растянутых элементов                       |                                    |
|                                                                                | $\psi_s$ - коэффициент, учитывающий неравномерное распределение относительных деформаций растянутой арматуры между трещинами                                                       |                                    |                                                |                                    |
|                                                                                | $\sigma_s$ - напряжение в продольной растянутой арматуре в нормальном сечении с трещиной от соответствующей внешней нагрузки                                                       |                                    |                                                |                                    |
|                                                                                | MAX(10d <sub>s</sub> , 100) < l <sub>s</sub> ≤ MIN(40d <sub>s</sub> , 400) - базовое (без учета влияния вида поверхности арматуры) расстояние между смежными нормальными трещинами |                                    |                                                |                                    |
|                                                                                | E <sub>s</sub> - модуль упругости арматуры                                                                                                                                         |                                    |                                                |                                    |

## ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ:

**Ing+** - современный комплекс программ для проектирования строительных конструкций, сочетающий удобство использования с точностью получаемых результатов, соответствием требованиям нормативных документов стран СНГ и Европы, разнообразием решаемых задач. Данная система является уникальным предложением на российском рынке.

**MicroFe** - подсистема конечноэлементных расчетов строительных конструкций на прочность, устойчивость, колебания.

**Статика** - пакет программ для расчетов и конструирования железобетонных, стальных элементов строительных конструкций, фундаментов и подпорных стен.

**COSTRUC (Сталебетон)** - пакет программ для расчетов и конструирования композитных (сталежелезобетонных) элементов.

**ViCADO** - подсистема архитектурного и инженерного проектирования строительных объектов с широкими возможностями визуализации.

## Б. СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

### Б.1. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ К РАСЧЕТАМ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

#### 1. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ

##### Определение расчетных сопротивлений проката, гнутых профилей и труб

| Напряженное состояние                                                                        |                             | Усл.об.  | Расчет. сопроп.                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------|------------------------------------|
| Растяжение, сжатие и изгиб                                                                   | По пределу текучести        | $R_y$    | $R_y = R_{yn} / \gamma_n$          |
|                                                                                              | По временному сопротивлению | $R_u$    | $R_u = R_{un} / \gamma_m$          |
| Сдвиг                                                                                        |                             | $R_s$    | $R_s = 0,58 R_{yn} / \gamma_m$     |
| Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)                                           |                             | $R_p$    | $R_p = R_{un} / \gamma_m$          |
| Смятие местное в цилиндрических шарнирах (цапфах) при плотном касании                        |                             | $R_{lp}$ | $R_{lp} = 0,5 R_{un} / \gamma_m$   |
| Диаметральное сжатие катков (при свобод. касании в конструкциях с ограниченной подвижностью) |                             | $R_{cd}$ | $R_{cd} = 0,025 R_{un} / \gamma_m$ |
| Растяжение в направлении толщины проката (до 60 мм)                                          |                             | $R_{th}$ | $R_{th} = 0,5 R_{un} / \gamma_m$   |

##### Коэффициент надежности по материалу проката, гнутых профилей и труб

| Государственный стандарт или технические условия на прокат                                                                                                                                                                                                                                         | $\gamma_m$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ГОСТ 27772-88 (кроме сталей С590, С590К); ТУ 14-1-3023-80 (для круга, квадрата, полосы)                                                                                                                                                                                                            | 1,025      |
| ГОСТ 27772-88 (стали С590, С590К); ГОСТ 380-71** (для круга и квадрата размерами, отсутствующими в ТУ 14-1-3023-80); ГОСТ 19281-73* [для круга и квадрата с пределом текучести до 380 МПа (39 кгс/мм <sup>2</sup> ) и размерами, отсутствующими в ТУ 14-1-3023-80]; ГОСТ 10705-80*; ГОСТ 10706-76* | 1,050      |
| ГОСТ 19281-73* [для круга и квадрата с пределом текучести свыше 380 МПа (39 кгс/мм <sup>2</sup> ) и размерами, отсутствующими в ТУ 14-1-3023-80]; ГОСТ 8731-87; ТУ 14-3-567-76                                                                                                                     | 1,100      |

##### Нормативные и расчетные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополосного универсального и фасонного проката по ГОСТ 27772-88 для стальных конструкций зданий и сооружений (начало)

| Сталь | Толщина проката <sup>1</sup> , мм | Нормативное сопротивление <sup>2</sup> , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> ), проката |          |           |          | Расчетное сопротивление <sup>3</sup> , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), проката |            |            |           |
|-------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|----------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|
|       |                                   | листового, широкополосного универсального                                    |          | фасонного |          | листового, широкополосного универсального                                  |            | фасонного  |           |
|       |                                   | $R_{yn}$                                                                     | $R_{un}$ | $R_{yn}$  | $R_{un}$ | $R_y$                                                                      | $R_u$      | $R_y$      | $R_u$     |
| С235  | От 2 до 20                        | 235 (24)                                                                     | 360 (37) | 235 (24)  | 360 (37) | 230(2350)                                                                  | 350(3600)  | 230(2350)  | 350(3600) |
|       | Св. 20 « 40                       | 225 (23)                                                                     | 360 (37) | 225 (23)  | 360 (37) | 220(2250)                                                                  | 350(3600)  | 220 (2250) | 350(3600) |
|       | « 40 « 100                        | 215 (22)                                                                     | 360 (37) | -         | -        | 210 (2150)                                                                 | 350 (3600) | -          | -         |
|       | « 100                             | 195 (20)                                                                     | 360 (37) | -         | -        | 190(1950)                                                                  | 350(3600)  | -          | -         |
| С245  | От 2 до 20                        | 245 (25)                                                                     | 370 (38) | 245 (25)  | 370 (38) | 240(2450)                                                                  | 360(3700)  | 240(2450)  | 360(3700) |
|       | Св. 20 « 30                       | -                                                                            | -        | 235 (24)  | 370 (38) | -                                                                          | -          | 230(2350)  | 360(3700) |
| С255  | От 2 до 3,9                       | 255 (26)                                                                     | 380 (39) | -         | -        | 250(2550)                                                                  | 370(3800)  | -          | -         |
|       | « 4 « 10                          | 245 (25)                                                                     | 380 (39) | 255 (26)  | 380 (39) | 240(2450)                                                                  | 370(3800)  | 250(2550)  | 370(3800) |
|       | Св. 10 « 20                       | 245 (25)                                                                     | 370 (38) | 245 (25)  | 370 (38) | 240(2450)                                                                  | 360(3700)  | 240(2450)  | 360(3700) |
|       | « 20 « 40                         | 235 (24)                                                                     | 370 (38) | 235 (24)  | 370 (38) | 230(2350)                                                                  | 360(3700)  | 230(2350)  | 360(3700) |
| С275  | От 2 до 10                        | 275 (28)                                                                     | 380 (39) | 275 (28)  | 390 (40) | 270(2750)                                                                  | 370(3800)  | 270(2750)  | 380(3900) |
|       | Св. 10 « 20                       | 265 (27)                                                                     | 370 (38) | 275 (28)  | 380 (39) | 260(2650)                                                                  | 360(3700)  | 270(2750)  | 370(3800) |
| С285  | От 2 до 3,9                       | 285 (29)                                                                     | 390 (40) | -         | -        | 280(2850)                                                                  | 380(3900)  | -          | -         |
|       | « 4 « 10                          | 275 (28)                                                                     | 390 (40) | 285 (29)  | 400 (41) | 270(2750)                                                                  | 380(3900)  | 280(2850)  | 390(4000) |
|       | Св. 10 « 20                       | 265 (27)                                                                     | 380 (39) | 275 (28)  | 390 (40) | 260(2650)                                                                  | 370(3800)  | 270(2750)  | 380(3900) |
| С345  | От 2 до 10                        | 345 (35)                                                                     | 490 (50) | 345 (35)  | 490 (50) | 335(3400)                                                                  | 480(4900)  | 335(3400)  | 480(4900) |
|       | Св. 10 « 20                       | 325 (33)                                                                     | 470 (48) | 325 (33)  | 470 (48) | 315(3200)                                                                  | 460(4700)  | 315(3200)  | 460(4700) |
|       | « 20 « 40                         | 305 (31)                                                                     | 460 (47) | 305 (31)  | 460 (47) | 300(3050)                                                                  | 450(4600)  | 300(3050)  | 450(4600) |
|       | « 40 « 60                         | 285 (29)                                                                     | 450 (46) | -         | -        | 280(2850)                                                                  | 440(4500)  | -          | -         |
|       | « 60 « 80                         | 275 (28)                                                                     | 440 (45) | -         | -        | 270(2750)                                                                  | 430(4400)  | -          | -         |
|       | « 80 « 160                        | 265 (27)                                                                     | 430 (44) | -         | -        | 260(2650)                                                                  | 420(4300)  | -          | -         |
| С345К | От 4 до 10                        | 345 (35)                                                                     | 470 (48) | 345 (35)  | 470 (48) | 335(3400)                                                                  | 460(4700)  | 335(3400)  | 460(4700) |



**Нормативные и расчетные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополосного универсального и фасонного проката по ГОСТ 27772-88 для стальных конструкций зданий и сооружений (продолжение)**

| Сталь                                                                                                                                                                                                                            | Толщина проката <sup>1</sup> , мм | Нормативное сопротивление <sup>2</sup> , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> ), проката |          |           |          | Расчетное сопротивление <sup>3</sup> , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), проката |           |           |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                  |                                   | листового, широкополосного универсального                                    |          | фасонного |          | листового, широкополосного универсального                                  |           | фасонного |           |
|                                                                                                                                                                                                                                  |                                   | $R_{yn}$                                                                     | $R_{un}$ | $R_{yn}$  | $R_{un}$ | $R_y$                                                                      | $R_u$     | $R_y$     | $R_u$     |
| С375                                                                                                                                                                                                                             | От2до10                           | 375 (38)                                                                     | 510 (52) | 375 (38)  | 510 (52) | 365(3700)                                                                  | 500(5100) | 365(3700) | 500(5100) |
|                                                                                                                                                                                                                                  | Св.10«20                          | 355 (36)                                                                     | 490 (50) | 355 (36)  | 490 (50) | 345(3500)                                                                  | 480(4900) | 345(3500) | 480(4900) |
|                                                                                                                                                                                                                                  | «20«40                            | 335 (34)                                                                     | 480 (49) | 335 (34)  | 480 (49) | 325(3300)                                                                  | 470(4800) | 325(3300) | 470(4800) |
| С390                                                                                                                                                                                                                             | От4до50                           | 390 (40)                                                                     | 540 (55) | -         | -        | 380(3850)                                                                  | 530(5400) | -         | -         |
| С390К                                                                                                                                                                                                                            | От4до30                           | 390 (40)                                                                     | 540 (55) | -         | -        | 380(3850)                                                                  | 530(5400) | -         | -         |
| С440                                                                                                                                                                                                                             | От4до30                           | 440 (45)                                                                     | 590 (60) | -         | -        | 430(4400)                                                                  | 575(5850) | -         | -         |
|                                                                                                                                                                                                                                  | Св.30«50                          | 410 (42)                                                                     | 570 (58) | -         | -        | 400(4100)                                                                  | 555(5650) | -         | -         |
| С590                                                                                                                                                                                                                             | От10 до36                         | 540 (55)                                                                     | 635 (65) | -         | -        | 515(5250)                                                                  | 605(6150) | -         | -         |
| С590К                                                                                                                                                                                                                            | От16 до40                         | 540 (55)                                                                     | 635 (65) | -         | -        | 515(5250)                                                                  | 605(6150) | -         | -         |
| <sup>1</sup> За толщину фасонного проката следует принимать толщину полки (минимальная его толщина 4 мм).                                                                                                                        |                                   |                                                                              |          |           |          |                                                                            |           |           |           |
| <sup>2</sup> За нормативное сопротивление приняты нормативные значения предела текучести и временного сопротивления по ГОСТ 27772-88.                                                                                            |                                   |                                                                              |          |           |          |                                                                            |           |           |           |
| <sup>3</sup> Значения расчетных сопротивлений получены делением нормативных сопротивлений на коэффициенты надежности по материалу с округлением до 5 МПа (50 кгс/см <sup>2</sup> ).                                              |                                   |                                                                              |          |           |          |                                                                            |           |           |           |
| Пр и м е ч а н и е. Нормативные и расчетные сопротивления стали повышенной коррозионной стойкости (с медью) - С345Д, С375Д, С440Д, С590Д, С590КД, 16Г2АФД, следует принимать такими же, как для соответствующих сталей без меди. |                                   |                                                                              |          |           |          |                                                                            |           |           |           |

**Нормативные и расчетные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе труб для стальных конструкций зданий и сооружений**

| Марка стали                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ГОСТ или ТУ    | Толщина стенки, мм | Нормативное сопротивление <sup>1</sup> , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> ) |            | Расчетное сопротивление <sup>2</sup> , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------|------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                    | $R_{yn}$                                                            | $R_{un}$   | $R_y$                                                             | $R_u$      |
| ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ГОСТ 10705-80* | До 10              | 225 (23,0)                                                          | 370 (38,0) | 215 (2200)                                                        | 350 (3550) |
| ВСт3пс, ВСт3сп                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ГОСТ 10706-76* | 5-15               | 245 (25,0)                                                          | 370 (38,0) | 235 (2400)                                                        | 350 (3550) |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ГОСТ 8731-87   | 4-36               | 245 (25,0)                                                          | 410 (42,0) | 225 (2300)                                                        | 375 (3800) |
| 16Г2АФ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ТУ 14-3-567-76 | 6-9                | 440 (45,0)                                                          | 590 (60,0) | 400 (4100)                                                        | 535 (5450) |
| <sup>1</sup> За нормативные сопротивления приняты минимальные значения предела текучести и временного сопротивления, приводимые в государственных общесоюзных стандартах или технических условиях, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> ). В тех случаях, когда эти значения в государственных общесоюзных стандартах или технических условиях приведены только в одной системе единиц - (кгс/мм <sup>2</sup> ), нормативные сопротивления, МПа, вычислены умножением соответствующих величин на 9,81 с округлением до 5 МПа. |                |                    |                                                                     |            |                                                                   |            |
| <sup>2</sup> Значения расчетных сопротивлений получены делением нормативных сопротивлений, МПа, на коэффициенты надежности по материалу с округлением до 5 МПа; значения расчетных сопротивлений, кгс/см <sup>2</sup> получены делением расчетных сопротивлений, МПа, на 0,0981.                                                                                                                                                                                                                                  |                |                    |                                                                     |            |                                                                   |            |
| Примечание. Нормативные сопротивления труб из стали марки 09Г2С по ГОСТ 8731-87 устанавливаются по соглашению сторон в соответствии с требованиями указанного стандарта; расчетные сопротивления определяются делением нормативных сопротивлений на коэффициенты надежности по материалу.                                                                                                                                                                                                                         |                |                    |                                                                     |            |                                                                   |            |

**Марки стали, заменяемые сталями по ГОСТ 27772-88 (начало)**

| Стали по ГОСТ 27772-88 | Заменяемая марка стали | ГОСТ или ТУ     |
|------------------------|------------------------|-----------------|
| С235                   | ВСт3кп2                | ГОСТ 380-71**   |
|                        | ВСт3кп2-1              | ТУ 14-1-3023-80 |
|                        | 18кп                   | ГОСТ 23570-79   |

**Марки стали, заменяемые сталями по ГОСТ 27772-88 (продолжение)**

| Стали по ГОСТ 27772-88                                                                                                                                                                 | Заменяемая марка стали                                                                                                                                                                                                   | ГОСТ или ТУ                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| С245                                                                                                                                                                                   | ВСтЗпс6 (лист. прокат толщ. до 20 мм, фасонный-до30мм)                                                                                                                                                                   | ГОСТ 380-71**                                         |
|                                                                                                                                                                                        | ВСтЗпс6-1                                                                                                                                                                                                                | ТУ 14-1-3023-80                                       |
|                                                                                                                                                                                        | 18пс                                                                                                                                                                                                                     | ГОСТ 23570-79                                         |
| С255                                                                                                                                                                                   | ВСтЗсп5, ВСтЗГпс5, ВСтЗпс6 (листовой прокат толщиной св. 20 до 40 мм, фасонный - св. 30 мм),                                                                                                                             | ГОСТ 380-71**                                         |
|                                                                                                                                                                                        | ВСтЗсп5-1, ВСтЗГпс5-1,                                                                                                                                                                                                   | ТУ 14-1-3023-80                                       |
|                                                                                                                                                                                        | 18сп, 18Гпс, 18Гсп                                                                                                                                                                                                       | ГОСТ 23570-79                                         |
| С275                                                                                                                                                                                   | ВСтЗпс6-2                                                                                                                                                                                                                | ТУ 14-1-3023-80                                       |
| С285                                                                                                                                                                                   | ВСтЗсп5-2, ВСтЗГпс5-2                                                                                                                                                                                                    | ТУ 14-1-3023-80                                       |
| С345, С345Т                                                                                                                                                                            | 09Г2                                                                                                                                                                                                                     | ГОСТ 19281-73*,<br>ГОСТ 19282-73*                     |
|                                                                                                                                                                                        | 09Г2С, 14Г2 (лист., фасонный прокат толщ. до 20 мм),<br>15ХСНД (лист. прокат толщ. до 10 мм, фасонный -до20мм)                                                                                                           | ГОСТ 19282-73*                                        |
|                                                                                                                                                                                        | 12Г2С гр. 1                                                                                                                                                                                                              | ТУ 14-1-4323-88                                       |
|                                                                                                                                                                                        | 09Г2 гр.1, 09Г2 гр.2, 09Г2С гр.1, 14Г2 гр.1(фасон. до 20мм)                                                                                                                                                              | ТУ 14-1-3023-80                                       |
|                                                                                                                                                                                        | 390                                                                                                                                                                                                                      | ТУ 14-15-146-85                                       |
|                                                                                                                                                                                        | ВСтТпс                                                                                                                                                                                                                   | ГОСТ 14637-79*                                        |
| С345К                                                                                                                                                                                  | 10ХНДП                                                                                                                                                                                                                   | ГОСТ 19281-73*,<br>ГОСТ 19282-73*,<br>ТУ 14-1-1217-75 |
| С375, С375Т                                                                                                                                                                            | 09Г2С гр. 2                                                                                                                                                                                                              | ТУ 14-1-3023-80                                       |
|                                                                                                                                                                                        | 12Г2С гр. 2                                                                                                                                                                                                              | ТУ 14-1-4323-88                                       |
|                                                                                                                                                                                        | 14Г2 гр. 1 (фасонный прокат толщиной св. 20 мм), 14Г2 гр. 2<br>(фасонный прокат толщиной до 20 мм)                                                                                                                       | ТУ 14-1-3023-80                                       |
|                                                                                                                                                                                        | 14Г2 (фасонный и листовой прокат толщиной св. 20 мм),<br>10Г2С1, 15ХСНД (фасонный прокат толщиной св. 20 мм,<br>листовой - св. 10 мм), 10ХСНД (фасонный прокат без<br>ограничения толщины, листовой - толщиной до 10 мм) | ГОСТ 19281-73*,<br>ГОСТ 19282-73*                     |
| С390, С390Т                                                                                                                                                                            | 14Г2АФ, 10Г2С1 термоупрочненная, 10ХСНД (листовой<br>прокат толщиной св. 10 мм)                                                                                                                                          | ГОСТ 19282-73*                                        |
| С390К                                                                                                                                                                                  | 15Г2АФДпс                                                                                                                                                                                                                | ГОСТ 19282-73*                                        |
| С440                                                                                                                                                                                   | 16Г2АФ, 18Г2АФпс, 15Г2СФ термоупрочненная                                                                                                                                                                                | ГОСТ 19282-73*                                        |
| С590                                                                                                                                                                                   | 12Г2СМФ                                                                                                                                                                                                                  | ТУ 14-1-1308-75                                       |
| С590К                                                                                                                                                                                  | 12ГН2МФАЮ                                                                                                                                                                                                                | ТУ 14-1-1772-76                                       |
| С375, С375Т                                                                                                                                                                            | 09Г2С гр. 2                                                                                                                                                                                                              | ТУ 14-1-3023-80                                       |
| Пр и м е ч а н и я : 1. Стали С345 и С375 категорий 1, 2, 3, 4 по ГОСТ 27772-88 заменяют стали категорий соответственно 6, 7 и 9, 12, 13 и 15 по ГОСТ 19281-73* и ГОСТ 19282-73*.      |                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |
| 2. Стали С345К, С390, С390К, С440, С590, С590К по ГОСТ 27772-88 заменяют соответствующие марки стали категорий 1-15 по ГОСТ 19281-73* и ГОСТ 19282-73*, указанные в настоящей таблице. |                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |
| 3. Замена сталей по ГОСТ 27772-88 сталями, поставляемыми по другим государственным общесоюзным стандартам и техническим условиям, не предусмотрена                                     |                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |

**Расчетные сопротивления проката смятию торцевой поверхности, местному смятию в цилиндрических шарнирах, диаметальному сжатию катков (начало)**

| Временное<br>сопротивление<br>проката,<br>МПа<br>(кгс/мм <sup>2</sup> ) | Расчетные сопротивления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                                             |                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         | смятию                                              |                                                                             | диаметальному сжатию                                                         |
|                                                                         | торцевой поверхности (при<br>наличии пригонки)      | местному в цилиндри -<br>ческих шарнирах (цап -<br>фах) при плотном касании | катков (при свободном<br>касании в констр. с<br>ограниченной подвиж-<br>тью) |
| 360 (37)                                                                | 327 (3340)                                          | 164 (1660)                                                                  | 8 (80)                                                                       |
| 365 (37)                                                                | 332 (3360)                                          | 166 (1680)                                                                  | 8 (80)                                                                       |
| 370 (38)                                                                | 336 (3460)                                          | 168 (1730)                                                                  | 8 (80)                                                                       |
| 380 (39)                                                                | 346 (3550)                                          | 173 (1780)                                                                  | 9 (90)                                                                       |



**Расчетные сопротивления проката смятию торцевой поверхности, местному смятию в цилиндрических шарнирах, диаметальному сжатию катков (продолжение)**

| Временное сопротивление проката, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> ) | Расчетные сопротивления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                                       |                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | смятию                                              |                                                                       | диаметальному сжатию катков (при свободном касании в констр. с ограниченной подвиж-тью) |
|                                                             | торцевой поверхности (при наличии пригонки)         | местному в цилиндри - ческих шарнирах (цап - фах) при плотном касании |                                                                                         |
| 390 (40)                                                    | 355 (3640)                                          | 178 (1820)                                                            | 9 (90)                                                                                  |
| 400 (41)                                                    | 364 (3720)                                          | 182 (1860)                                                            | 10 (100)                                                                                |
| 430 (44)                                                    | 391 (4000)                                          | 196 (2000)                                                            | 10 (100)                                                                                |
| 440 (45)                                                    | 400 (4090)                                          | 200 (2050)                                                            | 10 (100)                                                                                |
| 450 (46)                                                    | 409 (4180)                                          | 205 (2090)                                                            | 10 (100)                                                                                |
| 460 (47)                                                    | 418 (4270)                                          | 209 (2140)                                                            | 10 (100)                                                                                |
| 470 (48)                                                    | 427 (4360)                                          | 214 (2180)                                                            | 11 (110)                                                                                |
| 480 (49)                                                    | 436 (4450)                                          | 218 (2230)                                                            | 11 (110)                                                                                |
| 490 (50)                                                    | 445 (4550)                                          | 223 (2280)                                                            | 11 (110)                                                                                |
| 500 (51)                                                    | 455 (4640)                                          | 228 (2320)                                                            | 11 (110)                                                                                |
| 510 (52)                                                    | 464 (4730)                                          | 232 (2370)                                                            | 12 (120)                                                                                |
| 520 (53)                                                    | 473 (4820)                                          | 237 (2410)                                                            | 12 (120)                                                                                |
| 530 (54)                                                    | 473 (4820)                                          | 237 (2410)                                                            | 12 (120)                                                                                |
| 540 (55)                                                    | 482 (4910)                                          | 241 (2460)                                                            | 12 (120)                                                                                |
| 570 (58)                                                    | 504 (5130)                                          | 252 (2570)                                                            | 13 (130)                                                                                |
| 590 (60)                                                    | 522 (5310)                                          | 261 (2660)                                                            | 13 (130)                                                                                |
| 635 (65)                                                    | 578 (5870)                                          | 289 (2940)                                                            | 14 (140)                                                                                |

Примечание. Значения расчетных сопротивлений получены по формулам первой таблицы настоящего документа при  $\gamma_m = 1,1$

**2. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**  
**Материалы для сварки, соответствующие стали (начало)**

| Группы конструкций в климатических районах                                                                    | Стали                                                             | Материалы для сварки                         |                                                                              |                                                                                   |                   | покрытыми электродами типов по ГОСТ 9467-75* |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|
|                                                                                                               |                                                                   | под флюсом                                   |                                                                              | в углекислом газе (по ГОСТ 8050-85) или в его смеси с аргоном (по ГОСТ 10157-79*) |                   |                                              |
|                                                                                                               |                                                                   |                                              |                                                                              |                                                                                   |                   |                                              |
|                                                                                                               |                                                                   | Марки                                        |                                                                              |                                                                                   |                   |                                              |
| флюсов (по ГОСТ 9087-81*)                                                                                     | сварочной проволоки (по ГОСТ 2246-70*)                            |                                              |                                                                              |                                                                                   |                   |                                              |
| 2, 3 и 4 - во всех районах, кроме I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub>         | C235, C245, C255, C275, C285,20, BCтЗкп, BCтЗпс, BCтЗсп           | АН-348-А, АН-60                              | Св-08А, Св-08ГА                                                              | СВ-08Г2С                                                                          | Э42, Э46          |                                              |
|                                                                                                               | C345, C345Т, C375, C375Т, C390, C390Т, C390К, C440, 16Г2АФ, 09Г2С | АН-47, АН-43, АН-17-М, АН-348-А <sup>1</sup> | Св-10НМА, Св-10Г2 <sup>2</sup> , Св-08ГА <sup>2</sup> , Св-10ГА <sup>2</sup> |                                                                                   | Э50               |                                              |
|                                                                                                               | C345К                                                             | АН-348-А                                     | Св-08Х1ДЮ                                                                    | Св-08ХГ2СДЮ                                                                       | Э50А <sup>3</sup> |                                              |
| 1 - во всех районах; 2, 3 и 4 - в районах I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub> | C235,C245,C255,C275, C285, 20, BCтЗкп, BCтЗпс, BCтЗсп             | АН-348-А                                     | Св-08А, СВ-08ГА                                                              | СВ-08Г2С                                                                          | Э42А, Э46А        |                                              |
|                                                                                                               | C345, C345Т, C375, C375Т, 09Г2С                                   | АН-47, АН-43, АН-348-А <sup>1</sup>          | Св-10НМА, Св-10Г2 <sup>2</sup> , Св-08ГА <sup>2</sup> , Св-10ГА <sup>2</sup> |                                                                                   | Э50А              |                                              |

## Материалы для сварки, соответствующие стали (продолжение)

| Группы конструкций в климатических районах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Стали                            | Материалы для сварки                  |                                                                              |                                                                                   |                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  | под флюсом                            |                                                                              | в углекислом газе (по ГОСТ 8050-85) или в его смеси с аргоном (по ГОСТ 10157-79*) | покрытыми электродами типов по ГОСТ 9467-75* |
| 1<br>– во всех районах;<br>2, 3 и 4<br>– в районах I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | С390, С390Т, С390К, С440, 16Г2АФ | АН-47, АН-17-М, АН-348-А <sup>1</sup> | Св-10НМА, Св-10Г2 <sup>2</sup> , Св-08ГА <sup>2</sup> , Св-10ГА <sup>2</sup> | СВ-08Г2С                                                                          | Э50А                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | С345К                            | АН-348-А                              | Св-08Х1ДЮ                                                                    | Св-08ХГ2СДЮ                                                                       | Э50А <sup>3</sup>                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | С590, С590К, С590КШ              | АН-17-М                               | Св-8ХН2ГМЮ, Св-10НМА                                                         | Св-0ХГ2СМА, Св-08ХГСМА, Св-08Г2С                                                  | Э60, Э70                                     |
| <sup>1</sup> Применение флюса АН-348-А требует проведения дополнительного контроля механических свойств металла шва при сварке соединений элементов всех толщин для конструкций в климатических районах I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub> и толщин свыше 32 мм – в остальных климатических районах.                                                                                                                                                                      |                                  |                                       |                                                                              |                                                                                   |                                              |
| <sup>2</sup> Не применять в сочетании с флюсом АН-43                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                       |                                                                              |                                                                                   |                                              |
| <sup>3</sup> Применять только электроды марок ОЗС-18 и КД-11.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                       |                                                                              |                                                                                   |                                              |
| П р и м е ч а н и я : 1. Проволока марки Св-08Х1ДЮ поставляется по ТУ 14-1-1148-75, марки Св-08ХГ2СДЮ – по ТУ 14-1-3665-83.<br>2. При соответствующем технико-экономическом обосновании для сварки конструкций разрешается использовать сварочные материалы (проволоки, флюсы, защитные газы), не указанные в настоящей таблице. При этом механические свойства металла шва, выполняемого с их применением, должны быть не ниже свойств, обеспечиваемых применением материалов согласно настоящей таблице. |                                  |                                       |                                                                              |                                                                                   |                                              |

## Определение расчетных сопротивлений сварных соединений

| Расчетные сопротивления сварных соединений                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |                               |                      |                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|
| Сварные соединения                                                                                                                                                                                                                                     | Напряженное состояние                                                                                                    |                               | Условное обозначение | Расчетные сопротивления сварных соединений |
| Стыковые                                                                                                                                                                                                                                               | Сжатие. Растяжение и изгиб при автоматической, полуавтоматической или ручной сварке с физическим контролем качества швов | По пределу текучести          | $R_{wy}$             | $R_{wy} = R_y$                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                          | По временному сопротивлению   | $R_{wu}$             | $R_{wu} = R_u$                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                          | По пределу текучести          | $R_{wy}$             | $R_{wy} = 0,85 R_y$                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                        | Сдвиг                                                                                                                    |                               | $R_{ws}$             | $R_{ws} = R_s$                             |
| С угловыми швами                                                                                                                                                                                                                                       | Срез (условный)                                                                                                          | По металлу шва                | $R_{wf}$             | $R_{wf} = 0,55 R_{wun} / \gamma_{wm}$      |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                          | По металлу границы сплавления | $R_{wz}$             | $R_{wz} = 0,45 R_{un}$                     |
| Примечания: 1. Для швов, выполняемых ручной сваркой, значения $R_{wun}$ следует принимать равными значениям временного сопротивления разрыву металла шва, указанным в ГОСТ 9467-75*.                                                                   |                                                                                                                          |                               |                      |                                            |
| 2. Для швов, выполняемых автоматической или полуавтоматической сваркой, значения $R_{wun}$ следует принимать по следующей таблице настоящего документа.                                                                                                |                                                                                                                          |                               |                      |                                            |
| 3. Значения коэффициента надежности по материалу шва $\gamma_{wm}$ следует принимать равными: 1,25 - при значениях $R_{wun}$ не более 490 МПа (5000 кгс/см <sup>2</sup> ); 1,35 - при значениях $R_{wun}$ 590 МПа (6000 кгс/см <sup>2</sup> ) и более. |                                                                                                                          |                               |                      |                                            |



### Значение нормативного сопротивления металла шва $R_{wul}$

| Марки проволоки (по ГОСТ 2246-70*) для автоматической или полуавтоматической сварки |                                                                                   | Марки порошковой проволоки (по ГОСТ 26271-84) | Значения нормативного сопротивления металла шва $R_{wul}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| под флюсом (ГОСТ 9087-81*)                                                          | в углекислом газе (по ГОСТ 8050-85) или в его смеси с аргоном (по ГОСТ 10157-79*) |                                               |                                                                                        |
| Св-08, Св-08А                                                                       | -                                                                                 | -                                             | 410 (4200)                                                                             |
| Св-08ГА                                                                             | -                                                                                 | -                                             | 450 (4600)                                                                             |
| Св-10ГА                                                                             | Св-08Г2С                                                                          | ПП-АН8, ПП-АНЗ                                | 490 (5000)                                                                             |
| Св-10НМА, Св-10Г2                                                                   | Св-08Г2С*                                                                         | -                                             | 590 (6000)                                                                             |
| Св-08ХН2ГМЮ, Св-08Х1ДЮ                                                              | Св-10ХГ2СМА, Св-08ХГ2СДЮ                                                          | -                                             | 685 (7000)                                                                             |

\* При сварке проволокой Св-08Г2С значение  $R_{wul}$  следует принимать равным 590 МПа (6000 кгс/см<sup>2</sup>) только для угловых швов с катетом  $k_f \leq 8$  мм в конструкциях из стали с пределом текучести 440 МПа (4500 кгс/см<sup>2</sup>) и более.

### Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами

| Сварочные материалы             |                                              | $R_{wul}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | $R_{wf}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| тип электрода (по ГОСТ 9467-75) | марка проволоки                              |                                        |                                       |
| Э42, Э42А                       | Св-08, Св-08А                                | 410 (4200)                             | 180 (1850)                            |
| Э46, Э46А                       | Св-08ГА                                      | 450 (4600)                             | 200 (2050)                            |
| Э50, Э50А                       | Св-10ГА, Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ, ПП-АН8, ПП-АНЗ | 490 (5000)                             | 215 (2200)                            |
| Э60                             | Св-08Г2С*, Св-08Г2СЦ*, Св-10НМА, Св-10Г2     | 590 (6000)                             | 240 (2450)                            |
| Э70                             | Св-10ХГ2СМА, Св-08ХН2ГМЮ                     | 685 (7000)                             | 280 (2850)                            |
| Э85                             | -                                            | 835 (8500)                             | 340 (3450)                            |

\* При сварке проволокой Св-08Г2С значение  $R_{wul}$  следует принимать равным 590 МПа (6000 кгс/см<sup>2</sup>) только для угловых швов с катетом  $k_f \leq 8$  мм в конструкциях из стали с пределом текучести 440 МПа (4500 кгс/см<sup>2</sup>) и более.

## 3. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДНОБОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

### Требования к болтам при различных условиях их применения (начало)

| Условия применения                                                                       |                       | Технологические требования по ГОСТ 1759.4-87* |                                          |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| климатический район                                                                      | условия работы болтов | класс прочности (табл. 1)                     | дополнительные виды испытаний (табл. 10) | марка стали болтов |
| В конструкциях, не рассчитываемых на выносливость                                        |                       |                                               |                                          |                    |
| Все районы, кроме I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub> ** | Растяжение или срез   | 4.6; 5.6                                      | Поз. 1                                   | По табл. 1         |
|                                                                                          |                       | 4.8; 5.8                                      | То же                                    | То же              |
|                                                                                          |                       | 6.6                                           | «                                        | 35                 |
|                                                                                          |                       | 8.8                                           | -                                        | 35Х; 38ХА          |
|                                                                                          |                       | 10.9                                          | -                                        | 40Х                |
| I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub>                      | Растяжение или срез   | 4.6; 5.6                                      | Поз. 1 и 4                               | По табл. 1         |
|                                                                                          |                       | 4.8; 5.8*                                     | Поз. 1                                   | То же              |
|                                                                                          |                       | 8.8                                           | Поз. 3 и 7                               | 35Х; 38ХА          |
|                                                                                          | Срез                  | 4.8; 5.8                                      | Поз. 1                                   | По табл. 1         |
|                                                                                          |                       | 8.8                                           | -                                        | 35Х; 38ХА          |
|                                                                                          |                       | 10.9                                          | -                                        | 40Х                |
| В конструкциях, рассчитываемых на выносливость                                           |                       |                                               |                                          |                    |
| Все районы, кроме I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub> *  | Растяжение или срез   | 4.6; 5.6                                      | Поз. 1 и 4                               | По табл. 1         |
|                                                                                          |                       | 6.6                                           | То же                                    | 35                 |
|                                                                                          |                       | 8.8                                           | -                                        | 35Х; 38ХА          |
|                                                                                          | Срез                  | 4.8; 5.8                                      | Поз. 1                                   | По табл. 1         |

## Требования к болтам при различных условиях их применения (продолжение)

| Условия применения                                    |                       | Технологические требования по ГОСТ 1759.4-87* |                                          |                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| климатический район                                   | условия работы болтов | класс прочности (табл. 1)                     | дополнительные виды испытаний (табл. 10) | марка стали болтов |
| <b>В конструкциях, рассчитываемых на выносливость</b> |                       |                                               |                                          |                    |
| I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub>    | Растяжение или срез   | 4.6; 5.6                                      | Поз. 1 и 4                               | По табл. 1         |
|                                                       |                       | 8.8                                           | Поз. 3 и 7                               | 35X; 38XA          |
|                                                       | Срез                  | 4.8; 5.8                                      | Поз. 1                                   | По табл. 1         |
|                                                       |                       | 8.8                                           | -                                        | 35X; 38XA          |
| I <sub>1</sub>                                        | Растяжение или срез   | 8.8                                           | Поз. 3 и 7                               | 35X; 38XA          |
|                                                       |                       | 4.6; 5.6                                      | Поз. 1 и 4                               | По табл. 1         |
|                                                       | Срез                  | 4.8; 5.8                                      | Поз. 1                                   | То же              |
|                                                       |                       | 8.8                                           | -                                        | 35X; 38XA          |

\* Требуется дополнительный последующий отпуск при  $t = 650^\circ\text{C}$ .

\*\* А также для конструкций, возводимых в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и II<sub>3</sub>, но эксплуатируемых в отапливаемых помещениях.

Примечания: 1. Во всех климатических районах, кроме I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и II<sub>3</sub>, в нерасчетных соединениях допускается применять болты с подголовком класса точности С и В по ГОСТ 15590-70\* и ГОСТ 7795-70\* без дополнительных видов испытаний, предусмотренных в настоящей таблице.

2. При заказе болтов классов прочности 6.6; 8.8; 10.9 по ГОСТ 1759.4-87\* следует указывать марки стали.

3. При заказе болтов классов прочности 4.8 и 5.8 необходимо указывать, что применение автоматной стали не допускается.

4. Высокопрочные болты по ГОСТ 22356-77\* из стали марки 40X «селект» без регулируемого натяжения применяются в тех же конструкциях, что и болты класса прочности 10.9.

## Определение расчетных сопротивлений одноболтовых соединений

| Напряженное состояние          | Условное обозначение | Расчетные сопротивления одноболтовых соединений |                        |                        |                                                                                                   |
|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                      | срезу и растяжению болтов классов               |                        |                        | смятию соединяемых элементов из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см <sup>2</sup> ) |
|                                |                      | 4.6; 5.6; 6.6                                   | 4.8; 5.8               | 8.8; 10.9              |                                                                                                   |
| Срез                           | $R_{bs}$             | $R_{bs} = 0,38 R_{bun}$                         | $R_{bs} = 0,4 R_{bun}$ | $R_{bs} = 0,4 R_{bun}$ | -                                                                                                 |
| Растяжение                     | $R_{bt}$             | $R_{bt} = 0,42 R_{bun}$                         | $R_{bt} = 0,4 R_{bun}$ | $R_{bt} = 0,5 R_{bun}$ | -                                                                                                 |
| Смятие:                        |                      |                                                 |                        |                        |                                                                                                   |
| а) болты класса точности А     | $R_{bp}$             | -                                               | -                      | -                      | $R_{bp} = (0,6 + 410 \cdot R_{un} / E) \cdot R_{un}$                                              |
| б) болты класса точности В и С |                      | -                                               | -                      | -                      | $R_{bp} = (0,6 + 340 \cdot R_{un} / E) \cdot R_{un}$                                              |

Примечание. Допускается применять высокопрочные болты без регулируемого натяжения из стали марки 40X «селект», при этом расчетные сопротивления  $R_{bs}$  и  $R_{bt}$  следует определять как для болтов класса 10.9, а расчетное сопротивление  $R_{bp}$  как для болтов класса точности В и С.

Высокопрочные болты по ТУ 14-4-1345-85 допускается применять только при их работе на растяжение.

## Расчетные сопротивления смятию элементов, соединяемых болтами (начало)

| Временное сопротивление стали соединяемых элементов, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> ) | Расчетные сопротивления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), смятию элементов, соединяемых болтами |                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                                                 | класса точности А                                                                          | классов точности В и С, высокопрочных без регулируемого натяжения |
| 360 (37)                                                                        | 475 (4800)                                                                                 | 430 (4350)                                                        |
| 365 (37)                                                                        | 485 (4900)                                                                                 | 440 (4450)                                                        |
| 370 (38)                                                                        | 495 (5100)                                                                                 | 450 (4600)                                                        |
| 380 (39)                                                                        | 515 (5300)                                                                                 | 465 (4800)                                                        |
| 390 (40)                                                                        | 535 (5500)                                                                                 | 485 (5000)                                                        |
| 400 (41)                                                                        | 560 (5750)                                                                                 | 505 (5200)                                                        |



## Расчетные сопротивления смятию элементов, соединяемых болтами (продолжение)

| Временное сопротивление стали<br>соединяемых элементов, МПа<br>(кгс/мм <sup>2</sup> ) | Расчетные сопротивления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ),<br>смятию элементов, соединяемых болтами |                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       | класса точности А                                                                             | классов точности В и С, высокопрочных<br>без регулируемого натяжения |
| 430 (44)                                                                              | 625 (6400)                                                                                    | 565 (5800)                                                           |
| 440 (45)                                                                              | 650 (6650)                                                                                    | 585 (6000)                                                           |
| 450 (46)                                                                              | 675 (6900)                                                                                    | 605 (6200)                                                           |
| 460 (47)                                                                              | 695 (7150)                                                                                    | 625 (6400)                                                           |
| 470 (48)                                                                              | 720 (7350)                                                                                    | 645 (6600)                                                           |
| 480 (49)                                                                              | 745 (7600)                                                                                    | 670 (6850)                                                           |
| 490 (50)                                                                              | 770 (7850)                                                                                    | 690 (7050)                                                           |
| 500 (51)                                                                              | 795 (8150)                                                                                    | 710 (7250)                                                           |
| 510 (52)                                                                              | 825 (8400)                                                                                    | 735 (7500)                                                           |
| 520 (53)                                                                              | 850 (8650)                                                                                    | 760 (7750)                                                           |
| 530 (54)                                                                              | 875 (8950)                                                                                    | 780 (7950)                                                           |
| 540 (55)                                                                              | 905 (9200)                                                                                    | 805 (8200)                                                           |
| 570 (58)                                                                              | 990 (10050)                                                                                   | 880 (8950)                                                           |
| 590 (60)                                                                              | 1045 (10600)                                                                                  | 930 (9450)                                                           |

Пр и м е ч а н и е . Значения расчетных сопротивлений получены по выше указанным формулам с округлением до 5 МПа (50 кгс/см<sup>2</sup>).

### Расчетные сопротивления срезу и растяжению болтов

| Напряженное<br>состояние | Условное<br>обозначение | Расчетное сопротивление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), болтов классов |           |           |           |           |           |           |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                          |                         | 4.6                                                                 | 4.8       | 5.6       | 5.8       | 6.6       | 8.8       | 10.9      |
| Срез                     | $R_{bs}$                | 150(1500)                                                           | 160(1600) | 190(1900) | 200(2000) | 230(2300) | 320(3200) | 400(4000) |
| Растяжение               | $R_{bt}$                | 170(1700)                                                           | 160(1600) | 210(2100) | 200(2000) | 250(2500) | 400(4000) | 500(5000) |

Пр и м е ч а н и е . В таблице указаны значения расчетных сопротивлений для одноболтовых соединений, вычисленные по выше указанным формулам с округлением до 5 МПа (50 кгс/см<sup>2</sup>).

### Определение расчетных сопротивлений болтов и стальной проволоки

| Напряженное состояние                                                                           | Условное<br>обозначение | Расчетные<br>сопротивления |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Растяжение фундаментных болтов                                                                  | $R_{ba}$                | $R_{ba}=0.5 \cdot R$       |
| Растяжение U-образных болтов                                                                    | $R_{bv}$                | $R_{bv}=0.45 \cdot R_{un}$ |
| Растяжение высокопрочных болтов ( $R_{bun}$ - наименьшее временное сопротивление болта разрыву) | $R_{bh}$                | $R_{bh}=0.7 \cdot R_{bun}$ |
| Растяжение высокопрочной стальной проволоки применяемой в виде пучков или прядей                | $R_{dh}$                | $R_{dh}=0.63 \cdot R_{un}$ |

Значение расчетного сопротивления (усилия) растяжению стального каната следует принимать равным значению разрывного усилия каната в целом, установленному государственными стандартами или техническими условиями на стальные канаты, деленному на коэффициент надежности  $\gamma_m = 1,6$ .

### Расчетные сопротивления растяжению фундаментных болтов

| Диаметр<br>болтов,<br>мм | Расчетные сопротивления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ),<br>болтов из стали марок |                            |                             |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                          | ВСтЗкп2 по ГОСТ 380-71** (с<br>1990 г. ГОСТ 535-88)                           | 09Г2С<br>по ГОСТ 19281-73* | 10Г2С1<br>по ГОСТ 19281-73* |
| 12, 16, 20               | 185 (1900)                                                                    | 235 (2400)                 | 240 (2450)                  |
| 24, 30                   | 185 (1900)                                                                    | 230 (2350)                 | 235 (2400)                  |
| 36, 42, 48, 56           | 185 (1900)                                                                    | 225 (2300)                 | 225 (2300)                  |
| 64, 72, 80               | 185 (1900)                                                                    | 220 (2250)                 | 215 (2200)                  |
| 90, 100                  | 185 (1900)                                                                    | 215 (2200)                 | 215 (2200)                  |
| 110, 125, 140            | 185 (1900)                                                                    | 215 (2200)                 | -                           |

Пр и м е ч а н и е . Значения расчетных сопротивлений получены по выше указанным формулам с округлением до 5 МПа (50 кгс/см<sup>2</sup>).

### Механические свойства высокопрочных болтов по ГОСТ 22356-77\*

| Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм | Марка стали по ГОСТ 4543-71* | Наименьшее временное сопротивление $R_{\text{вн}}$ , Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| От 16 до 27                         | 40Х «селект»                 | 1100 (110)                                                                                    |
|                                     | 30ХЗМФ, 30Х2НМФА             | 1350 (135)                                                                                    |
| 30                                  | 40Х «селект»                 | 950 (95)                                                                                      |
|                                     | 30ХЗМФ, 35Х2АФ               | 1200 (120)                                                                                    |
| 36                                  | 40Х «селект»                 | 750 (75)                                                                                      |
|                                     | 30ХЗМФ                       | 1100 (110)                                                                                    |
| 42                                  | 40Х «селект»                 | 650 (65)                                                                                      |
|                                     | 30ХЗМФ                       | 1000 (100)                                                                                    |
| 48                                  | 40Х «селект»                 | 600 (60)                                                                                      |
|                                     | 30ХЗМФ                       | 900 (90)                                                                                      |

### Площади сечения болтов согласно СТ СЭВ 180-75, СТ СЭВ 181-75 и СТ СЭВ 182-75

| $d$ , мм                | 16   | 18   | 20   | 22   | 24   | 27   | 30   | 36    | 42    | 48    |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| $A_b$ , см <sup>2</sup> | 2,01 | 2,54 | 3,14 | 3,80 | 4,52 | 5,72 | 7,06 | 10,17 | 13,85 | 18,09 |
| $A_b$ , см <sup>2</sup> | 1,57 | 1,92 | 2,45 | 3,03 | 3,52 | 4,39 | 5,60 | 8,16  | 11,20 | 14,72 |

\* Болты указанных диаметров применять не рекомендуется.

## 4. ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ

### Физические характеристики материалов для стальных конструкций

| Характеристика                                                                    | Значение                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Плотность $\rho$ , кг / м <sup>3</sup> :                                          |                                         |
| проката и стальных отливок                                                        | 7850                                    |
| отливок из чугуна                                                                 | 7200                                    |
| Коэффициент линейного расширения $\alpha$ , °С <sup>-1</sup>                      | $0,12 \cdot 10^{-4}$                    |
| Модуль упругости $E$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ):                                |                                         |
| прокатной стали и стальных отливок                                                | $2,06 \cdot 10^5$ ( $2,1 \cdot 10^6$ )  |
| отливок из чугуна марок:                                                          |                                         |
| СЧ15                                                                              | $0,83 \cdot 10^5$ ( $0,85 \cdot 10^6$ ) |
| СЧ20, СЧ25, СЧ30                                                                  | $0,98 \cdot 10^5$ ( $1,0 \cdot 10^6$ )  |
| пучков и прядей параллельных проволок                                             | $1,96 \cdot 10^5$ ( $2,0 \cdot 10^6$ )  |
| канатов стальных:                                                                 |                                         |
| спиральных и закрытых несущих                                                     | $1,67 \cdot 10^5$ ( $1,7 \cdot 10^6$ )  |
| двойной свивки                                                                    | $1,47 \cdot 10^5$ ( $1,5 \cdot 10^6$ )  |
| двойной свивки с неметаллическим сердечником                                      | $1,27 \cdot 10^5$ ( $1,3 \cdot 10^6$ )  |
| Модуль сдвига прокатной стали и стальных отливок $G$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | $0,78 \cdot 10^5$ ( $0,81 \cdot 10^6$ ) |
| Коэффициент поперечной деформации (Пуассона) $\nu$                                | 0,3                                     |

П р и м е ч а н и е . Значения модуля упругости даны для канатов, предварительно вытянутых усилием не менее 60 % разрывного усилия для каната в целом.

### Физические характеристики проводов и проволоки (начало)

| Наименование материалов              | Марка и номинальное сечение, мм <sup>2</sup> | Модуль упругости $E$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Коэффициент линейного расширения $\alpha$ ; °С <sup>-1</sup> |
|--------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Алюминиевые провода по ГОСТ 839-80*Е | А, АКП; 16-800                               | $0,630 \cdot 10^5$ ( $0,642 \cdot 10^6$ )         | $0,23 \cdot 10^{-4}$                                         |
| Медные провода по ГОСТ 839-80*Е      | М; 4-800                                     | $1,300 \cdot 10^5$ ( $1,326 \cdot 10^6$ )         | $0,17 \cdot 10^{-4}$                                         |



### Физические характеристики проводов и проволоки (продолжение)

| Наименование материалов                                                                             | Марка и номинальное сечение, мм <sup>2</sup> | Модуль упругости $E$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Коэффициент линейного расширения $\alpha$ ; °С <sup>-1</sup> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Сталеалюминиевые провода по ГОСТ 839-80*Е при отношении площадей алюминия к стали, равном:          | АС, АСК; АСКП, АСКС                          |                                                   |                                                              |
| 6-6,25                                                                                              | 10 и более                                   | $0,825 \cdot 10^5$ ( $0,841 \cdot 10^6$ )         | $0,192 \cdot 10^{-4}$                                        |
| 0,65                                                                                                | 95                                           | $1,460 \cdot 10^5$ ( $1,489 \cdot 10^6$ )         | $0,139 \cdot 10^{-4}$                                        |
| 4,29-4,39                                                                                           | 120 и более                                  | $0,890 \cdot 10^5$ ( $0,907 \cdot 10^6$ )         | $0,183 \cdot 10^{-4}$                                        |
| 7,71-8,04                                                                                           | 150 и более                                  | $0,770 \cdot 10^5$ ( $0,785 \cdot 10^6$ )         | $0,198 \cdot 10^{-4}$                                        |
| 1,46                                                                                                | 185 и более                                  | $1,140 \cdot 10^5$ ( $1,163 \cdot 10^6$ )         | $0,155 \cdot 10^{-4}$                                        |
| 12,22                                                                                               | 330                                          | $0,665 \cdot 10^5$ ( $0,678 \cdot 10^6$ )         | $0,212 \cdot 10^{-4}$                                        |
| 18,2-18,5                                                                                           | 400 и 500                                    | $0,665 \cdot 10^5$ ( $0,678 \cdot 10^6$ )         | $0,212 \cdot 10^{-4}$                                        |
| Биметаллическая сталемедная проволока по ГОСТ 3822-79* диаметром, мм:                               | БСМ 1                                        |                                                   |                                                              |
| 1,6-4                                                                                               | 2,0-12,5                                     | $1,870 \cdot 10^5$ ( $1,906 \cdot 10^6$ )         | $0,127 \cdot 10^{-4}$                                        |
| 6                                                                                                   | 28,2                                         | $1,900 \cdot 10^5$ ( $1,937 \cdot 10^6$ )         | $0,124 \cdot 10^{-4}$                                        |
| Примечание. Значение массы проводов и проволоки следует принимать по ГОСТ 839-80*Е и ГОСТ 3822-79*. |                                              |                                                   |                                                              |

## 5. УСЛОВИЯ РАБОТЫ И НАЗНАЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

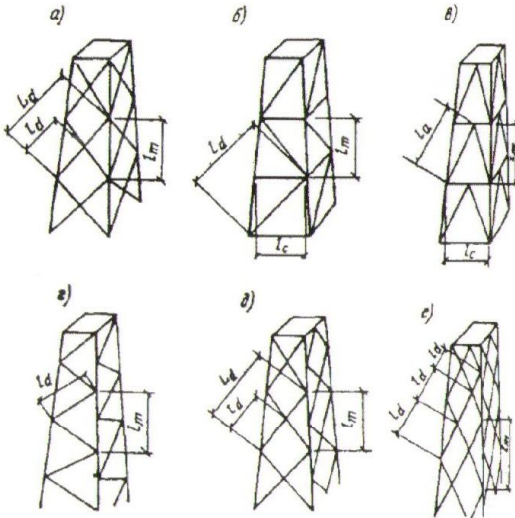
### Коэффициенты надежности и условий работы

|                                                                                                                              |            |                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| При расчете конструкций и соединений следует учитывать:                                                                      |            |                                                                                                                |
| коэффициенты надежности по назначению                                                                                        | $\gamma_n$ | принимаются согласно Правилам учета степени ответственности зданий и сооружений при проектировании конструкций |
| коэффициент надежности для элементов конструкций, рассчитываемых на прочность с использованием расчетных сопротивлений $R_u$ | $\gamma_u$ | $\gamma_u = 1,3$                                                                                               |
| коэффициенты условий работы                                                                                                  | $\gamma_c$ | см. табл. ниже                                                                                                 |
| коэффициенты условий работы соединения                                                                                       | $\gamma_b$ | см. табл. ниже                                                                                                 |

### Коэффициенты условий работы $\gamma_c$ (начало)

| Элементы конструкций                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\gamma_c$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Сплошные балки и сжатые элементы ферм перекрытий под залами театров, клубов, кинотеатров, под трибунами, под помещениями магазинов, книгохранилищ и архивов и т.п. при весе перекрытий, равном или большем временной нагрузки                                                     | 0,9        |
| 2. Колонны общественных зданий и опор водонапорных башен                                                                                                                                                                                                                             | 0,95       |
| 3. Сжатые основные элементы (кроме опорных) решетки составного таврового сечения из уголков сварных ферм покрытий и перекрытий (например, стропильных и аналогичных им ферм) при гибкости $\lambda \geq 60$                                                                          | 0,8        |
| 4. Сплошные балки при расчетах на общую устойчивость при $\varphi_b < 1,0$                                                                                                                                                                                                           | 0,95       |
| 5. Затяжки, тяги, оттяжки, подвески, выполненные из прокатной стали                                                                                                                                                                                                                  | 0,9        |
| 6. Элементы стержневых конструкций покрытий и перекрытий:                                                                                                                                                                                                                            |            |
| а) сжатые (за исключением замкнутых трубчатых сечений) при расчетах на устойчивость                                                                                                                                                                                                  | 0,95       |
| б) растянутые в сварных конструкциях                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,95       |
| в) растянутые, сжатые, а также стыковые накладки в болтовых конструкциях (кроме конструкций на высокопрочных болтах) из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см <sup>2</sup> ), несущих статическую нагрузку, при расчетах на прочность                                   | 1,05       |
| 7. Сплошные составные балки, колонны, а также стыковые накладки из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см <sup>2</sup> ), несущие статическую нагрузку и выполненные с помощью болтовых соединений (кроме соединений на высокопрочных болтах), при расчетах на прочность | 1,1        |

### Коэффициенты условий работы $\gamma_c$ (продолжение)

| Элементы конструкций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     | $\gamma_c$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8. Сечения прокатных и сварных элементов, а также накладок из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см <sup>2</sup> ) в местах стыков, выполненных на болтах (кроме стыков на высокопрочных болтах), несущих статическую нагрузку, при расчетах на прочность:                                                                                                     |                                                                                     |            |
| а) сплошных балок и колонн                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | 1,1        |
| б) стержневых конструкций покрытий и перекрытий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     | 1,05       |
| 9. Сжатые элементы решетки пространственных решетчатых конструкций из одиночных равнополочных или неравнополочных (прикрепляемых большей полкой) уголков:                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                     |            |
| а) прикрепляемые непосредственно к поясам одной полкой сварными швами либо двумя болтами и более, поставленными вдоль уголка:                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |            |
| раскосы по рис. а                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | 0,9        |
| распорки по рис. б, в                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     | 0,9        |
| раскосы по рис. в, г, д                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     | 0,8        |
| б) прикрепляемые непосредственно к поясам одной полкой, одним болтом (кроме указанных в поз. 9, в настоящей таблицы), а также прикрепляемые через фасонку независимо от вида соединения                                                                                                                                                                                     |                                                                                     | 0,75       |
| в) при сложной перекрестной решетке с одноболтовыми соединениями по рис. е                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     | 0,7        |
| 10. Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой (для неравнополочных уголков только меньшей полкой), за исключением элементов конструкций, указанных в поз. 9 настоящей таблицы, раскосов по рис. б, прикрепляемых непосредственно к поясам сварными швами либо двумя болтами и более, поставленными вдоль уголка, и плоских ферм из одиночных уголков |                                                                                     | 0,75       |
| 11. Опорные плиты из стали с пределом текучести до 285 МПа (2900 кгс/см <sup>2</sup> ), несущие статическую нагрузку, толщиной, мм:                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |            |
| а) до 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | 1,2        |
| б) св. 40 до 60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     | 1,15       |
| в) « 60 « 80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | 1,1        |
| Примечания: 1. Коэффициенты условий работы $\gamma_c < 1$ при расчете одновременно учитывать не следует.                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     |            |
| 2. Коэффициенты условий работы, приведенные соответственно в поз. 1 и 6, в; 1 и 7; 1 и 8; 2 и 7; 2 и 8, а; 3 и 6, в, при расчете следует учитывать одновременно.                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |            |
| 3. Коэффициенты условий работы, приведенные в поз. 3; 4; 6, а, в; 7; 8; 9 и 10, а также в поз. 5 и 6, б (кроме стыковых сварных соединений), при расчете соединений рассматриваемых элементов учитывать не следует.                                                                                                                                                         |                                                                                     |            |
| 4. В случаях, не оговоренных в настоящих нормах, в формулах следует принимать $\gamma_c = 1$ .                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |            |



### Коэффициент условий работы соединений $\gamma_b$

| Характеристика соединения                                                                                                                                                         | $\gamma_b$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Многоболтовое в расчетах на срез и смятие при болтах:                                                                                                                          |            |
| класса точности А                                                                                                                                                                 | 1,0        |
| классов точности В и С, высокопрочных с нерегулируемым натяжением                                                                                                                 | 0,9        |
| 2. Одноболтовое и многоболтовое в расчете на смятие при $a = 1,5d$ и $b = 2d$ в элементах конструкций из стали с пределом текучести, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ):                  |            |
| до 285 (2900)                                                                                                                                                                     | 0,8        |
| св. 285 (2900) до 380 (3900)                                                                                                                                                      | 0,75       |
| $a$ - расстояние вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия;<br>$b$ - то же, между центрами отверстий;<br>$d$ - диаметр отверстия для болта.                    |            |
| П р и м е ч а н и я : 1. Коэффициенты, установленные в поз. 1 и 2, следует учитывать одновременно                                                                                 |            |
| 2. При значениях расстояний $a$ и $b$ , промежуточных между указанными в поз. 2 и в таблице «Размещение болтов», коэффициент $\gamma_b$ следует определять линейной интерполяцией |            |

### Размещение болтов

| Характеристика расстояния                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Расстояния при размещении болтов |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Расстояния между центрами болтов в любом направлении:                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |
| а) минимальное                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $2,5d^*$                         |
| б) максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии                                                                                                                                                                                                                                            | $8d$ или $12t$                   |
| в) максимальное в средних рядах, а также в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков:                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |
| при растяжении                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $16d$ или $24t$                  |
| « сжатии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $12d$ или $18t$                  |
| 2. Расстояния от центра болта до края элемента:                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |
| а) минимальное вдоль усилия                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $2d$                             |
| б) то же, поперек усилия:                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |
| при обрезных кромках                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $1,5d$                           |
| « прокатных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $1,2d$                           |
| в) максимальное                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $4d$ или $8t$                    |
| г) минимальное для высокопрочных болтов при любой кромке и любом направлении усилия                                                                                                                                                                                                                                                   | $1,3d$                           |
| * В соединяемых элементах из стали с пределом текучести свыше 380 МПа (3900 кгс/см <sup>2</sup> ) минимальное расстояние между болтами следует принимать равным $3d$ .                                                                                                                                                                |                                  |
| $d$ - диаметр отверстия для болта; $t$ - толщина наиболее тонкого наружного элемента.                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |
| П р и м е ч а н и е . В соединяемых элементах из стали с пределом текучести до 380 МПа (3900 кгс/см <sup>2</sup> ) допускается уменьшение расстояния от центра болта до края элемента вдоль усилия и минимального расстояния между центрами болтов в случаях расчета с учетом соответствующих коэффициентов условий работы соединений |                                  |

## Б.2. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСЕВЫЕ СИЛЫ И ИЗГИБ

### 1. ЦЕНТРАЛЬНО-РАСТЯНУТЫЕ И ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                  |                                                           |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
| 1. Расчет на прочность элементов, подверженных центральному растяжению или сжатию силой $N$ , кроме указанных в следующем пункте                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                  | $N/A_n \leq R_y \gamma_c$ (1)                             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| 2. Расчет на прочность растянутых элементов конструкций из стали с отношением $R_u / \gamma_u > R_y$ , эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  | $N/A_n \leq R_u \gamma_c / \gamma_u$ (2)                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| 3. Расчет на прочность сечений в местах крепления растянутых элементов из одиночных уголков, прикрепляемых одной полкой болтами, следует выполнять по формулам (1) и (2).                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                  | $\gamma_c = a_1 \cdot A_{n1} / A_n + a_2$                 |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| Коэффициент условий работы $\gamma_c$ при расчете на прочность сечений по формуле (2) в местах крепления элементов из одиночных уголков, прикрепляемых одной полкой болтами, поставленными в один ряд, при расстояниях вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия $a \geq 1,5d$ и между центрами отверстий $b \geq 2d$ (здесь $d$ - диаметр отверстия для болта) с пределом текучести до 380 МПа (3900 кгс/см <sup>2</sup> )                                          |                                                                                                                                                  |                                                           |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| $A_n$ - площадь сечения уголка нетто;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                  |                                                           |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| $A_{n1}$ - площадь части сечения прикрепляемой полки уголка между краем отверстия и пером;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                  |                                                           |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| $a_1$ и $a_2$ - коэфф., определяемые по табл. при расстояниях от оси установки болтов до обушка уголка не менее $0,5b$ и до пера не менее $1,2d$ ( $b$ - ширина полки уголка, $d$ - диаметр отверстия для болта). При вычислении значений $A_n$ , $A_{n1}$ и $d$ следует учитывать положительный допуск на диаметр отверстия $d$ .                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |                                                           |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| Коэффициент                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Значения $a_1$ и $a_2$ при количестве болтов в ряду                                                                                              |                                                           |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                                                                                                                                                | 3                                                         | 4             | 5             |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| $a_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,82                                                                                                                                             | 1,49                                                      | 1,20          | 0,87          |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| $a_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,195                                                                                                                                            | 0,37                                                      | 0,48          | 0,61          |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| Для одноболтовых соединений при расстоянии вдоль усилия от края элемента до центра болта $2d \geq a \geq 1,35d$ коэффициент условий работы $\gamma_c$ в формуле (2) следует определять по формуле                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                  | $\gamma_c = \beta \cdot (1,74 \cdot A_{n1} / A_n + 0,05)$ |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| $a$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $2d$                                                                                                                                             | $1,5d$                                                    | $1,35d$       |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| $\beta$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1                                                                                                                                                | 0,85                                                      | 0,65          |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| 4. Расчет на устойчивость сплошностенчатых элементов, подверженных центральному сжатию силой $N$ .<br>Расчет стержней из одиночных уголков на центральное сжатие. При определении гибкости этих стержней радиус инерции сечения уголка $i$ и расчетную длину $l_{ef}$ следует принимать согласно разделам «Расчетные длины элементов плоских ферм и связей», «Расчетные длины элементов пространственных решетчатых конструкций» и «Расчетные длины элементов структурных конструкций». |                                                                                                                                                  | $N/(\varphi \cdot A) \leq R_y \gamma_c$ (3)               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
| Гиб-<br>кость<br>$\lambda$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Коэффициенты $\varphi$ продольного изгиба для центрально-сжатых элементов из стали с расчетным сопротивлением $R_y$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                           |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 200<br>(2050)                                                                                                                                    | 240<br>(2450)                                             | 280<br>(2850) | 320<br>(3250) | 360<br>(3650) | 400<br>(4100) | 440<br>(4500) | 480<br>(4900) | 520<br>(5300) | 560<br>(5700) | 600<br>(6100) | 640<br>(6550) |  |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 988                                                                                                                                              | 987                                                       | 985           | 984           | 983           | 982           | 981           | 980           | 979           | 978           | 977           | 977           |  |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 967                                                                                                                                              | 962                                                       | 959           | 955           | 952           | 949           | 946           | 943           | 941           | 938           | 936           | 934           |  |
| 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 939                                                                                                                                              | 931                                                       | 924           | 917           | 911           | 905           | 900           | 895           | 891           | 887           | 883           | 879           |  |
| 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 906                                                                                                                                              | 894                                                       | 883           | 873           | 863           | 854           | 846           | 839           | 832           | 825           | 820           | 814           |  |
| 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 869                                                                                                                                              | 852                                                       | 836           | 822           | 809           | 796           | 785           | 775           | 764           | 746           | 729           | 712           |  |
| 60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 827                                                                                                                                              | 805                                                       | 785           | 766           | 749           | 721           | 696           | 672           | 650           | 628           | 608           | 588           |  |
| 70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 782                                                                                                                                              | 754                                                       | 724           | 687           | 654           | 623           | 595           | 568           | 542           | 518           | 494           | 470           |  |
| 80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 734                                                                                                                                              | 686                                                       | 641           | 602           | 566           | 532           | 501           | 471           | 442           | 414           | 386           | 359           |  |
| 90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 665                                                                                                                                              | 612                                                       | 565           | 522           | 483           | 447           | 413           | 380           | 349           | 326           | 305           | 287           |  |
| 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 599                                                                                                                                              | 542                                                       | 493           | 448           | 408           | 369           | 335           | 309           | 286           | 267           | 250           | 235           |  |
| 110                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 537                                                                                                                                              | 478                                                       | 427           | 381           | 338           | 306           | 280           | 258           | 239           | 223           | 209           | 197           |  |
| 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 479                                                                                                                                              | 419                                                       | 366           | 321           | 287           | 260           | 237           | 219           | 203           | 190           | 178           | 167           |  |
| 130                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 425                                                                                                                                              | 364                                                       | 313           | 276           | 247           | 223           | 204           | 189           | 175           | 163           | 153           | 145           |  |
| 140                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 376                                                                                                                                              | 315                                                       | 272           | 240           | 215           | 195           | 178           | 164           | 153           | 143           | 134           | 126           |  |
| 150                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 328                                                                                                                                              | 276                                                       | 239           | 211           | 189           | 171           | 157           | 145           | 134           | 126           | 118           | 111           |  |

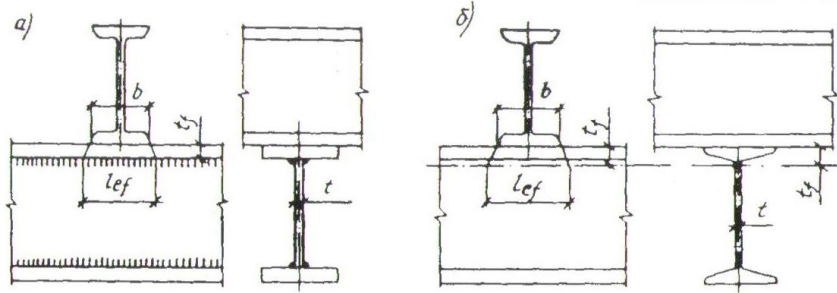


| Гиб-<br>кость<br>$\lambda$ | Коэффициенты $\varphi$ продольного изгиба для центрально-сжатых элементов из стали с расчетным сопротивлением $R_y$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                            | 200<br>(2050)                                                                                                                                    | 240<br>(2450) | 280<br>(2850) | 320<br>(3250) | 360<br>(3650) | 400<br>(4100) | 440<br>(4500) | 480<br>(4900) | 520<br>(5300) | 560<br>(5700) | 600<br>(6100) | 640<br>(6550) |
| 160                        | 290                                                                                                                                              | 244           | 212           | 187           | 167           | 152           | 139           | 129           | 120           | 112           | 105           | 099           |
| 170                        | 259                                                                                                                                              | 218           | 189           | 167           | 150           | 136           | 125           | 115           | 107           | 100           | 094           | 089           |
| 180                        | 233                                                                                                                                              | 196           | 170           | 150           | 135           | 123           | 112           | 104           | 097           | 091           | 085           | 081           |
| 190                        | 210                                                                                                                                              | 177           | 154           | 136           | 122           | 111           | 102           | 094           | 088           | 082           | 077           | 073           |
| 200                        | 191                                                                                                                                              | 161           | 140           | 124           | 111           | 101           | 093           | 086           | 080           | 075           | 071           | 067           |
| 210                        | 174                                                                                                                                              | 147           | 128           | 113           | 102           | 093           | 085           | 079           | 074           | 069           | 065           | 062           |
| 220                        | 160                                                                                                                                              | 135           | 118           | 104           | 094           | 086           | 077           | 073           | 068           | 064           | 060           | 057           |

Примечание. Значения коэффициентов  $\varphi$  в таблице увеличены в 1000 раз.

## 2. ИЗГИБАЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

### Расчет на прочность изгибаемых элементов (начало)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Расчет элементов (кроме балок с гибкой стенкой, с перфорированной стенкой и подкрановых балок), изгибаемых в одной из главных плоскостей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | $M / W_{n,min} \leq R_y \gamma_c$ (1)                                                                                                                                                           |
| Значения касат. напряж. $\tau$ в сечениях изгиб. эл. должны удовлетворять условию                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | $\tau = Q^* S / J_1 \leq R_y \gamma_c$ (2)                                                                                                                                                      |
| При наличии ослабления стенки отверстиями для болтов значения $\tau$ в фор. (2) следует умножать на коэф. $\alpha$ , определяемый по фор. (3), $a$ – шаг; $d$ – диам. отвер.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | $\alpha = a / (a - d)$ (3)                                                                                                                                                                      |
| 2. Для расчета на прочность стенки балки в местах приложения нагрузки к верхнему поясу, а также в опорных сечениях балки, не укрепленных ребрами жесткости, следует определять местное напряжение $\sigma_{loc}$ по формуле                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | $\sigma_{loc} = \frac{F}{t l_{ef}} \leq R_y \gamma_c$ (4)                                                                                                                                       |
| где $F$ – расчетн. знач. нагрузки (силы); $l_{ef}$ – услов. дл. распрд. нагрузки, определяемая в зависим. от условий опирания; для случая опирания, изображ. на рис.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | $l_{ef} = b + 2t_f$ (5)                                                                                                                                                                         |
|  <p>Схемы для определения длины распределения нагрузки на балку<br/>а - сварную; б - прокатную</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | $t_f$ – толщина верхнего пояса балки, если нижняя балка сварная (рис. а), или расстояние от наружной грани полки до начала внутреннего закругления стенки, если нижняя балка прокатная (рис. б) |
| 3. Для стенок балок, рассчитанных по фор.(1), должны выполняться усл.<br>$\sigma_x = \frac{M}{J_n} y$ где $\sigma_x$ – нормальные напряжения в срединной плоскости стенки, параллельные оси балки; $\sigma_y$ – то же, перпендикулярные оси балки, в том числе $\sigma_{loc}$ , определяемое по формуле (4); $\tau_{xy}$ – касательное напряжение, вычисляемое по формуле (2) с учетом формулы (3).<br>Напряжения $\sigma_x$ и $\sigma_y$ , принимаемые в формуле (6) со своими знаками, а также $\tau_{xy}$ следует определять в одной и той же точке балки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | $\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c$ $\tau_{xy} \leq R_s \gamma_c$ (6)                                                                    |
| 4. Расчет на устойчивость балок двутаврового сечения, изгибаемых в плоскости стенки и удовлетворяющих требованиям пп. 1 и 3, следует выполнять по фор.(7) где $W_c$ – следует определять для сжатого пояса; $\varphi_b$ – коэфф., определяемый по табл. «Коэффициенты $\varphi_b$ для расчета балок на устойчивость».<br>При определении значения $\varphi_b$ за расчетную длину балки $l_{ef}$ следует принимать расстояние между точками закрепления сжатого пояса от поперечных смещений (узлами продольных или поперечных связей, точками крепления жесткого настила); при отсутствии связей $l_{ef} = l$ (где $l$ – пролет балки) за расчетную длину консоли следует принимать $l_{ef} = l$ при отсутствии закрепления сжатого пояса на конце консоли в горизонтальной плоскости (здесь $l$ – длина консоли); расстояние между точками закрепления сжатого пояса в горизонтальной плоскости при закреплении пояса на конце и по длине консоли. |  | $M / (\varphi_b W_c) \leq R_y \gamma_c$ (7)                                                                                                                                                     |

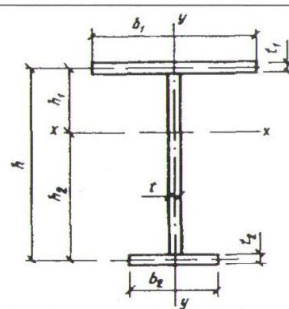


## Расчет на прочность изгибаемых элементов (продолжение)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5. Устойчивость балок не требуется проверять:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>а)</b> при передаче нагрузки через сплошной жесткий настил, непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки и надежно с ним связанный (плиты железобетонные из тяжелого, легкого и ячеистого бетона, плоский и профилированный металлический настил, волнистую сталь и т.п.);</p> <p><b>б)</b> при отношении расчетной длины балки <math>l_{ef}</math> к ширине сжатого пояса <math>b</math>, не превышающем значений, определяемых по формулам (см.табл.ниже) для балок симмет-ого двутаврового сечения и с более разви-тым сжат. поясом, для которых ширина растяг-го пояса составляет не менее 0,75 ширины сжатого пояса</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Место приложения нагрузки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Наибольшие значения $l_{ef} / b$ , при которых не требуется расчет на устой-чивость прокатных и сварных балок (при $1 \leq h / b < 6$ и $15 \leq b / t \leq 35$ )                                                                                                                                                                                                    |
| К верхнему поясу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $\frac{l_{ef}}{b} = \left[ 0,35 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left( 0,76 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}$                                                                                                                                                                                                                              |
| К нижнему поясу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\frac{l_{ef}}{b} = \left[ 0,57 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left( 0,92 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}$                                                                                                                                                                                                                              |
| Независимо от уровня прило-жения нагрузки при расчете участка балки между связями или при чистом изгибе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $\frac{l_{ef}}{b} = \left[ 0,41 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left( 0,73 - 0,016 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}$                                                                                                                                                                                                                             |
| Обозначения, принятые в табл.: $b$ и $t$ - соответственно ширина и толщина сжатого пояса;<br>$h$ - расстояние (высота) между осями поясных листов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>П р и м е ч а н и я . 1. Для балок с поясными соединениями на высокопрочных болтах значения <math>l_{ef} / b</math>, получаемые по формулам этой табл. следует умножать на коэффициент 1,2.</p> <p>2. Для балок с отношением <math>b / t &lt; 15</math> в формулах табл. следует принимать <math>b / t = 15</math>.</p> <p>Закрепление сжатого пояса в горизонтальной плоскости должно быть рассчитано на фактическую или условную поперечную силу. При этом условную поперечную силу <math>Q_{fic}</math> следует определять:</p>                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| при закреплении в отдельных точках                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | при непрерывном закреплении                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| $Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} (2330 - E / R_y) N / \varphi$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $q_{fic} = 3Q_{fic} / l$ - условная поперечная сила на единицу длины пояса балки                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| $\varphi$ - коэфф. прод. изгиба следует определять при гибкости $\lambda = l_{ef} / i$ (здесь $i$ - радиус инерции сечения сжатого пояса в горизонтальной плоскости)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\varphi = 1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| $N = (A_f + 0,25 A_w) R_y$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>6. Расчет на прочность элементов, изгибаемых в двух главных плоскостях,</b> следует выполнять по формуле, где <math>x</math> и <math>y</math> - координаты рассматриваемой точки сечения относительно главных осей. В балках значения напряжений в стенке балки должны быть проверены по фор. (2) и (6) в двух главных плоскостях изгиба. При выполнении требований п. 5, а проверка устойчивости балок, изгибаемых в двух плоскостях, не требуется.</p>                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| $\frac{M_x}{J_{xn}} y \pm \frac{M_y}{J_{yn}} x \leq R_y \gamma_c \quad (8)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Коэффициенты <math>\psi_b</math> для расчета балок на устойчивость</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>1.</b> Для балок двутаврового сечения с двумя осями симметрии для определения коэфф. <math>\varphi_b</math> необходимо вычислить коэфф. <math>\varphi_1</math> по формуле, где значения <math>\psi</math> следует принимать по ниже приведенным табл. в зависимости от характера нагрузки и параметра <math>\alpha</math>, который должен вычисляться по формулам:</p>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| для прокатных двутавров                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | для сварных двутавров, составленных из трех листов, а также для дву-тавровых балок с поясными соединениями на высокопрочных болтах                                                                                                                                                                                                                                   |
| $\alpha = 1,54 \frac{J_t}{J_y} \left( \frac{l_{ef}}{h} \right)^2 \quad (2)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $\alpha = 8 \left( \frac{l_{ef} t_1}{h b_f} \right)^2 \left( 1 + \frac{a t^3}{b_f t_1^3} \right) \quad (3)$                                                                                                                                                                                                                                                          |
| где $l_{ef}$ - расчетная длина балки или консоли, определяемая согласно требованиям п. 4 табл. «Изгибаемые элементы»;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | где обозначено:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| $h$ - полная высота сечения;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | для сварных двутавров: $t$ - толщина стенки; $b_f$ и $t_1$ - ширина и толщина пояса балки; $h$ - расстояние между осями поясов; $a$ - размер, равный $0,5h$ ;                                                                                                                                                                                                        |
| $J_t$ - момент инерции сечения при кручении;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | для двутавровых балок с поясными соединениями на высокопроч.болтах: $t$ - сумма толщин стенки и вертик-х поясных уголков; $b_f$ - ширина листов пояса; $t_1$ - сумма толщин листов пояса и горизон. полки поясного уголка; $h$ - расстояние между осями пакета поясных листов; $a$ - ширина вертик-ой полки поясного уголка за вычетом толщины горизонтальной полки. |

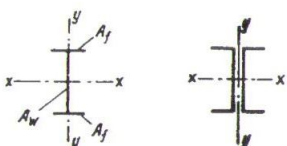
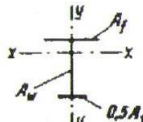
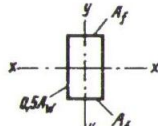
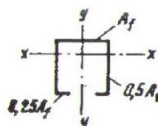
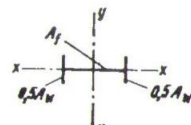
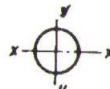
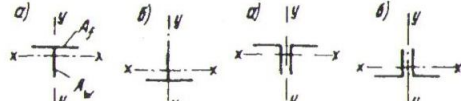
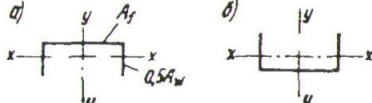


| Коэффициенты $\psi$ для двутавровых балок с двумя осями симметрии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|
| Кол. закрепл-ий сжатого пояса в пролете                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Вид нагрузки в пролете     | Нагруженный пояс                                                                     | Формулы для $\psi$ при значениях $a$ |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |                                                                                      | $0,1 \leq a \leq 40$                 | $0,1 \leq a \leq 40$                         |
| Без закреплений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Сосредоточенная            | Верхний                                                                              | $\psi = 1,75 + 0,09a$                | $\psi = 3,3 + 0,053a - 4,5 \cdot 10^{-5}a^2$ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            | Нижний                                                                               | $\psi = 5,05 + 0,09a$                | $\psi = 6,6 + 0,053a - 4,5 \cdot 10^{-5}a^2$ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Равномерно распределенная  | Верхний                                                                              | $\psi = 1,6 + 0,08a$                 | $\psi = 3,15 + 0,04a - 2,7 \cdot 10^{-5}a^2$ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            | Нижний                                                                               | $\psi = 3,8 + 0,08a$                 | $\psi = 5,35 + 0,04a - 2,7 \cdot 10^{-5}a^2$ |
| Два и более, делящих пролет на равн. части                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Любая                      | Любой                                                                                | $\psi = 2,25 + 0,07a$                | $\psi = 3,6 + 0,04a - 3,5 \cdot 10^{-5}a^2$  |
| Одно в середине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Сосред. в центре           | Любой                                                                                | $\psi = 1,75\psi_1$                  | $\psi = 1,75\psi_1$                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Сосредоточенная в четверти | Верхний                                                                              | $\psi = 1,14\psi_1$                  | $\psi = 1,14\psi_1$                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            | Нижний                                                                               | $\psi = 1,6\psi_1$                   | $\psi = 1,6\psi_1$                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Равномерно распределенная  | Верхний                                                                              | $\psi = 1,14\psi_1$                  | $\psi = 1,14\psi_1$                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            | Нижний                                                                               | $\psi = 1,3\psi_1$                   | $\psi = 1,3\psi_1$                           |
| Примечание. Значен. $\psi_1$ следует принимать равным $\psi$ при двух и более закрепл. сжат. пояса в пролете.                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| Коэффициенты $\psi$ для жестко заделанных консолей двутаврового сечения с двумя осями симметрии                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| Вид нагрузки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Нагруженный пояс           | Формулы для $\psi$ при отсутствии закреплений сжатого пояса и при значениях $a$      |                                      |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            | $4 \leq a \leq 28$                                                                   | $28 < a \leq 100$                    |                                              |
| Сосредоточенная на конце консоли                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Верхний                    | $\psi = 1,0 + 0,16a$                                                                 | $\psi = 4,0 + 0,05a$                 |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Нижний                     | $\psi = 6,2 + 0,08a$                                                                 | $\psi = 7,0 + 0,05a$                 |                                              |
| Равномерно распределенная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Верхний                    | $\psi = 1,42\sqrt{a}$                                                                |                                      |                                              |
| Примечание. При наличии закреплений сжатого пояса в горизонтальной плоскости на конце или по длине консоли коэффициенты $\psi$ следует определять как для консоли без закреплений, кроме случая сосредоточенной нагрузки, приложенной к верхнему поясу на конце консоли, при котором $\psi = 1,75\psi_1$ (значение $\psi_1$ следует принимать согласно примечанию предыдущей табл.) |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| Значение $\varphi_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            | Коэффициенты $\varphi_b$                                                             |                                      |                                              |
| $\varphi_1 \leq 0,85$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            | $\varphi_b = \varphi_1$                                                              |                                      |                                              |
| $\varphi_1 > 0,85$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            | $\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi_1$                                                   |                                      |                                              |
| Значение коэффициента $\varphi_b$ необходимо принимать не более 1,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| 2. Для балок двутаврового сечения с одной осью симметрии для определения коэффициента $\varphi_b$ необходимо вычислить коэффициенты $\varphi_1$ и $\varphi_2$ по формулам:                                                                                                                                                                                                          |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| $\varphi_1 = \psi \frac{J_y}{J_x} \frac{2hh_1}{l_{ef}^2} \frac{E}{R_y}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                            | $\varphi_2 = \psi \frac{J_y}{J_x} \frac{2hh_2}{l_{ef}^2} \frac{E}{R_y}$              |                                      |                                              |
| где $h_1$ - расстояние от центра тяжести сечения до оси более развитого пояса;                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| $h_2$ - то же, до оси менее развитого пояса;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| $l_{ef}$ - имеет то же значение, что и в формуле (2);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| $\psi$ - коэффициент, вычисляемый по формуле $\psi = D(B + \sqrt{B^2 + C})$                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| Коэффициенты $D$ и $C$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| Вид нагрузки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $D$                        | Коэффициент $C$ при сечении                                                          |                                      |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            | двутавровом $n < 0,9$                                                                | тавровом $n = 1$                     |                                              |
| Сосредоточенная в середине пролета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3,265                      | $0,330\mu$                                                                           | $0,0826a$                            |                                              |
| Равномерно распределенная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,247                      | $0,481\mu$                                                                           | $0,1202a$                            |                                              |
| Обозначения, принятые в таблице                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            | $n = \frac{J_1}{J_1 + J_2}; \mu = n(1 - n)(9,87 + a_1),$                             |                                      |                                              |
| $J_1$ и $J_2$ - моменты инерции соответственно большего и меньшего поясов относ-но оси симметрии сечения;                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            | $\alpha_1 = 0,385 \frac{J_1(J_1 + J_2)}{J_1 J_2} \left( \frac{l_{ef}}{h} \right)^2,$ |                                      |                                              |
| $a$ - следует определять по формуле (2), в которой момент инерции сечения при кручении $J_t = \delta/3 * (\sum b_i t_i^3)$                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| $b_i$ и $t_i$ - соответственно ширина и толщина листов, образующих сечение;                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |                                                                                      |                                      |                                              |
| $\delta = 1,25$ - для двутаврового сечения с одной осью симметрии; $\delta = 1,20$ - для таврового сечения                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |                                                                                      |                                      |                                              |



| Коэффициент В                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|
| Схема сечения и место приложения нагрузки                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Коэффициент В при нагрузке                                                                                           |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | сосредоточенной в середине пролета                                                                                   | равномерно распределенной                                                                                                                             | вызывающей чистый изгиб            |            |                         |            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                          | $\delta$                                                                                                             | $\mu$                                                                                                                                                 | $\beta$                            |            |                         |            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                          | $\delta-1$                                                                                                           | $\mu-1$                                                                                                                                               | $\beta$                            |            |                         |            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                          | $1-\delta$                                                                                                           | $1-\mu$                                                                                                                                               | $-\beta$                           |            |                         |            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                          | $-\delta$                                                                                                            | $-\mu$                                                                                                                                                | $-\beta$                           |            |                         |            |                         |
| Обозначения, принятые в таблице:<br>$\delta = n + 0,734\beta$ ; $\mu = n + 1,145\beta$ ;                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                      | $\beta = \left\{ 0,47 - 0,035 \left( \frac{b_1}{h} \right) \left[ 1 + \frac{b_1}{h} - 0,072 \left( \frac{b_1}{h} \right)^2 \right] \right\} (2n - 1)$ |                                    |            |                         |            |                         |
| $b_1$ - ширина более развитого пояса балки; $n$ - обозначение то же, что и в табл. «Коэффициенты D и C»                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| Для двутавровых сечений при $0,9 < n < 1,0$ коэффициенты $\psi$ следует определять линейной интерполяцией между значениями, полученными по формуле $\psi = D(B + \sqrt{B^2 + C})$ для двутавровых сечений при $n = 0,9$ и для тавровых при $n = 1$ .                                                                      |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| Для таврового сечения при сосредоточенной или равномерно распределенной нагрузке и $\alpha < 40$ коэффициенты $\psi$ следует умножать на $(0,8 + 0,004\alpha)$ .                                                                                                                                                          |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| При $n > 0,7$ и $5 \leq l_{ef} / b_2 \leq 25$ значение коэффициента $\varphi_2$ необходимо уменьшить умножением на $(1,025 - 0,015l_{ef} / b_2)$ и принимать при этом не более 0,95.                                                                                                                                      |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| Значения $l_{ef} / b_2 > 25$ в балках с менее развитым сжатым поясом не допускаются.                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| Значен. коэф. $\varphi_b$ в ф. (7) разд. «Изгибаемые элементы» необходимо принимать по след. таб., но не $> 1,0$ .                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| Значение $\varphi_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Коэффициенты $\varphi_b$ при сжатом поясе                                                                            |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | более развитом                                                                                                       |                                                                                                                                                       | менее развитом                     |            |                         |            |                         |
| $\varphi_2 \leq 0,85$                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\varphi_b = \varphi_1$                                                                                              |                                                                                                                                                       | $\varphi_b = \varphi_2$            |            |                         |            |                         |
| $\varphi_2 > 0,85$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $\varphi_b = \varphi_1 \left[ 0,21 + 0,68 \times \left( \frac{n}{\varphi_1} + \frac{1-n}{\varphi_2} \right) \right]$ |                                                                                                                                                       | $\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi_2$ |            |                         |            |                         |
| <b>3.</b> Для балок швеллерного сечения коэфф. $\varphi_b$ следует определять как для балок симмет-ого двутаврового сечения; при этом значения $\alpha$ необходимо вычислять по ф. (2), а вычисленные знач-ия $\varphi_1$ умножать на 0,7                                                                                 |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| Значения $J_x$ , $J_y$ и $J_t$ в формулах (1) и (2) следует принимать для швеллера.                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| <b>Моменты инерции при кручении <math>J_t</math> прокатных двутавров по ГОСТ 8239-72*</b>                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| № двутавра                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $J_t$ , см <sup>4</sup>                                                                                              | № двутавра                                                                                                                                            | $J_t$ , см <sup>4</sup>            | № двутавра | $J_t$ , см <sup>4</sup> | № двутавра | $J_t$ , см <sup>4</sup> |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2,28                                                                                                                 | 20                                                                                                                                                    | 6,92                               | 27         | 13,6                    | 40         | 40,6                    |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2,88                                                                                                                 | 20а                                                                                                                                                   | 7,94                               | 27а        | 16,7                    | 45         | 54,7                    |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3,59                                                                                                                 | 22                                                                                                                                                    | 8,60                               | 30         | 17,4                    | 50         | 75,4                    |
| 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4,46                                                                                                                 | 22а                                                                                                                                                   | 9,77                               | 30а        | 20,3                    | 55         | 100                     |
| 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5,60                                                                                                                 | 24                                                                                                                                                    | 11,1                               | 33         | 23,8                    | 60         | 135                     |
| 18а                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6,54                                                                                                                 | 24а                                                                                                                                                   | 12,8                               | 36         | 31,4                    |            |                         |
| <b>1. Элементы, подверженные действию осевой силы с изгибом</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| <b>1.</b> Расчет на прочность внецентренно-сжатых, сжато-изгибаемых, внецентренно-растянутых и растянуто-изгибаемых элементов из стали с пределом текучести до 530 МПа (5400 кгс/см <sup>2</sup> ), не подвергающихся непосредственному воздействию динамических нагрузок, при $\tau \leq 0,5R_s$ и $N / (A_n R_y) > 0,1$ |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| $\left( \frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c} \leq 1$                                                                                                                                                                              |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| где $N$ , $M_x$ и $M_y$ - абсолютные значения соответственно продольной силы и изгибающих моментов при наиболее неблагоприятном их сочетании;                                                                                                                                                                             |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |
| $n$ , $c_x$ и $c_y$ - коэффициенты, принимаемые по таблице.                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |                                    |            |                         |            |                         |

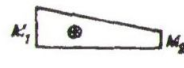


| Коэффициенты $c(c_x)$ , $c_y$ , $n$                                                                                                                                                             |                                                                                     |             |                        |                                           |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|-------------------------------------------|-------------------|
| Тип сечения                                                                                                                                                                                     | Схема сечения                                                                       | $A_f / A_w$ | Значения коэффициентов |                                           |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |             | $c(c_x)$               | $c_y$                                     | $n$ при $M_y=0^*$ |
| 1                                                                                                                                                                                               |    | 0,25        | 1,19                   | 1,47                                      | 1,5               |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 0,5         | 1,12                   |                                           |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 1,0         | 1,07                   |                                           |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 2,0         | 1,04                   |                                           |                   |
| 2                                                                                                                                                                                               |    | 0,5         | 1,40                   | 1,47                                      | 2,0               |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 1,0         | 1,28                   |                                           |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 2,0         | 1,18                   |                                           |                   |
| 3                                                                                                                                                                                               |    | 0,25        | 1,19                   | 1,07                                      | 1,5               |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 0,5         | 1,12                   | 1,12                                      |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 1,0         | 1,07                   | 1,19                                      |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 2,0         | 1,04                   | 1,26                                      |                   |
| 4                                                                                                                                                                                               |    | 0,5         | 1,40                   | 1,12                                      | 2,0               |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 1,0         | 1,28                   | 1,20                                      |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 2,0         | 1,18                   | 1,31                                      |                   |
| 5                                                                                                                                                                                               |    | -           | 1,47                   | 1,47                                      | а) 2,0<br>б) 3,0  |
| 6                                                                                                                                                                                               |  | 0,25        | 1,47                   | 1,04                                      | 3,0               |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 0,5         |                        | 1,07                                      |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 1,0         |                        | 1,12                                      |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 2,0         |                        | 1,19                                      |                   |
| 7                                                                                                                                                                                               |  | -           | 1,26                   | 1,26                                      | 1,5               |
| 8                                                                                                                                                                                               |  | -           | 1,60                   | 1,47                                      | а) 3,0<br>б) 1,0  |
| 9                                                                                                                                                                                               |  | 0,5         | 1,60                   | 1,07                                      | а) 3,0<br>б) 1,0  |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 1,0         |                        | 1,12                                      |                   |
|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     | 2,0         |                        | 1,19                                      |                   |
| * При $M_y \neq 0$ $n = 1,5$ , за исключением сечений типа 5а, для которого $n = 2$ и типа 5б, для которого $n = 3$ .                                                                           |                                                                                     |             |                        |                                           |                   |
| П р и м е ч а н и е . При определении коэффициентов для промежуточных значений $A_f / A_w$ допускается линейная интерполяция.                                                                   |                                                                                     |             |                        |                                           |                   |
| 2. Расчет на устойчивость внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов постоянного сечения в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии                                 |                                                                                     |             |                        | $\frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$ |                   |
| коэффициент $\varphi_e$ следует определять:                                                                                                                                                     |                                                                                     |             |                        |                                           |                   |
| а) для сплошнотенчатых стержней по таблице в зависимости от условной гибкости $\bar{\lambda}$ и приведенного относительного эксцентриситета $m_{ef}$                                            |                                                                                     |             |                        | $m_{ef} = \eta m$                         |                   |
| $m = \frac{eA}{W_c}$ - относительный эксцентриситет (здесь $e$ - эксцентриситет; $W_c$ - момент сопротивления сечения для наиболее сжатого волокна); $\eta$ - коэффициент влияния формы сечения |                                                                                     |             |                        |                                           |                   |

| Коэффициенты влияния формы сечения $\eta$ |               |                   |                                                      |                                               |                                               |                 |
|-------------------------------------------|---------------|-------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|
| Тип сечения                               | Схема сечения | $\frac{A_f}{A_w}$ | Значения $\eta$ при                                  |                                               |                                               |                 |
|                                           |               |                   | $0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$                        |                                               | $\bar{\lambda} > 5$                           |                 |
|                                           |               |                   | $0,1 \leq m \leq 5$                                  | $5 < m \leq 20$                               | $0,1 \leq m \leq 5$                           | $5 < m \leq 20$ |
| 1                                         |               | -                 | 1,0                                                  | 1,0                                           | 1,0                                           |                 |
| 2                                         |               | -                 | 0,85                                                 | 0,85                                          | 0,85                                          |                 |
| 3                                         |               | -                 | $0,75 + 0,02 \bar{\lambda}$                          | $0,75 + 0,02 \bar{\lambda}$                   | 0,85                                          |                 |
| 4                                         |               | -                 | $(1,35 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$         | 1,1                                           | 1,1                                           |                 |
| 5                                         |               | 0,25              | $(1,45 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$         | 1,2                                           | 1,2                                           |                 |
|                                           |               | 0,5               | $(1,75 - 0,1m) - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$          | 1,25                                          | 1,25                                          |                 |
|                                           |               | $\geq 1,0$        | $(1,90 - 0,1m) - 0,02(6 - m) \bar{\lambda}$          | $1,4 - 0,02 \bar{\lambda}$                    | 1,3                                           |                 |
| 6                                         |               | -                 | $\eta_s \left[ 1 - 0,3(5 - m) \frac{a_1}{h} \right]$ | $\eta_s$                                      | $\eta_s$                                      |                 |
| 7                                         |               | -                 | $\eta_s \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$        | $\eta_s \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$ | $\eta_s \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$ |                 |
| 8                                         |               | 0,25              | $(0,75 + 0,05m) + 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$         | 1,0                                           | 1,0                                           |                 |
|                                           |               | 0,5               | $(0,5 + 0,1m) + 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$           | 1,0                                           | 1,0                                           |                 |
|                                           |               | $\geq 1,0$        | $(0,25 + 0,15m) + 0,03(5 - m) \bar{\lambda}$         | 1,0                                           | 1,0                                           |                 |
| 9                                         |               | 0,5               | $(1,25 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$         | 1,0                                           | 1,0                                           |                 |
|                                           |               | $\geq 1,0$        | $(1,5 - 0,1m) - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$           | 1,0                                           | 1,0                                           |                 |
| 10                                        |               | 0,5               | 1,4                                                  | 1,4                                           | 1,4                                           | 1,4             |
|                                           |               | 1,0               | $1,6 - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$                    | 1,6                                           | $1,35 + 0,05m$                                | 1,6             |
|                                           |               | 2,0               | $1,8 - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$                    | 1,8                                           | $1,3 + 0,1m$                                  | 1,8             |
| 11                                        |               | 0,5               | $1,45 + 0,04m$                                       | 1,65                                          | $1,45 + 0,04m$                                | 1,65            |
|                                           |               | 1,0               | $1,8 + 0,12m$                                        | 2,4                                           | $1,8 + 0,12m$                                 | 2,4             |
|                                           |               | 1,5               | $2,0 + 0,25m + 0,1 \bar{\lambda}$                    | -                                             | -                                             | -               |

Примеч.: 1 Для тип. сеч. 5-7 при подсчете знач.  $A_f / A_w$  площадь вертик. эл. полков не следует учитывать.  
2. Для тип. сечен. 6-7 значен.  $\eta_s$  следует принимать равными значен.  $\eta$  для т.5 при тех же значениях  $A_f / A_w$



| Приведенные относительные эксцентриситеты $m_{ef}$ для сжатых стержней с шарнирно-опертыми концами и сечениями, имеющими две оси симметрии |                                                                                                                                                                                       |                                                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|
| $\delta = \frac{M_2}{M_1}$                                                                                                                 | $\bar{\lambda}$                                                                                                                                                                       | Приведенные относительные эксцентриситеты $m_{ef}$ при $m_{ef1}$ , равном |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |
|                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                       | 0,1                                                                       | 0,5  | 1,0  | 1,5  | 2,0  | 3,0  | 4,0  | 5,0  | 7,0  | 10,0 | 20,0  |     |
| <br>$\delta = -1,0$                                       | 1                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,30 | 0,68 | 1,12 | 1,60 | 2,62 | 3,55 | 4,55 | 6,50 | 9,40 | 19,40 |     |
|                                                                                                                                            | 2                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,17 | 0,39 | 0,68 | 1,03 | 1,80 | 2,75 | 3,72 | 5,65 | 8,60 | 18,50 |     |
|                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,10 | 0,22 | 0,36 | 0,55 | 1,17 | 1,95 | 2,77 | 4,60 | 7,40 | 17,20 |     |
|                                                                                                                                            | 4                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,10 | 0,10 | 0,18 | 0,30 | 0,57 | 1,03 | 1,78 | 3,35 | 5,90 | 15,40 |     |
|                                                                                                                                            | 5                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,15 | 0,23 | 0,48 | 0,95 | 2,18 | 4,40 | 13,40 |     |
|                                                                                                                                            | 6                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,15 | 0,18 | 0,40 | 1,25 | 3,00 | 11,40 |     |
|                                                                                                                                            | 7                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,50 | 1,70 | 9,50  |     |
| <br>$\delta = -0,5$                                       | 1                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,31 | 0,68 | 1,12 | 1,60 | 2,62 | 3,55 | 4,55 | 6,50 | 9,40 | 19,40 |     |
|                                                                                                                                            | 2                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,22 | 0,46 | 0,73 | 1,05 | 1,88 | 2,75 | 3,72 | 5,65 | 8,60 | 18,50 |     |
|                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,17 | 0,38 | 0,58 | 0,80 | 1,33 | 2,00 | 2,77 | 4,60 | 7,40 | 17,20 |     |
|                                                                                                                                            | 4                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,14 | 0,32 | 0,49 | 0,66 | 1,05 | 1,52 | 2,22 | 3,50 | 5,90 | 15,40 |     |
|                                                                                                                                            | 5                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,10 | 0,26 | 0,41 | 0,57 | 0,95 | 1,38 | 1,80 | 2,95 | 4,70 | 13,40 |     |
|                                                                                                                                            | 6                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,16 | 0,28 | 0,40 | 0,52 | 0,95 | 1,25 | 1,60 | 2,50 | 4,00 | 11,50 |     |
|                                                                                                                                            | 7                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,22 | 0,32 | 0,42 | 0,55 | 0,95 | 1,10 | 1,35 | 2,20 | 3,50 | 10,80 |     |
| <br>$\delta = 0$                                          | 1                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,32 | 0,70 | 1,12 | 1,60 | 2,62 | 3,55 | 4,55 | 6,50 | 9,40 | 19,40 |     |
|                                                                                                                                            | 2                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,28 | 0,60 | 0,90 | 1,28 | 1,96 | 2,75 | 3,72 | 5,65 | 8,40 | 18,50 |     |
|                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,27 | 0,55 | 0,84 | 1,15 | 1,75 | 2,43 | 3,17 | 4,80 | 7,40 | 17,20 |     |
|                                                                                                                                            | 4                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,26 | 0,52 | 0,78 | 1,10 | 1,60 | 2,20 | 2,83 | 4,00 | 6,30 | 15,40 |     |
|                                                                                                                                            | 5                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,25 | 0,52 | 0,78 | 1,10 | 1,55 | 2,10 | 2,78 | 3,85 | 5,90 | 14,50 |     |
|                                                                                                                                            | 6                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,28 | 0,52 | 0,78 | 1,10 | 1,55 | 2,00 | 2,70 | 3,80 | 5,60 | 13,80 |     |
|                                                                                                                                            | 7                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,32 | 0,52 | 0,78 | 1,10 | 1,55 | 1,90 | 2,60 | 3,75 | 5,50 | 13,00 |     |
| <br>$\delta = 0,5$                                      | 1                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,40 | 0,80 | 1,23 | 1,68 | 2,62 | 3,55 | 4,55 | 6,50 | 9,40 | 19,40 |     |
|                                                                                                                                            | 2                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,40 | 0,78 | 1,20 | 1,60 | 2,30 | 3,15 | 4,10 | 5,85 | 8,60 | 18,50 |     |
|                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,40 | 0,77 | 1,17 | 1,55 | 2,30 | 3,10 | 3,90 | 5,55 | 8,13 | 18,00 |     |
|                                                                                                                                            | 4                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,40 | 0,75 | 1,13 | 1,55 | 2,30 | 3,05 | 3,80 | 5,30 | 7,60 | 17,50 |     |
|                                                                                                                                            | 5                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,40 | 0,75 | 1,10 | 1,55 | 2,30 | 3,00 | 3,80 | 5,30 | 7,60 | 17,00 |     |
|                                                                                                                                            | 6                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,40 | 0,75 | 1,10 | 1,50 | 2,30 | 3,00 | 3,80 | 5,30 | 7,60 | 16,50 |     |
|                                                                                                                                            | 7                                                                                                                                                                                     | 0,10                                                                      | 0,40 | 0,75 | 1,10 | 1,40 | 2,30 | 3,00 | 3,80 | 5,30 | 7,60 | 16,00 |     |
|                                                                                                                                            | $m_{ef1} = \eta \frac{M_1}{N} \cdot \frac{A}{W_c}$                                                                                                                                    |                                                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |
|                                                                                                                                            | Здесь                                                                                                                                                                                 |                                                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |
|                                                                                                                                            | Коэффициенты $\varphi_e$ для проверки устойчивости внецентренно-сжатых (сжато-изгибаемых) сплошно-стенчатых стержней в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии |                                                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |
| Усл. гибк.<br>$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$                                                                                     | Коэффициенты $\varphi_e$ при приведенном относительном эксцентриситете $m_{ef}$                                                                                                       |                                                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |
|                                                                                                                                            | 0,1                                                                                                                                                                                   | 0,25                                                                      | 0,5  | 0,75 | 1,0  | 1,25 | 1,5  | 1,75 | 2,0  | 2,5  | 3,0  | 3,5   | 4,0 |
| 0,5                                                                                                                                        | 967                                                                                                                                                                                   | 922                                                                       | 850  | 782  | 722  | 669  | 620  | 577  | 538  | 469  | 417  | 370   | 337 |
| 1,0                                                                                                                                        | 925                                                                                                                                                                                   | 854                                                                       | 778  | 711  | 653  | 600  | 563  | 520  | 484  | 427  | 382  | 341   | 307 |
| 1,5                                                                                                                                        | 875                                                                                                                                                                                   | 804                                                                       | 716  | 647  | 593  | 548  | 507  | 470  | 439  | 388  | 347  | 312   | 283 |
| 2,0                                                                                                                                        | 813                                                                                                                                                                                   | 742                                                                       | 653  | 587  | 536  | 496  | 457  | 425  | 397  | 352  | 315  | 286   | 260 |
| 2,5                                                                                                                                        | 742                                                                                                                                                                                   | 672                                                                       | 587  | 526  | 480  | 442  | 410  | 383  | 357  | 317  | 287  | 262   | 238 |
| 3,0                                                                                                                                        | 667                                                                                                                                                                                   | 597                                                                       | 520  | 465  | 425  | 395  | 365  | 342  | 320  | 287  | 260  | 238   | 217 |
| 3,5                                                                                                                                        | 587                                                                                                                                                                                   | 522                                                                       | 455  | 408  | 375  | 350  | 325  | 303  | 287  | 258  | 233  | 216   | 198 |
| 4,0                                                                                                                                        | 505                                                                                                                                                                                   | 447                                                                       | 394  | 356  | 330  | 309  | 289  | 270  | 256  | 232  | 212  | 197   | 181 |
| 4,5                                                                                                                                        | 418                                                                                                                                                                                   | 382                                                                       | 342  | 310  | 288  | 272  | 257  | 242  | 229  | 208  | 192  | 178   | 165 |
| 5,0                                                                                                                                        | 354                                                                                                                                                                                   | 326                                                                       | 295  | 273  | 253  | 239  | 225  | 215  | 205  | 188  | 175  | 162   | 150 |
| 5,5                                                                                                                                        | 302                                                                                                                                                                                   | 280                                                                       | 256  | 240  | 224  | 212  | 200  | 192  | 184  | 170  | 158  | 148   | 138 |



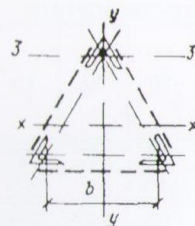
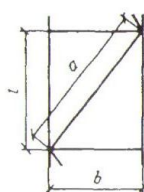
Продолжение таблицы

| Усл. гибк.<br>$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$                                                                                                                                                                                                              | Коэффициенты $\varphi_e$ при приведенном относительном эксцентриситете $m_{ef}$ |      |     |      |     |      |                                                                                                |      |     |     |                      |     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|-----|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|-----|----------------------|-----|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,1                                                                             | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,25 | 1,5                                                                                            | 1,75 | 2,0 | 2,5 | 3,0                  | 3,5 | 4,0 |
| 6,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 258                                                                             | 244  | 223 | 210  | 198 | 190  | 178                                                                                            | 172  | 166 | 153 | 145                  | 137 | 128 |
| 6,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 223                                                                             | 213  | 196 | 185  | 176 | 170  | 160                                                                                            | 155  | 149 | 140 | 132                  | 125 | 117 |
| 7,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 194                                                                             | 186  | 173 | 163  | 157 | 152  | 145                                                                                            | 141  | 136 | 127 | 121                  | 115 | 108 |
| 8,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 152                                                                             | 146  | 138 | 133  | 128 | 121  | 117                                                                                            | 115  | 113 | 106 | 100                  | 095 | 091 |
| 9,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 122                                                                             | 117  | 112 | 107  | 103 | 100  | 098                                                                                            | 096  | 093 | 088 | 085                  | 082 | 079 |
| 10,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 100                                                                             | 097  | 093 | 091  | 090 | 085  | 081                                                                                            | 080  | 079 | 075 | 072                  | 070 | 069 |
| 11,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 083                                                                             | 079  | 077 | 076  | 075 | 073  | 071                                                                                            | 069  | 068 | 063 | 062                  | 061 | 060 |
| 12,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 069                                                                             | 067  | 064 | 063  | 062 | 060  | 059                                                                                            | 059  | 058 | 055 | 054                  | 053 | 052 |
| 13,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 062                                                                             | 061  | 054 | 053  | 052 | 051  | 051                                                                                            | 050  | 049 | 049 | 048                  | 048 | 047 |
| 14,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 052                                                                             | 049  | 049 | 048  | 048 | 047  | 047                                                                                            | 046  | 045 | 044 | 043                  | 043 | 042 |
| Усл. гибк.<br>$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$                                                                                                                                                                                                              | Коэффициенты $\varphi_e$ при приведенном относительном эксцентриситете $m_{ef}$ |      |     |      |     |      |                                                                                                |      |     |     |                      |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4,0                                                                             | 4,5  | 5,0 | 5,5  | 6,0 | 6,5  | 7,0                                                                                            | 8,0  | 9,0 | 10  | 12                   | 14  | 17  |
| 0,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 337                                                                             | 307  | 280 | 260  | 237 | 222  | 210                                                                                            | 183  | 164 | 150 | 125                  | 106 | 090 |
| 1,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 307                                                                             | 283  | 259 | 240  | 225 | 209  | 196                                                                                            | 175  | 157 | 142 | 121                  | 103 | 086 |
| 1,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 283                                                                             | 262  | 240 | 223  | 207 | 195  | 182                                                                                            | 163  | 148 | 134 | 114                  | 099 | 082 |
| 2,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 260                                                                             | 240  | 222 | 206  | 193 | 182  | 170                                                                                            | 153  | 138 | 125 | 107                  | 094 | 079 |
| 2,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 238                                                                             | 220  | 204 | 190  | 178 | 168  | 158                                                                                            | 144  | 130 | 118 | 101                  | 090 | 076 |
| 3,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 217                                                                             | 202  | 187 | 175  | 166 | 156  | 147                                                                                            | 135  | 123 | 112 | 097                  | 086 | 073 |
| 3,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 198                                                                             | 183  | 172 | 162  | 153 | 145  | 137                                                                                            | 125  | 115 | 106 | 092                  | 082 | 069 |
| 4,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 181                                                                             | 168  | 158 | 149  | 140 | 135  | 127                                                                                            | 118  | 108 | 098 | 088                  | 078 | 066 |
| 4,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 165                                                                             | 155  | 146 | 137  | 130 | 125  | 118                                                                                            | 110  | 101 | 093 | 083                  | 075 | 064 |
| 5,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 150                                                                             | 143  | 135 | 126  | 120 | 117  | 111                                                                                            | 103  | 095 | 088 | 079                  | 072 | 062 |
| 5,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 138                                                                             | 132  | 124 | 117  | 112 | 108  | 104                                                                                            | 095  | 089 | 084 | 075                  | 069 | 060 |
| 6,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 128                                                                             | 120  | 115 | 109  | 104 | 100  | 096                                                                                            | 089  | 084 | 079 | 072                  | 066 | 057 |
| 6,5                                                                                                                                                                                                                                                                 | 117                                                                             | 112  | 106 | 101  | 097 | 094  | 089                                                                                            | 083  | 080 | 074 | 068                  | 062 | 054 |
| 7,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 108                                                                             | 102  | 098 | 094  | 091 | 087  | 083                                                                                            | 078  | 074 | 070 | 064                  | 059 | 052 |
| 8,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 091                                                                             | 087  | 083 | 081  | 078 | 076  | 074                                                                                            | 068  | 065 | 062 | 057                  | 053 | 047 |
| 9,0                                                                                                                                                                                                                                                                 | 079                                                                             | 075  | 072 | 069  | 066 | 065  | 064                                                                                            | 061  | 058 | 055 | 051                  | 048 | 043 |
| 10,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 069                                                                             | 065  | 062 | 060  | 059 | 058  | 057                                                                                            | 055  | 052 | 049 | 046                  | 043 | 039 |
| 11,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 060                                                                             | 057  | 055 | 053  | 052 | 051  | 050                                                                                            | 048  | 046 | 044 | 040                  | 038 | 035 |
| 12,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 052                                                                             | 051  | 050 | 049  | 048 | 047  | 046                                                                                            | 044  | 042 | 040 | 037                  | 035 | 032 |
| 13,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 047                                                                             | 045  | 044 | 043  | 042 | 041  | 041                                                                                            | 039  | 038 | 037 | 035                  | 033 | 030 |
| 14,0                                                                                                                                                                                                                                                                | 042                                                                             | 041  | 040 | 040  | 039 | 039  | 038                                                                                            | 037  | 036 | 036 | 034                  | 032 | 029 |
| П р и м е ч а н и я : 1. Значения коэффициентов $\varphi_e$ в таблице увеличены в 1000 раз.                                                                                                                                                                         |                                                                                 |      |     |      |     |      |                                                                                                |      |     |     |                      |     |     |
| 2. Значения $\varphi_e$ принимать не выше значений $\varphi$ .                                                                                                                                                                                                      |                                                                                 |      |     |      |     |      |                                                                                                |      |     |     |                      |     |     |
| б) для сквозных стержней с решетками или планками, расположенными в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, по таблице в зависимости от условной приведенной гибкости $\bar{\lambda}_{ef}$ ( $\lambda_{ef}$ см. табл. ниже) и относительного эксцентриситета $m$ |                                                                                 |      |     |      |     |      |                                                                                                |      |     |     | $m = e \frac{Aa}{J}$ |     |     |
| где $a$ - расстояние от главной оси сечения, перпендикулярной плоскости изгиба, до оси наиболее сжатой ветви, но не менее расстояния до оси стенки ветви.                                                                                                           |                                                                                 |      |     |      |     |      |                                                                                                |      |     |     |                      |     |     |
| При вычислении эксцентриситета $e = M / N$ значения $M$ и $N$ следует принимать согласно след. требов-ям                                                                                                                                                            |                                                                                 |      |     |      |     |      |                                                                                                |      |     |     |                      |     |     |
| Расчетные значения продольной силы $N$ и изгибающего момента $M$ в элементе следует принимать для одного и того же сочетания нагрузок из расчета системы по недеформированной схеме в предположении упругих деформаций стали.                                       |                                                                                 |      |     |      |     |      |                                                                                                |      |     |     |                      |     |     |
| При этом значения $M$ следует принимать равными:                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                 |      |     |      |     |      |                                                                                                |      |     |     |                      |     |     |
| для колонн постоянного сечения рамных систем -                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                 |      |     |      |     |      | наибольшему моменту в пределах длины колонн;                                                   |      |     |     |                      |     |     |
| для ступенчатых колонн -                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                 |      |     |      |     |      | наибольшему моменту на длине участка постоянного сечения;                                      |      |     |     |                      |     |     |
| для колонн с одним защемленным, а другим свободным концом -                                                                                                                                                                                                         |                                                                                 |      |     |      |     |      | моменту в заделке, но не менее момента в сечении, отстоящем на треть длины колонны от заделки; |      |     |     |                      |     |     |



| для сжатых верхних поясов ферм и структурных плит, воспринимающих внеузловую нагрузку -                                     |               | наибольшему моменту в пределах средней трети длины панели пояса, определяемому из расчета пояса как упругой неразрезной балки; |                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| для сжатых стержней с шарнирно-опертыми концами и сечениями, имеющими одну ось симметрии, совпадающую с плоскостью изгиба - |               | моменту, определяемому по формулам нижеприведенной таблицы                                                                     |                                                               |
| Относительный эксцентриситет соответствующий $M_{max}$                                                                      | Схема сечения | Расчетные значения $M$ при условной гибкости стержня                                                                           |                                                               |
|                                                                                                                             |               | $\bar{\lambda} < 4$                                                                                                            | $\bar{\lambda} \geq 4$                                        |
| $m \leq 3$                                                                                                                  |               | $M = M_2 = M_{max} - \frac{\bar{\lambda}}{4}(M_{max} - M_1)$                                                                   | $M = M_1$                                                     |
| $3 < m \leq 20$                                                                                                             |               | $M = M_2 + \frac{m-3}{17}(M_{max} - M_2)$                                                                                      | $M = M_1 + \frac{m-3}{17}(M_{max} - M_1)$                     |
| $M_{max}$ - наибольший изгибающий момент в пределах длины стержня;                                                          |               |                                                                                                                                |                                                               |
| $M_1$ - наибольший изгибающий момент в пределах средней трети длины стержня, но не менее $0,5M_{max}$ ;                     |               |                                                                                                                                |                                                               |
| $m$ - относительный эксцентриситет, определяемый по формуле $m = M_{max}A / (NW_c)$ .                                       |               |                                                                                                                                |                                                               |
| П р и м е ч а н и е . Во всех случаях следует принимать $M \geq 0,5M_{max}$ .                                               |               |                                                                                                                                |                                                               |
| Тип сечения                                                                                                                 | Схема сечения | Приведенные гибкости $\lambda_{ef}$ составных стержней сквозного сечения с планками при                                        |                                                               |
|                                                                                                                             |               | $J_s l / (J_b b) < 5$                                                                                                          | $J_s l / (J_b b) \geq 5$                                      |
| 1                                                                                                                           |               | $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + 0,82\lambda_1^2(1+n)}$                                                                     | $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$             |
| 2                                                                                                                           |               | $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + 0,82[\lambda_1^2(1+n_1) + \lambda_2^2(1+n_2)]}$                                              | $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2}$ |
| 3                                                                                                                           |               | $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + 0,82\lambda_3^2(1+3n_3)}$                                                                    | $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + 1,3\lambda_3^2}$            |
| Тип сечения                                                                                                                 | Схема сечения | Приведенные гибкости $\lambda_{ef}$ составных стержней сквозного сечения с решетками                                           |                                                               |
| 1                                                                                                                           |               | $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_{d1}}}$                                                                | <br><br>б) Составной стержень на планках                      |
| 2                                                                                                                           |               | $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + A \left( \frac{\alpha_1}{A_{d1}} + \frac{\alpha_2}{A_{d2}} \right)}$                         |                                                               |

Продолжение таблицы

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3                                                                                                                                                                                                                                   |  | $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \alpha_1 \frac{2A}{3A_d}}$ |  |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| а) Схема раскосной решетки                                                                                                                                                                                                          |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| Обозначения, принятые в табл.:<br>$b$ - расстояние между осями ветвей;<br>$l$ - расстояние между центрами планок;<br>$\lambda$ - наибольшая гибкость всего стержня;                                                                 |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ - гибкости отдельных ветвей при изгибе их в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно 1-1, 2-2 и 3-3, на участках между приваренными планками (в свету) или между центрами крайних болтов; |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $A$ - площадь сечения всего стержня;                                                                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $A_{d1}$ и $A_{d2}$ - площади сечений раскосов решеток (при крестовой решетке - двух раскосов), лежащих в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно 1-1 и 2-2;                                                               |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $A_d$ - площадь сечения раскоса решетки (при крестовой решетке - двух раскосов), лежащей в плоскости одной грани (для трехгранного равносоставленного стержня);                                                                     |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $\alpha_1$ и $\alpha_2$ -коэффициенты, определяемые по формуле $\alpha = 10a^3 / (b^2 l)$ , где $a, b, l$ - см. рис. а)                                                                                                             |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $n, n_1, n_2, n_3$ - коэффициенты, определяемые соответственно по формулам:                                                                                                                                                         |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $n = \frac{J_{b1} b}{J_s l}; \quad n_1 = \frac{J_{b1} b}{J_{s1} l}; \quad n_2 = \frac{J_{b2} b}{J_{s2} l}; \quad n_3 = \frac{J_{b3} b}{J_s l};$                                                                                     |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| здесь $J_{b1}$ и $J_{b3}$ – моменты инерции сечения ветвей относительно осей соответственно 1-1 и 3-3 (для сечений типов 1 и 3);                                                                                                    |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $J_{b1}$ и $J_{b2}$ - то же, двух уголков относительно осей соответственно 1-1 и 2-2 (для сечения типа 2);                                                                                                                          |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $J_s$ - момент инерции сечения одной планки относительно собственной оси x-x - рис. б;                                                                                                                                              |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| $J_{s1}$ и $J_{s2}$ - моменты инерции сечения одной из планок, лежащих в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно 1-1 и 2-2 (для сечения типа 2).                                                                           |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| <b>Коэффициенты <math>\varphi_e</math> для проверки устойчивости внецентренно-сжатых (сжато-изгибаемых) сквозных стержней в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии</b>                                      |                                                                                   |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
| Условная приведенная гибкость<br>$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$                                                                                                                                                 | Коэффициенты $\varphi_e$ при относительном эксцентриситете $m$                    |                                                              |                                                                                     |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                     | 0,1                                                                               | 0,25                                                         | 0,5                                                                                 | 0,75 | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| 0,5                                                                                                                                                                                                                                 | 908                                                                               | 800                                                          | 666                                                                                 | 571  | 500 | 444  | 400 | 364  | 333 | 286 | 250 | 222 | 200 |
| 1,0                                                                                                                                                                                                                                 | 872                                                                               | 762                                                          | 640                                                                                 | 553  | 483 | 431  | 387 | 351  | 328 | 280 | 243 | 218 | 197 |
| 1,5                                                                                                                                                                                                                                 | 830                                                                               | 727                                                          | 600                                                                                 | 517  | 454 | 407  | 367 | 336  | 311 | 271 | 240 | 211 | 190 |
| 2,0                                                                                                                                                                                                                                 | 774                                                                               | 673                                                          | 556                                                                                 | 479  | 423 | 381  | 346 | 318  | 293 | 255 | 228 | 202 | 183 |
| 2,5                                                                                                                                                                                                                                 | 708                                                                               | 608                                                          | 507                                                                                 | 439  | 391 | 354  | 322 | 297  | 274 | 238 | 215 | 192 | 175 |
| 3,0                                                                                                                                                                                                                                 | 637                                                                               | 545                                                          | 455                                                                                 | 399  | 356 | 324  | 296 | 275  | 255 | 222 | 201 | 182 | 165 |
| 3,5                                                                                                                                                                                                                                 | 562                                                                               | 480                                                          | 402                                                                                 | 355  | 320 | 294  | 270 | 251  | 235 | 206 | 187 | 170 | 155 |
| 4,0                                                                                                                                                                                                                                 | 484                                                                               | 422                                                          | 357                                                                                 | 317  | 288 | 264  | 246 | 228  | 215 | 191 | 173 | 160 | 145 |
| 4,5                                                                                                                                                                                                                                 | 415                                                                               | 365                                                          | 315                                                                                 | 281  | 258 | 237  | 223 | 207  | 196 | 176 | 160 | 149 | 136 |
| 5,0                                                                                                                                                                                                                                 | 350                                                                               | 315                                                          | 277                                                                                 | 250  | 230 | 212  | 201 | 186  | 178 | 161 | 149 | 138 | 127 |
| 5,5                                                                                                                                                                                                                                 | 300                                                                               | 273                                                          | 245                                                                                 | 223  | 203 | 192  | 182 | 172  | 163 | 147 | 137 | 128 | 118 |
| 6,0                                                                                                                                                                                                                                 | 255                                                                               | 237                                                          | 216                                                                                 | 198  | 183 | 174  | 165 | 156  | 149 | 135 | 126 | 119 | 109 |
| 6,5                                                                                                                                                                                                                                 | 221                                                                               | 208                                                          | 190                                                                                 | 178  | 165 | 157  | 149 | 142  | 137 | 124 | 117 | 109 | 102 |
| 7,0                                                                                                                                                                                                                                 | 192                                                                               | 184                                                          | 168                                                                                 | 160  | 150 | 141  | 135 | 130  | 125 | 114 | 108 | 101 | 095 |
| 8,0                                                                                                                                                                                                                                 | 148                                                                               | 142                                                          | 136                                                                                 | 130  | 123 | 118  | 113 | 108  | 105 | 097 | 091 | 085 | 082 |
| 9,0                                                                                                                                                                                                                                 | 117                                                                               | 114                                                          | 110                                                                                 | 107  | 102 | 098  | 094 | 090  | 087 | 082 | 079 | 075 | 072 |
| 10,0                                                                                                                                                                                                                                | 097                                                                               | 094                                                          | 091                                                                                 | 090  | 087 | 084  | 080 | 076  | 073 | 070 | 067 | 064 | 062 |
| 11,0                                                                                                                                                                                                                                | 082                                                                               | 078                                                          | 077                                                                                 | 076  | 073 | 071  | 068 | 066  | 064 | 060 | 058 | 056 | 054 |
| 12,0                                                                                                                                                                                                                                | 068                                                                               | 066                                                          | 064                                                                                 | 063  | 061 | 060  | 058 | 057  | 056 | 054 | 053 | 050 | 049 |
| 13,0                                                                                                                                                                                                                                | 060                                                                               | 059                                                          | 054                                                                                 | 053  | 052 | 051  | 050 | 049  | 049 | 048 | 047 | 046 | 045 |
| 14,0                                                                                                                                                                                                                                | 050                                                                               | 049                                                          | 048                                                                                 | 047  | 046 | 046  | 045 | 044  | 043 | 043 | 042 | 042 | 041 |



**(продолжение)**

| Продолжение таблицы                                                                       |                                                                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Условная<br>приведенная<br>гибкость<br>$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$ | Коэффициенты $\varphi_e$ при относительном эксцентриситете $m$ |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                                           | 4,0                                                            | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10  | 12  | 14  | 17  | 20  |
| 0,5                                                                                       | 200                                                            | 182 | 167 | 154 | 143 | 133 | 125 | 111 | 100 | 091 | 077 | 067 | 056 | 048 |
| 1,0                                                                                       | 197                                                            | 180 | 165 | 151 | 142 | 131 | 121 | 109 | 098 | 090 | 077 | 066 | 055 | 046 |
| 1,5                                                                                       | 190                                                            | 178 | 163 | 149 | 137 | 128 | 119 | 108 | 096 | 088 | 077 | 065 | 053 | 045 |
| 2,0                                                                                       | 183                                                            | 170 | 156 | 143 | 132 | 125 | 117 | 106 | 095 | 086 | 076 | 064 | 052 | 045 |
| 2,5                                                                                       | 175                                                            | 162 | 148 | 136 | 127 | 120 | 113 | 103 | 093 | 083 | 074 | 062 | 051 | 044 |
| 3,0                                                                                       | 165                                                            | 153 | 138 | 130 | 121 | 116 | 110 | 100 | 091 | 081 | 071 | 061 | 051 | 043 |
| 3,5                                                                                       | 155                                                            | 143 | 130 | 123 | 115 | 110 | 106 | 096 | 088 | 078 | 069 | 059 | 050 | 042 |
| 4,0                                                                                       | 145                                                            | 133 | 124 | 118 | 110 | 105 | 100 | 093 | 084 | 076 | 067 | 057 | 049 | 041 |
| 4,5                                                                                       | 136                                                            | 124 | 116 | 110 | 105 | 100 | 096 | 089 | 079 | 073 | 065 | 055 | 048 | 040 |
| 5,0                                                                                       | 127                                                            | 117 | 108 | 104 | 100 | 095 | 092 | 086 | 076 | 071 | 062 | 054 | 047 | 039 |
| 5,5                                                                                       | 118                                                            | 110 | 102 | 098 | 095 | 091 | 087 | 081 | 074 | 068 | 059 | 052 | 046 | 039 |
| 6,0                                                                                       | 109                                                            | 103 | 097 | 093 | 090 | 085 | 083 | 077 | 070 | 065 | 056 | 051 | 045 | 038 |
| 6,5                                                                                       | 102                                                            | 097 | 092 | 088 | 085 | 080 | 077 | 072 | 066 | 061 | 054 | 050 | 044 | 037 |
| 7,0                                                                                       | 095                                                            | 091 | 087 | 083 | 079 | 076 | 074 | 068 | 063 | 058 | 051 | 047 | 043 | 036 |
| 8,0                                                                                       | 082                                                            | 079 | 077 | 073 | 070 | 067 | 065 | 060 | 055 | 052 | 048 | 044 | 041 | 035 |
| 9,0                                                                                       | 072                                                            | 069 | 067 | 064 | 062 | 059 | 056 | 053 | 050 | 048 | 045 | 042 | 039 | 035 |
| 10,0                                                                                      | 062                                                            | 060 | 058 | 056 | 054 | 052 | 050 | 047 | 045 | 043 | 041 | 038 | 036 | 033 |
| 11,0                                                                                      | 054                                                            | 053 | 052 | 050 | 048 | 046 | 044 | 043 | 042 | 041 | 038 | 035 | 032 | 030 |
| 12,0                                                                                      | 049                                                            | 048 | 047 | 045 | 043 | 042 | 040 | 039 | 038 | 037 | 034 | 032 | 030 | 028 |
| 13,0                                                                                      | 045                                                            | 044 | 044 | 042 | 041 | 040 | 038 | 037 | 036 | 035 | 032 | 030 | 028 | 026 |
| 14,0                                                                                      | 041                                                            | 041 | 040 | 039 | 039 | 038 | 037 | 036 | 035 | 034 | 031 | 029 | 027 | 025 |
| Примечания: 1. Значения коэффициентов $\varphi_e$ в таблице увеличены в 1000 раз.         |                                                                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2. Значения $\varphi_e$ принимать не выше значений $\varphi$ .                            |                                                                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

#### 4. ОПОРНЫЕ ЧАСТИ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>1.</b> Неподвижные шарнирные опоры с центрирующими прокладками, тангенциальные, а при весьма больших реакциях – балансирующие опоры следует применять при необходимости строго равномерного распределения давления под опорой. Плоские или катковые подвижные опоры следует применять в случаях, когда нижележащая конструкция должна быть разгружена от горизонтальных усилий, возникающих при неподвижном опирании балки или фермы.<br>Коэффициент трения в плоских подвижных опорах принимается равным 0,3, в катковых – 0,03. |                                                    |
| <b>2.</b> Расчет на смятие в цилиндрических шарнирах (цапфах) балансирующих опор следует выполнять (при центральном угле касания поверхностей, равном или большем $\pi/2$ ) по формуле                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $\frac{F}{1,25rl} \leq R_{lp} \gamma_c$            |
| $F$ – давление (сила) на опору;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $r$ и $l$ – соответственно радиус и длина шарнира; |
| $R_{lp} = 0,5 R_{un} / \gamma_m$ – расчетное сопротивление местному смятию при плотном касании ( $\gamma_m$ – коэффициент надежности по материалу).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                    |
| <b>3.</b> Расчет на диаметрально-катковом сжатии катков должен производиться по формуле                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\frac{F}{ndl} \leq R_{cd} \gamma_c$               |
| $n$ – число катков;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $d$ и $l$ – соответственно диаметр и длина катка;  |
| $R_{cd} = 0,025 R_{un} / \gamma_m$ – расчетное сопротивление диаметральному сжатию катков при свободном касании ( $\gamma_m$ – коэффициент надежности по материалу).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                    |

### Б.3. РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

#### 1. Расчетные длины элементов плоских ферм и связей

Расчетные длины элементов плоских ферм и связей, за исключением элементов  
перекрестной решетки ферм

| Направление продольного изгиба                                                                                                                                                                   | Расчетная длина $l_{ef}$ |                                  |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                                  | поясов                   | опорных раскосов и опорных стоек | прочих элементов решетки |
| 1. В плоскости фермы:                                                                                                                                                                            |                          |                                  |                          |
| а) для ферм, кроме указанных в поз. 1, б                                                                                                                                                         | $l$                      | $l$                              | $0,8l$                   |
| б) для ферм из одиночных уголков и ферм с прикреплением элементов решетки к поясам впритык                                                                                                       | $l$                      | $l$                              | $0,9l$                   |
| 2. В направлении, перпендикулярном плоскости фермы (из плоскости фермы):                                                                                                                         |                          |                                  |                          |
| а) для ферм, кроме указанных в поз. 2, б                                                                                                                                                         | $l_1$                    | $l_1$                            | $l_1$                    |
| б) для ферм с поясами из замкнутых профилей с прикреплением элементов решетки к поясам впритык                                                                                                   | $l_1$                    | $l_1$                            | $0,9l_1$                 |
| $l$ - геометрическая длина элемента (расстояние между центрами узлов) в плоскости фермы (рис. 1);                                                                                                |                          |                                  |                          |
| $l_1$ - расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы (поясами ферм, специальными связями, жесткими плитами покрытий, прикрепленными к поясу сварными швами или болтами) |                          |                                  |                          |

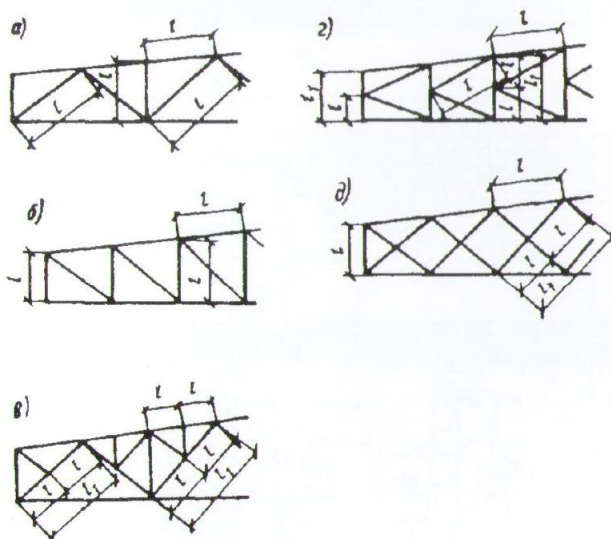


Рис. 1. Схемы решеток ферм для определения расчетных длин элементов  
а - треугольная со стойками; б - раскосная;  
в - треугольная со шпренгелем; г - полураскосная треугольная; д - перекрестная

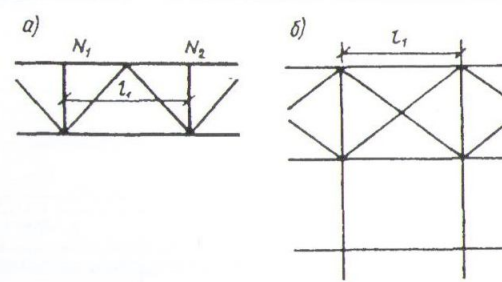


Рис. 2. Схемы для определения расчетной длины пояса фермы из плоскости  
а - схема фермы;  
б - схема связей между фермами (вид сверху)

**Расчетная длина элемента, по длине действуют сжимающие силы  $N_1$  и  $N_2$  ( $N_1 > N_2$ ), из плоскости фермы (рис. 1, в, г; рис. 2)**

$$l_{ef} = l_1 * (0,75 + 0,25 * N_2 / N_1)$$

Расчет на устойчивость в этом случае следует выполнять на силу  $N_1$ .

| Радиусы инерции $i$ сечений элементов из одиночных уголков:                                        |                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| при расчетной длине элемента, равной $l$ или $0,9l$ (где $l$ - расстояние между ближайшими узлами) | минимальный ( $i = i_{min}$ )                                                                                                                         |
| в остальных случаях                                                                                | относительно оси уголка, перпендикулярной или параллельной плоскости фермы ( $i = i_x$ или $i = i_y$ в зависимости от направления продольного изгиба) |

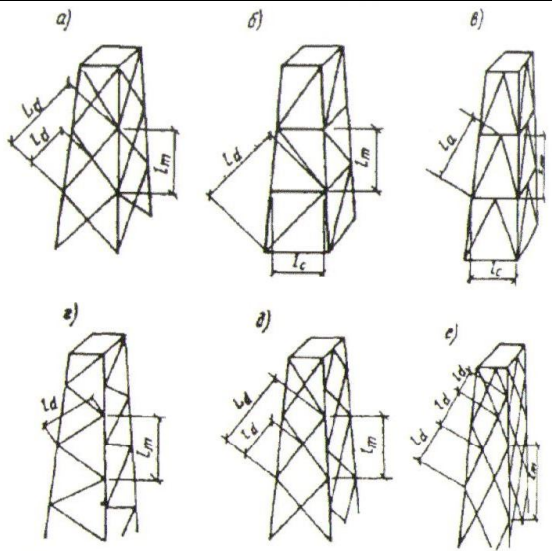


## Расчетные длины элементов перекрестной решетки, скрепленных между собой

| в плоскости фермы – расстояние от центра узла фермы до точки их пересечения | $l_{ef} = l$                                         | из плоскости фермы для растянутых элементов – полная геометрическая длина элемента | $l_{ef} = l_1$ |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| из плоскости фермы для сжатых элементов – см. табл. ниже                    |                                                      |                                                                                    |                |
| Конструкция узла пересечения элементов решетки                              | Расчетная длина $l_{ef}$ при поддерживающем элементе |                                                                                    |                |
|                                                                             | растянутом                                           | неработающем                                                                       | сжатом         |
| Оба элемента не прерываются                                                 | $l$                                                  | $0,7l_1$                                                                           | $l_1$          |
| Поддерживающий элемент прерывается и перекрывается фасонкой:                |                                                      |                                                                                    |                |
| рассматриваемый элемент не прерывается                                      | $0,7l_1$                                             | $l_1$                                                                              | $1,4l_1$       |
| рассматриваемый элемент прерывается и перекрывается фасонкой                | $0,7l_1$                                             | -                                                                                  |                |
| $l$ – расстояние от центра узла фермы до пересечения элементов (рис. 1, а); |                                                      |                                                                                    |                |
| $l_1$ – полная геометрическая длина элемента (рис. 1, б).                   |                                                      |                                                                                    |                |

## 2. РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЕШЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Расчетные длины  $L_{ef}$  и радиусы инерции  $i$  сжатых и ненагруженных элементов из одиночных уголков при определении гибкости

| Элементы                                                                                                                     | $l_{ef}$       | $i$             |  <p>Схемы пространственных решетчатых конструкций<br/>а, б, в - с совмещенными в смежных гранях узлами;<br/>г, д, е - с несовмещенными в смежных гранях узлами</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пояса:                                                                                                                       |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| по рис. а, б, в                                                                                                              | $l_m$          | $i_{min}$       |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| по рис. г, д, е                                                                                                              | $1,14l_m$      | $i_x$ или $i_y$ |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Раскосы:                                                                                                                     |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| по рис. б, в, г                                                                                                              | $\mu_d l_d$    | $i_{min}$       |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| по рис. а, д                                                                                                                 | $\mu_d l_{dc}$ | $i_{min}$       |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| по рис. е                                                                                                                    | $l_d$          | $i_{min}$       |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Распорки:                                                                                                                    |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| по рис. б                                                                                                                    | $0,8l_c$       | $i_{min}$       |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| по рис. в                                                                                                                    | $0,65l_c$      | $i_{min}$       |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| $l_{dc}$ – условная длина раскоса, см. табл. ниже                                                                            |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| $\mu_d$ – коэффициент расчетной длины раскоса, см. табл. ниже                                                                |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Примечания: 1. Раскосы по рис. а, д, е в точках пересечения должны быть скреплены между собой.                               |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2. Для раскосов по рис. е необходима дополнительная проверка их из плоскости грани с учетом расчета по деформированной схеме |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3. Значение $l_{ef}$ для распорок по рис. в дано для равнополочных уголков.                                                  |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |

## Расчетные длины $l_{ef}$ и радиусы инерции $i$ растянутых элементов из одиночных уголков при определении гибкости (начало)

| Элементы | $l_{ef}$ и $i$         |
|----------|------------------------|
| Пояса    | см. предыдущую таблицу |

**Расчетные длины  $l_{ef}$  и радиусы инерции  $i$  растянутых элементов из одиночных уголков при определении гибкости (продолжение таблицы)**

| Элементы                              | $l_{ef}$ и $i$                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Перекрестные раскосы по рис. а, б, в: |                                                                                                                                                                         |
| в плоскости грани                     | длина $l_d$ и радиус инерции $i_{min}$                                                                                                                                  |
| из плоскости грани                    | полная геометрическая длина раскоса $L_d$ , равная расстоянию между узлами прикрепления к поясам, и радиус инерции $i_x$ относительно оси, параллельной плоскости грани |
| Раскосы по рис. б, в, г               | длина $l_d$ и радиус инерции $i_{min}$                                                                                                                                  |

**Расчетные длины  $l_{ef}$  и радиусы инерции  $i$  элементов из труб или парных уголков**

Согласно требованиям раздела «Расчётные длины плоских ферм и связей»

**Условная длина раскоса  $l_c$**

| Конструкция узла пересечения элементов решетки                                                                                               | Условная длина раскоса $l_{dc}$ при поддерживающем элементе |                    |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|----------|
|                                                                                                                                              | растянутом                                                  | неработающем       | сжатом   |
| Оба элемента не прерываются                                                                                                                  | $l_d$                                                       | $1,3l_d$           | $0,8L_d$ |
| Поддерживающий элемент прерывается и перекрывается фасонкой; рассматриваемый элемент не прерывается:                                         |                                                             |                    |          |
| в конструкциях по рис. а                                                                                                                     | $1,3l_d$                                                    | $1,6l_d$           | $L_d$    |
| в конструкциях по рис. б:                                                                                                                    |                                                             |                    |          |
| при $1 < n \leq 3$                                                                                                                           | $(1,75 - 0,15n) l_d$                                        | $(1,9 - 0,1n) l_d$ | $L_d$    |
| при $n > 3$                                                                                                                                  | $1,3l_d$                                                    | $1,6l_d$           | $L_d$    |
| Узел пересечения элементов закреплен от смещения из плоскости грани (диафрагмой и т.п.)                                                      | $l_d$                                                       | $l_d$              | $l_d$    |
| $L_d$ - длина раскоса по рис. а, б;                                                                                                          |                                                             |                    |          |
| $n = J_{m,min} * l_d / J_{d,min} * l_m$ , где $J_{m,min}$ и $J_{d,min}$ - наименьшие моменты инерции сечения соответственно пояса и раскоса. |                                                             |                    |          |

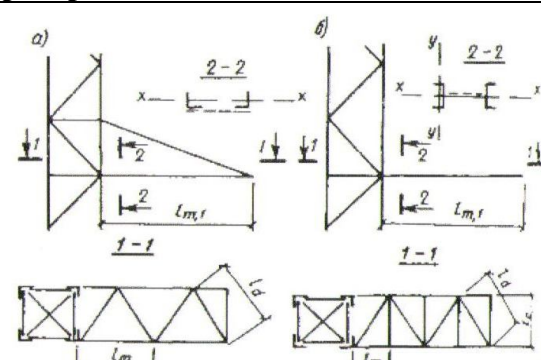
**Коэффициент расчетной длины раскоса  $\mu_d$**

| Прикрепление элемента к поясам                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $n$               | Значение $\mu_d$ при $l / i_{min}$ равно |                             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|-----------------------------|---------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   | до 60                                    | св. 60 до 160               | св. 160 |
| Сварными швами, болтами (не менее двух), расположенными вдоль элемента, без фасонки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | До 2              | 1,14                                     | $0,54 + 36 * i_{min} / l$   | 0,765   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Св. 6             | 1,04                                     | $0,56 + 28,8 * i_{min} / l$ | 0,74    |
| Одним болтом без фасонки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Независимо от $n$ | 1,12                                     | $0,64 + 28,8 * i_{min} / l$ | 0,82    |
| $n$ - см. предыдущую таблицу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                                          |                             |         |
| $l$ - длина, принимаемая: $l_d$ - по рис. б, в, г; $l_{dc}$ - по предыдущей таблице (для элементов - по рис. а, б). Рисунки находятся в начале раздела «Расчетные длины элементов пространственных решетчатых конструкций»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                          |                             |         |
| <b>П р и м е ч а н и я .</b> 1. Значения $\mu_d$ при значениях $n$ от 2 до 6 следует определять линейной интерполяцией.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                                          |                             |         |
| 2. При прикреплении одного конца раскоса к поясу фасонкой сваркой или болтами, а второго конца через фасонку, коэффициент расчетной длины раскоса следует принимать равным $0,5(1 + \mu_d)$ ; при прикреплении обоих концов раскоса через фасонки - $\mu_d = 1,0$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                                          |                             |         |
| 3. Концы раскосов по рис. в следует крепить, как правило, без фасонки. В этом случае при их прикреплении к распорке и поясу сварными швами или болтами (не менее двух), расположенными вдоль раскоса, значение коэффициента $\mu_d$ следует принимать по строке при значении $n$ «До 2». В случае прикрепления их концов одним болтом значение коэффициента $\mu_d$ следует принимать по строке «Одним болтом без фасонки», при вычислении значения $l_{ef}$ по табл. «Расчетные длины элементов пространственных решетчатых конструкций» вместо $\mu_d$ следует принимать $0,5(1 + \mu_d)$ . |                   |                                          |                             |         |



### Расчетные длины $l_{ef}$ и радиусы инерции $i$ при определении гибкости элементов плоских траверс

| Конструкция траверсы                                                                      | Расчетная длина $l_{ef}$ и радиус инерции сечения $i$ |                    |                 |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|----------------|
|                                                                                           | поясов                                                |                    | поясов          |                |
|                                                                                           | $l_{ef}$                                              | $l_{ef}$           | $l_{ef}$        | $l_{ef}$       |
| С поясами и решеткой из одиноч-х уголков (рис. а)                                         | $l_m$<br>$l_{m1}$                                     | $i_{min}$<br>$i_x$ | $l_d, l_c$<br>- | $i_{min}$<br>- |
| С поясами из швеллеров и решеткой из одиноч-х уголков (рис. б)                            | $l_m$<br>$1,12l_{m1}$                                 | $i_y$<br>$i_x$     | $l_d, l_c$<br>- | $i_{min}$<br>- |
| $i_x$ - радиус инерции сечения относительно оси, параллельной плоскости решетки траверсы. |                                                       |                    |                 |                |



Схемы траверс  
а - с треугольной решеткой; б - то же, со стойками

### 3. РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

| Элементы структурных конструкций                                                                                                       | Расчетная длина $l_{ef}$                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Кроме указанных в поз. 2 и 3                                                                                                        | $l$                                                                                                                             |
| 2. Неразрезные (не прерывающиеся в узлах) пояса и прикрепляемые в узлах сваркой впритык к шаровым или цилиндрическим узловым элементам | $0,85l$                                                                                                                         |
| 3. Из одиночных уголков, прикрепляемых в узлах одной полкой:                                                                           |                                                                                                                                 |
| а) сварными швами или болтами (не менее двух), расположенными вдоль элемента, при $l / i_{min}$ :                                      |                                                                                                                                 |
| до 90                                                                                                                                  | $l$                                                                                                                             |
| св. 90 до 120                                                                                                                          | $0,9l$                                                                                                                          |
| « 120 « 150 (только для элементов решетки)                                                                                             | $0,75l$                                                                                                                         |
| св. 150 до 200 (только для элементов решетки)                                                                                          | $0,7l$                                                                                                                          |
| б) одним болтом при $l / i_{min}$ :                                                                                                    |                                                                                                                                 |
| до 90                                                                                                                                  | $l$                                                                                                                             |
| св. 90 до 120                                                                                                                          | $0,95l$                                                                                                                         |
| « 120 « 150 (только для элементов решетки)                                                                                             | $0,85l$                                                                                                                         |
| св. 150 до 200 (только для элементов решетки)                                                                                          | $0,8l$                                                                                                                          |
| $l$ - геометрическая длина элемента (расстояние между узлами структурной конструкции).                                                 |                                                                                                                                 |
| Радиусы инерции сечений $i$ элементов структурных конструкций при определении гибкости следует принимать:                              | для сжато-изгибаемых элементов относительно оси, перпендикулярной или параллельной плоскости изгиба ( $i = i_x$ или $i = i_y$ ) |
|                                                                                                                                        | в остальных случаях - минимальные ( $i = i_{min}$ )                                                                             |

### 4. РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ КОЛОНН (СТОЕК)

Расчетные длины  $l_{ef}$  колонн (стоек) постоянного сечения или отдельных участков ступенчатых колонн

|                                    |                                                             |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| $l_{ef} = \mu l$                   | $l$ - длина колонны, отдельного участка ее или высота этажа |
|                                    | $\mu$ - коэффициент расчетной длины                         |
| (продолжение табл. см. на обороте) |                                                             |

### Коэффициенты расчетной длины $\mu$ колонн и стоек постоянного сечения

Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  колонн и стоек постоянного сечения следует принимать в зависимости от условий закрепления их концов и вида нагрузки.

Для некоторых случаев закрепления и вида нагрузки значения  $\mu$  приведены в следующей таблице

| Схема закрепления и вид нагрузки |     |     |     |     |     |     |       |      |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|
| $\mu$                            | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 2,0 | 1,0 | 2,0 | 0,725 | 1,12 |

### Коэффициенты расчетной длины $\mu$ колонн и стоек постоянного сечения в плоскости рамы при жестком креплении ригелей к колоннам (начало)

| Расчетные схемы свободных рам | Формулы для определения коэффициента $\mu$                                                                                                                                                                             | Коэффициенты $n$ и $p$ в формулах (1), (2) и (3 а, б) для рам |                                   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                               |                                                                                                                                                                                                                        | Однопролетных                                                 | Многопролетных ( $k \geq 2$ )     |
|                               | $2\sqrt{1+\frac{0,38}{n}} \quad (1)$                                                                                                                                                                                   | $n = \frac{J_s l_c}{l J_c}$                                   | $n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$  |
|                               | $\sqrt{\frac{n+0,56}{n+0,14}} \quad (2)$                                                                                                                                                                               |                                                               |                                   |
|                               | <p>при <math>n \leq 0,2</math></p> $\frac{(p+0,68)\sqrt{n+0,22}}{\sqrt{0,68p(p+0,9)(n+0,08)+0,1n}} \quad (3, а)$ <p>при <math>n &gt; 0,2</math></p> $\frac{(p+0,63)\sqrt{n+0,28}}{\sqrt{pn(p+0,9)+0,1n}} \quad (3, б)$ | Верхний этаж                                                  |                                   |
|                               |                                                                                                                                                                                                                        | $p = \frac{J_i l_c}{2l J_c}$                                  | $n = \frac{2k(n_1 + n_2)}{k + 1}$ |
|                               |                                                                                                                                                                                                                        | $n = \frac{J_s l_c}{l J_c}$                                   | $p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1}$  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                        | Средний этаж                                                  |                                   |
|                               |                                                                                                                                                                                                                        | $n = \frac{J_s l_c}{2l J_c}$                                  | $n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                        | $p = \frac{J_i l_c}{2l J_c}$                                  | $p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1}$  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                        | Нижний этаж                                                   |                                   |
|                               |                                                                                                                                                                                                                        | $p = \frac{J_i l_c}{l J_c}$                                   | $n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$  |
|                               |                                                                                                                                                                                                                        | $n = \frac{J_s l_c}{2l J_c}$                                  | $p = \frac{2k(p_1 + p_2)}{k + 1}$ |



**Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  колонн и стоек постоянного сечения в плоскости рамы при жестком креплении ригелей к колоннам (окончание)**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $n_1 = \frac{J_{s1}l_c}{l_1J_c}; \quad n_2 = \frac{J_{s2}l_c}{l_2J_c}; \quad p_1 = \frac{J_{i1}l_c}{l_1J_c}; \quad p_2 = \frac{J_{i2}l_c}{l_2J_c}$                                                                                                                                             |                                                                                                             |
| $k$ -                                                                                                                                                                                                                                                                                          | число пролетов;                                                                                             |
| $J_c$ и $l_c$ -                                                                                                                                                                                                                                                                                | соответственно момент инерции сечения и длина проверяемой колонны;                                          |
| $l, l_1, l_2$ -                                                                                                                                                                                                                                                                                | пролеты рамы;                                                                                               |
| $J_s, J_{s1}, J_{s2}$ и $J_i, J_{i1}, J_{i2}$ -                                                                                                                                                                                                                                                | моменты инерции сечения ригелей, примыкающих соответственно к верхнему и нижнему концу проверяемой колонны. |
| Примечание. Для крайней колонны свободной многопролетной рамы коэффициент $\mu$ следует определять как для колонн однопролетной рамы.                                                                                                                                                          |                                                                                                             |
| <b>б) для несвободных рам по формуле</b>                                                                                                                                                                                                                                                       | $\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,46(p + n) + 0,18pn}{1 + 0,93(p + n) + 0,71pn}} \quad (3, в)$                       |
| в одноэтажной раме: $p = \frac{J_{i1}l_c}{l_1J_c}; \quad n = \frac{J_{s1}l_c}{l_1J_c};$                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                             |
| в многоэтажной раме:                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                             |
| для верхнего этажа $p = 0,5 (p_1 + p_2); n = n_1 + n_2;$                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                             |
| « среднего                                                                                                                                                                                                                                                                                     | « $p = 0,5 (p_1 + p_2); n = 0,5 (n_1 + n_2);$                                                               |
| « нижнего                                                                                                                                                                                                                                                                                      | « $p = p_1 + p_2; n = 0,5 (n_1 + n_2),$                                                                     |
| где $p_1; p_2; n_1; n_2$ см. выше                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                             |
| Для одноэтажных рам в формуле (1) и многоэтажных в формулах (3, а, б, в) при шарнирном креплении нижних или верхних ригелей к колоннам принимаются $p = 0$ или $n = 0$ ( $J_i = 0$ или $J_s = 0$ ), при жестком креплении $p = 50$ или $n = 50$ ( $J_i = \infty$ или $J_s = \infty$ ).         |                                                                                                             |
| При отношении $H / B > 6$ (где $H$ - полная высота многоэтажной рамы, $B$ - ширина рамы) должна быть проверена общая устойчивость рамы в целом как составного стержня, защемленного в основании.                                                                                               |                                                                                                             |
| Примечание. Рама считается свободной (несвободной), если узел крепления ригеля к колонне имеет (не имеет) свободу перемещения в направлении, перпендикулярном оси колонны в плоскости рамы.                                                                                                    |                                                                                                             |
| Коэффициент расчетной длины $\mu$ наиболее нагруженной колонны в плоскости одноэтажной свободной рамы здания при неравномерном нагружении верхних узлов и наличии жесткого диска покрытия или продольных связей по верху всех колонн следует определять по формуле                             | $\mu_{ef} = \mu \sqrt{\frac{J_c \sum N_i}{N_c \sum J_i}} \quad 0,7 \leq$                                    |
| $\mu$ - коэффициент расчетной длины проверяемой колонны (см. табл. выше);                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                             |
| $J_c$ и $N_c$ - соответственно момент инерции сечения и усилие в наиболее нагруженной колонне рассм. рамы;                                                                                                                                                                                     |                                                                                                             |
| $\sum N_i$ и $\sum J_i$ - соответственно сумма расчетных усилий и моментов инерции сечений всех колонн рассматриваемой рамы и четырех соседних рам (по две с каждой стороны); все усилия $N_i$ следует находить при той же комбинации нагрузок, которая вызывает усилие в проверяемой колонне. |                                                                                                             |

**Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  для одноступенчатых колонн рам одноэтажных производственных зданий при соблюдении условий  $l_2/l_1 \leq 0,6$  и  $N_1/N_2 \geq 3$**

| Условия закрепления верхнего конца колонны  | Коэффициенты $\mu$ для участка колонны                                                                              |                 |          |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|
|                                             | нижнего при $J_2/J_1$ , равном                                                                                      |                 | верхнего |
|                                             | св. 0,1 до 0,3                                                                                                      | св. 0,05 до 0,1 |          |
| Свободный конец                             | 2,5                                                                                                                 | 3,0             | 3,0      |
| Конец, закрепленный только от поворота      | 2,0                                                                                                                 | 2,0             | 3,0      |
| Неподвижный, шарнирно опертый конец         | 1,6                                                                                                                 | 2,0             | 2,5      |
| Неподвижный, закрепленный от поворота конец | 1,2                                                                                                                 | 1,5             | 2,0      |
| $l_1; J_1; N_1$ -                           | соответственно длина нижнего участка колонны, момент инерции сечения и действующая на этом участке продольная сила; |                 |          |

## 5. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

| Элементы конструкций                                                                                                                                                                       | Предельная гибкость сжатых элементов |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции:                                                                                                                            |                                      |
| а) плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой до 50 м                                                                           | 180-60α                              |
| б) пространственных конструкций из одиночных уголков, пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой св. 50 м                                                               | 120                                  |
| 2. Элементы, кроме указанных в поз. 1 и 7:                                                                                                                                                 |                                      |
| а) плоских ферм, сварных пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков, пространственных и структурных конструкций из труб и парных уголков                              | 210-60α                              |
| б) пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков с болтовыми соединениями                                                                                                | 220-40α                              |
| 3. Верхние пояса ферм, незакрепленные в процессе монтажа (предельную гибкость после завершения монтажа следует принимать по поз. 1)                                                        | 220                                  |
| 4. Основные колонны                                                                                                                                                                        | 180-60α                              |
| 5. Второстепенные колонны (стойки фахверка, фонарей и т.п.), элементы решетки колонн, элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)                                | 210-60α                              |
| 6. Элементы связей, кроме указанных в поз. 5, а также стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие ненагруженные элементы, кроме указанных в поз. 7          | 200                                  |
| 7. Сжатые и ненагруженные элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечений, подверженные воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости | 150                                  |
| $\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c}$ - коэффициент, принимаемый не менее 0,5 (в необходимых случаях вместо φ следует применять φ <sub>с</sub> ).                                    |                                      |

## 6. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ РАСТЯНУТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (начало)

| Элементы конструкции                                                                                                                                                                                                                      | Предельная гибкость растянутых элементов при воздействии на конструкцию нагрузок |             |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                           | динамических, приложенных непосредственно к конструкции                          | статических | от кранов (см. прим. 4) и железнодорожных составов |
| 1. Пояса и опорные раскосы плоских ферм (включая тормозные фермы) и структурных конструкций                                                                                                                                               | 250                                                                              | 400         | 250                                                |
| 2. Элементы ферм и структурных конструкций, кроме указанных в поз. 1                                                                                                                                                                      | 350                                                                              | 400         | 300                                                |
| 3. Нижние пояса подкрановых балок и ферм                                                                                                                                                                                                  | -                                                                                | -           | 150                                                |
| 4. Элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)                                                                                                                                                                  | 300                                                                              | 300         | 200                                                |
| 5. Прочие элементы связей                                                                                                                                                                                                                 | 400                                                                              | 400         | 300                                                |
| 6. Пояса, опорные раскосы стоек и траверс, тяги траверс опор линий электропередачи, открытых распределительных устройств и линий контактных сетей транспорта                                                                              | 250                                                                              | -           | -                                                  |
| 7. Элементы опор линий электропередачи, кроме указанных в поз. 6 и 8                                                                                                                                                                      | 350                                                                              | -           | -                                                  |
| 8. Элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечений (а в тягах траверс опор линий электропередачи и из одиночных уголков), подверженных воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости | 150                                                                              | -           | -                                                  |

## ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ РАСТЯНУТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (окончание)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Примечания: 1. В конструкциях, не подвергающихся динамическим воздействиям, гибкость растянутых элементов следует проверять только в вертикальных плоскостях.                                                                                                                             |
| 2. Гибкость растянутых элементов, подвергнутых предварительному напряжению, не ограничивается.                                                                                                                                                                                            |
| 3. Для растянутых элементов, в которых при неблагоприятном расположении нагрузки может изменяться знак усилия, предельную гибкость следует принимать как для сжатых элементов, при этом соединительные прокладки в составных элементах необходимо устанавливать не реже чем через $40i$ . |
| 4. Значения предельных гибкостей следует принимать при кранах групп режимов работы 7К (в цехах металлургических производств) и 8К по ГОСТ 25546-82.                                                                                                                                       |
| 5. К динамическим нагрузкам, приложенным непосредственно к конструкциям, относятся нагрузки, принимаемые в расчетах на выносливость или в расчетах с учетом коэффициентов динамичности.                                                                                                   |



Узлы многопустотных панелей перекрытий в кирпичных зданиях,  
возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 2.140-5с

265



рассчитаны на изгиб под действием инерционной силы от веса примыкающих снизу и сверху участков стены и собственного веса пояса. Расчетная схема пояса принята в виде многопролётной неразрезной балки с пролётами до 6400мм, нагруженной равномерно распределённой нагрузкой.

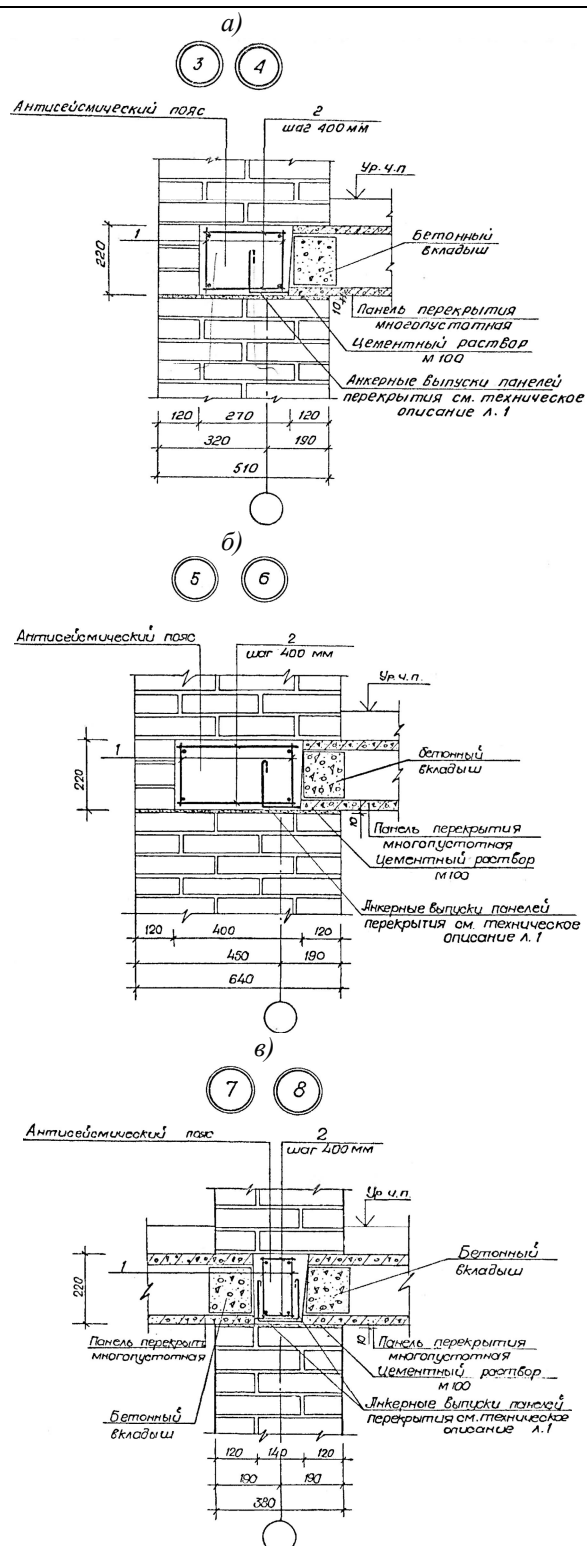
В соответствии с серией 2.140-5с, антисейсмические пояса выполняются из монолитного железобетона марки М150 и армируются плоскими сварными или вязанными каркасами.

Установлено, что при расчетной сейсмичности здания 7 и 8 баллов количество и диаметр продольной рабочей арматуры в поперечном сечении антисейсмического пояса, должен приниматься не менее  $4d_{10A-I}$ , а при сейсмичности 9 баллов -  $4d_{12A-I}$ .

Заанкеривание сборных железобетонных многопустотных панелей перекрытий в антисейсмический пояс, выполняемый из монолитного железобетона, в зданиях с расчетной сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов осуществляется с помощью арматурных выпусков, предусмотренных в нижней зоне торцов панелей.

Панели перекрытий с анкерными выпусками, поставляются заводом-изготовителем на строительную площадку с загнутыми концами арматурных выпусков. В узлах пунктирной линией показаны арматурные выпуски с крюками на концах, выполненными из арматурной стали класса А-I.

С целью сокращения расхода товарного (монолитного) железобетона на устройство антисейсмического пояса, при проектировании и строительстве применяются многопустотные панели перекрытий с заделкой торцов в заводских условиях бетонными вкладышами.



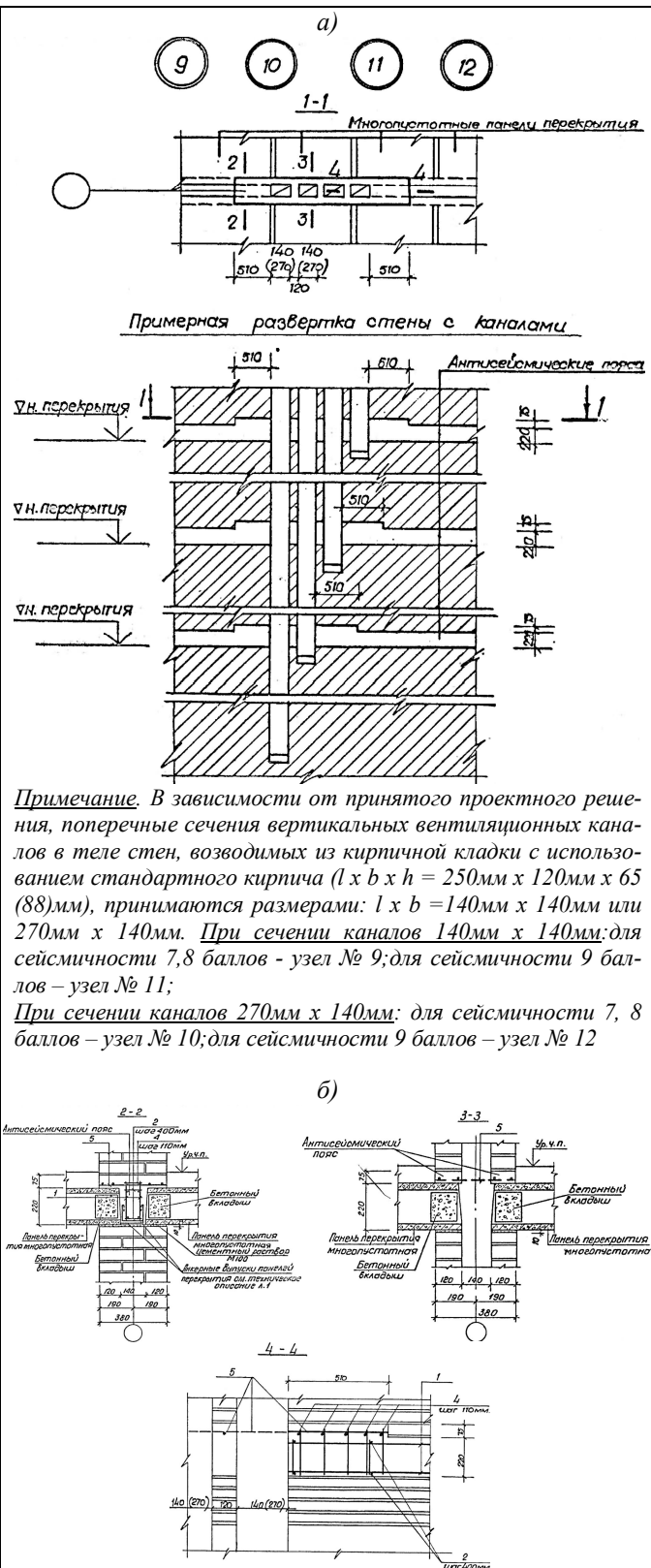
**Рис. 3.** Узлы опирания сборных многопустотных панелей перекрытий на наружные и внутренние кирпичные стены: а - наружные толщиной 510мм, где узел №3- для 7, 8 баллов, узел №4-для 9 баллов; б - наружные толщиной 640мм, где узел №5-для 7, 8 баллов, узел №6- для 9 баллов; в - внутренние толщиной 380мм, где узел №7-для 7, 8 баллов, узел №8-для 9 баллов

Панели с усиленными торцами обозначаются аналогичными марками с добавлением индекса «а». Опирающие плоских многопустотных панелей перекрытий на кирпичные стены, производится по ровной поверхности, выровненной при помощи укладки кладочного цементно-песчаного раствора марки не ниже М100, толщиной  $\delta=10\text{мм}$ .

Заполнение и зачеканивание монтажных швов между продольными створами панелей перекрытий производится с использованием пластичного цементно-песчаного раствора М100.

Все инженерно-технические и конструктивные решения, разработанные в настоящей типовой серии 2.140-5с для комплексного решения вопросов по обеспечению требуемой СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах», Актуализированная редакция СНиП II-7-81\* сейсмостойкости, проектируются и реализуются при строительстве с учетом решений, приведенных в типовой серии 2.130-6с «Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов», выпуск I, а также серии 2.260-3с «Узлы крыш общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов», выпуск I.

В связи с близкой конструктивной идентичностью разработанных для многопустотных панелей перекрытий по серии 2.140-5с, при проектировании и строительстве зданий с использованием беспустотных (сплошных) панелей перекрытий, применяются аналогичные решения.



**Примечание.** В зависимости от принятого проектного решения, поперечные сечения вертикальных вентиляционных каналов в теле стен, возводимых из кирпичной кладки с использованием стандартного кирпича ( $l \times b \times h = 250\text{мм} \times 120\text{мм} \times 65(88)\text{мм}$ ), принимаются размерами:  $l \times b = 140\text{мм} \times 140\text{мм}$  или  $270\text{мм} \times 140\text{мм}$ . При сечении каналов  $140\text{мм} \times 140\text{мм}$ : для сейсмичности 7,8 баллов - узел № 9; для сейсмичности 9 баллов - узел № 11; При сечении каналов  $270\text{мм} \times 140\text{мм}$ : для сейсмичности 7, 8 баллов - узел № 10; для сейсмичности 9 баллов - узел № 12

**Рис. 4.** Узлы № 9, 10, 11, 12 опирания сборных многопустотных панелей перекрытий на средние (внутренние) несущие кирпичные стены с вертикальными каналами для вентиляции и дымоудаления: а – фрагмент плана и разрез 1-1; б – сечения 2-2, 3-3, 4-4 к узлам № 9, 10, 11, 12

## Ведомость и спецификация расхода арматурной стали на уз- лы № 1 - 47

### Ведомость узлов № 1 и № 2

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-0100    | 1      | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-0100-01 | 2      | 9 баллов   |

### Спецификация арматуры на узлы № 1 и № 2

| Поз. | Обозначение        | Наименование                            | Кол.  | Масса<br>ед.,<br>кг | При-<br>ме-<br>ча-<br>ние |
|------|--------------------|-----------------------------------------|-------|---------------------|---------------------------|
|      |                    | <u>Детали</u>                           |       |                     |                           |
| 2    | 2.140-5с.1-0030    | Стержень ОС-1                           | 6     | 0,053               |                           |
|      |                    | <u>Переменные данные для исполнения</u> |       |                     |                           |
|      | 2.140-5с.1-0100    | <u>Узел 1</u>                           |       |                     |                           |
|      |                    | <u>Сборочные единицы</u>                |       |                     |                           |
| 1    | 2.140-5с.1-0010    | Каркас КР-1                             | 2     | 1,36                |                           |
|      |                    | <u>Материал</u>                         |       |                     |                           |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,059 |                     | м³                        |
|      | 2.140-5с.1-0100-01 | <u>Узел 2</u>                           |       |                     |                           |
|      |                    | <u>Сборочные единицы</u>                |       |                     |                           |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-01 | Каркас КР-2                             | 2     | 1,91                |                           |
|      |                    | <u>Материал</u>                         |       |                     |                           |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,059 |                     | м³                        |

### Ведомость узлов № 3 и № 4

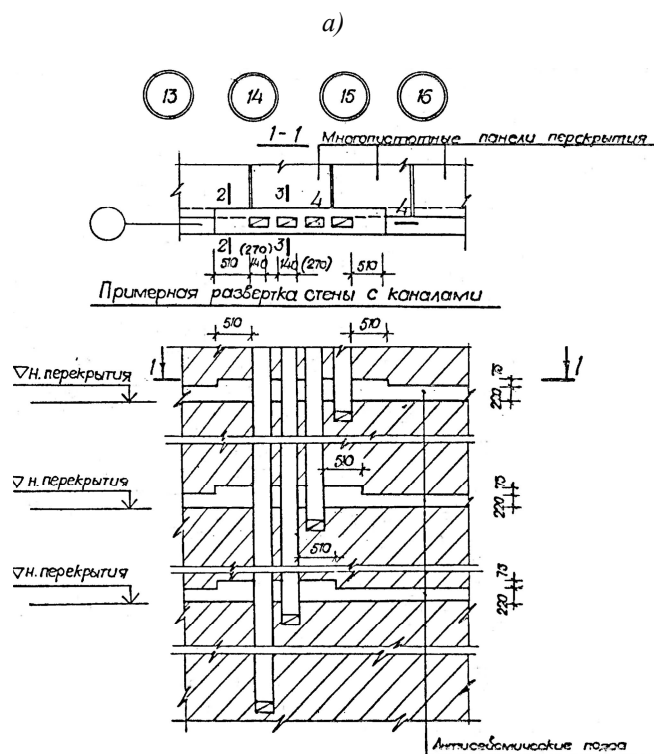
| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-0200    | 3      | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-0200-01 | 4      | 9 баллов   |

### Ведомость узлов № 5 и № 6

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-0300    | 5      | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-0300-01 | 6      | 9 баллов   |

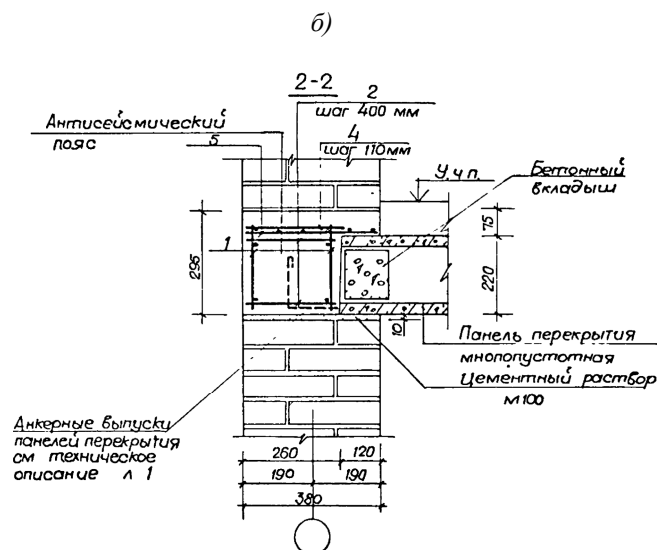
### Спецификация арматуры на узлы № 5 и № 6

| Поз. | Обозначение        | Наименование                            | Кол. | Масса<br>ед.,<br>кг | При-<br>ме-<br>ча-<br>ние |
|------|--------------------|-----------------------------------------|------|---------------------|---------------------------|
|      |                    | <u>Детали</u>                           |      |                     |                           |
| 2    | 2.140-5с.1-0030-01 | Стержень ОС-2                           | 6    | 0,084               |                           |
|      |                    | <u>Переменные данные для исполнения</u> |      |                     |                           |
|      | 2.140-5с.1-0300    | <u>Узел 5</u>                           |      |                     |                           |
|      |                    | <u>Сборочные единицы</u>                |      |                     |                           |
| 1    | 2.140-5с.1-0010    | Каркас КР-1                             | 2    | 1,36                |                           |
|      |                    | <u>Материал</u>                         |      |                     |                           |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,09 |                     | м³                        |
|      | 2.140-5с.1-0100-01 | <u>Узел 6</u>                           |      |                     |                           |
|      |                    | <u>Сборочные единицы</u>                |      |                     |                           |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-01 | Каркас КР-2                             | 2    | 1,91                |                           |
|      |                    | <u>Материал</u>                         |      |                     |                           |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,09 |                     | м³                        |



**Примечание.** В зависимости от принятого проектного решения, поперечные сечения вертикальных вентиляционных каналов в теле стен, возводимых из кирпичной кладки с использованием стандартного кирпича ( $l \times b \times h = 250 \text{ мм} \times 120 \text{ мм} \times 65 \text{ (88) мм}$ ), принимаются размерами:  $l \times b = 140 \text{ мм} \times 140 \text{ мм}$  или  $270 \text{ мм} \times 140 \text{ мм}$ . При сечении каналов  $140 \text{ мм} \times 140 \text{ мм}$ : для сейсмичности 7,8 баллов - узел № 13; для сейсмичности 9 баллов - узел № 15;

При сечении каналов  $270 \text{ мм} \times 140 \text{ мм}$ : для сейсмичности 7, 8 баллов - узел № 14; для сейсмичности 9 баллов - узел № 16



**Рис. 5.** Узлы № 13, 14, 15, 16 опирания сборных многослойных панелей перекрытий на крайние несущие кирпичные стены с вертикальными каналами для вентиляции и дымоудаления. а – фрагмент плана и разрез 1-1; б – сечение 2-2 к узлам № 13, 14, 15, 16

### Ведомость узлов № 7 и № 8

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-0400    | 7      | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-0400-01 | 8      | 9 баллов   |

### Спецификация арматуры на узлы № 7 и № 8

| Поз. | Обозначение        | Наименование                            | Кол.  | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|-----------------------------------------|-------|---------------------|------------|
|      |                    | <u>Детали</u>                           |       |                     |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0030-02 | Стержень ОС-3                           | 6     | 0,026               |            |
|      |                    | <u>Переменные данные для исполнения</u> |       |                     |            |
|      | 2.140-5с.1-0400    | <u>Узел 7</u>                           |       |                     |            |
|      |                    | <u>Сборочные единицы</u>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010    | Каркас КР-1                             | 2     | 1,36                |            |
|      |                    | <u>Материал</u>                         |       |                     |            |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,034 |                     | м³         |
|      | 2.140-5с.1-0100-01 | <u>Узел 8</u>                           |       |                     |            |
|      |                    | <u>Сборочные единицы</u>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-01 | Каркас КР-2                             | 2     | 1,91                |            |
|      |                    | <u>Материал</u>                         |       |                     |            |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,034 |                     | м³         |

### Ведомость узлов №№ 9, 10, 11, 12

| Обозначение        | № узла                       |                              | Примечание |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------|
|                    | при каналах<br>140х140<br>мм | при каналах<br>140х270<br>мм |            |
| 2.140-5с.1-0500    | 9                            | -                            | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-0500-01 | -                            | 10                           |            |
| 2.140-5с.1-0500-02 | 11                           | -                            | 9 баллов   |
| 2.140-5с.1-0500-03 | -                            | 12                           |            |

### Ведомость узлов № 17 и № 18

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-0700    | 17     | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-0700-01 | 18     | 9 баллов   |

### Спецификация арматуры на узлы № 17 и № 18

| Поз. | Обозначение        | Наименование                            | Кол.  | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|-----------------------------------------|-------|---------------------|------------|
|      |                    | <u>Детали</u>                           |       |                     |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0030-03 | Стержень ОС-4                           | 6     | 0,079               |            |
|      |                    | <u>Переменные данные для исполнения</u> |       |                     |            |
|      | 2.140-5с.1-0700    | <u>Узел 17</u>                          |       |                     |            |
|      |                    | <u>Сборочные единицы</u>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-02 | Каркас КР-3                             | 2     | 1,36                |            |
|      |                    | <u>Материал</u>                         |       |                     |            |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,089 |                     | м³         |
|      | 2.140-5с.1-0700-01 | <u>Узел 18</u>                          |       |                     |            |
|      |                    | <u>Сборочные единицы</u>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-03 | Каркас КР-4                             | 2     | 1,91                |            |
|      |                    | <u>Материал</u>                         |       |                     |            |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,089 |                     | м³         |

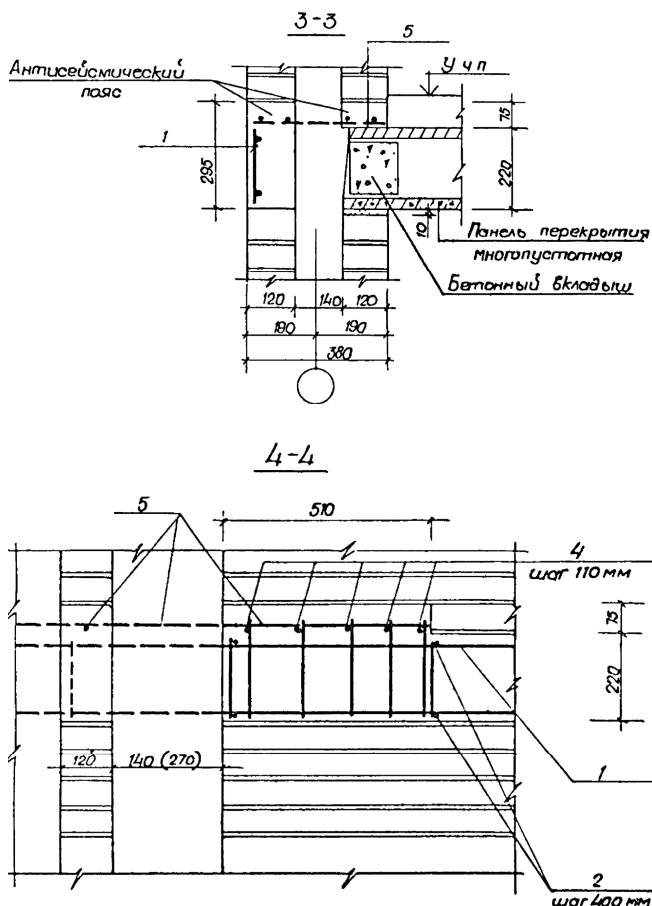


Рис. 6. Сечения 3-3 и 4-4 к узлам № 13, 14, 15, 16 на рис. 5 опирания сборных многпустотных панелей перекрытий на крайние несущие кирпичные стены с вертикальными каналами для вентиляции и дымоудаления

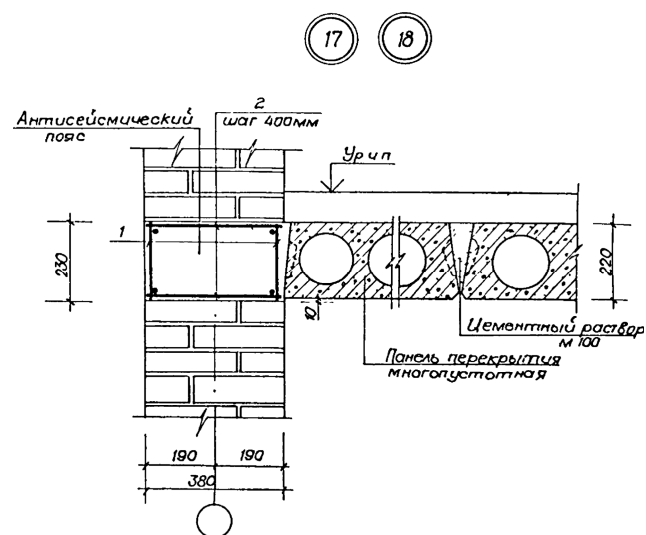


Рис. 7. Узлы № 17, 18 для наружных стен толщиной 380мм примыкания сборных многпустотных панелей перекрытий к наружным и внутренним самонесущим кирпичным стенам, где узел №17-для 7, 8 баллов, узел №18-для 9 баллов



### Ведомость узлов № 19 и № 20

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-0800    | 19     | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-0800-01 | 20     | 9 баллов   |

### Спецификация арматуры на узлы № 19 и № 20

| Поз. | Обозначение        | Наименование                            | Кол.  | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|-----------------------------------------|-------|---------------------|------------|
|      |                    | <b>Детали</b>                           |       |                     |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0030-03 | Стержень ОС-4                           | 6     | 0,079               |            |
|      |                    | <b>Переменные данные для исполнения</b> |       |                     |            |
|      | 2.140-5с.1-0800    | <b>Узел 19</b>                          |       |                     |            |
|      |                    | <b>Сборочные единицы</b>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-02 | Каркас КР-3                             | 2     | 1,36                |            |
|      |                    | <b>Материал</b>                         |       |                     |            |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,091 |                     | м³         |
|      | 2.140-5с.1-0800-01 | <b>Узел 20</b>                          |       |                     |            |
|      |                    | <b>Сборочные единицы</b>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-03 | Каркас КР-4                             | 2     | 1,91                |            |
|      |                    | <b>Материал</b>                         |       |                     |            |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,091 |                     | м³         |

### Ведомость узлов № 21 и № 22

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-0900    | 21     | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-0900-01 | 22     | 9 баллов   |

### Спецификация арматуры на узлы № 21 и № 22

| Поз. | Обозначение        | Наименование                            | Кол.  | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|-----------------------------------------|-------|---------------------|------------|
|      |                    | <b>Детали</b>                           |       |                     |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0030-04 | Стержень ОС-5                           | 6     | 0,111               |            |
| 3    | 2.140-5с.1-0030-05 | Стержень ОС-6                           | 2     | 0,395               |            |
|      |                    | <b>Переменные данные для исполнения</b> |       |                     |            |
|      | 2.140-5с.1-0900    | <b>Узел 21</b>                          |       |                     |            |
|      |                    | <b>Сборочные единицы</b>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-02 | Каркас КР-3                             | 2     | 1,36                |            |
|      |                    | <b>Материал</b>                         |       |                     |            |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,121 |                     | м³         |
|      | 2.140-5с.1-0200-01 | <b>Узел 22</b>                          |       |                     |            |
|      |                    | <b>Сборочные единицы</b>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-03 | Каркас КР-4                             | 2     | 1,91                |            |
|      |                    | <b>Материал</b>                         |       |                     |            |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,121 |                     | м³         |

### Ведомость узлов № 23 и № 24

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-0000    | 23     | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-0000-01 | 24     | 9 баллов   |

### Спецификация арматуры на узлы № 23 и № 24

| Поз. | Обозначение        | Наименование                            | Кол.  | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|-----------------------------------------|-------|---------------------|------------|
|      |                    | <b>Детали</b>                           |       |                     |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0030-03 | Стержень ОС-4                           | 6     | 0,079               |            |
|      |                    | <b>Переменные данные для исполнения</b> |       |                     |            |
|      | 2.140-5с.1-1000    | <b>Узел 23</b>                          |       |                     |            |
|      |                    | <b>Сборочные единицы</b>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-02 | Каркас КР-3                             | 2     | 1,36                |            |
|      |                    | <b>Материал</b>                         |       |                     |            |
|      |                    | Бетон М 150                             | 0,091 |                     | м³         |
|      | 2.140-5с.1-1000-01 | <b>Узел 24</b>                          |       |                     |            |
|      |                    | <b>Сборочные единицы</b>                |       |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0010-03 | Каркас КР-4                             | 2     | 1,91                |            |

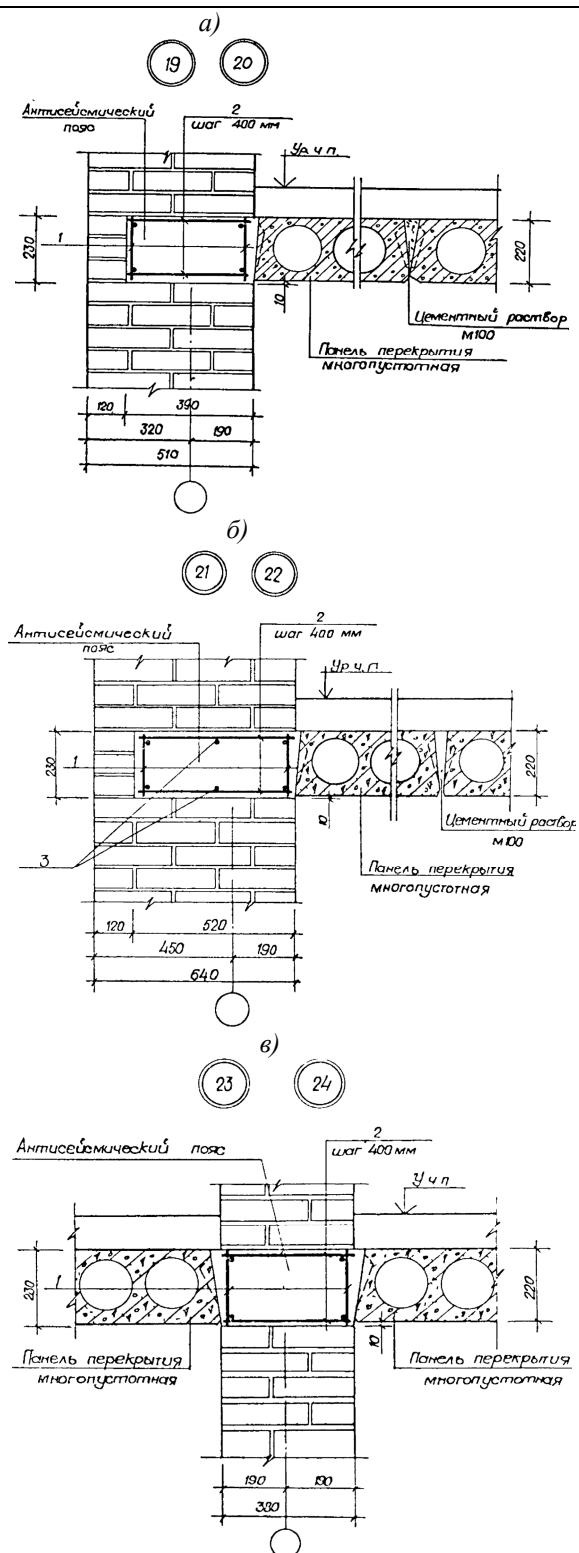


Рис. 8. Узлы № 19, 20, 21, 22, для наружных стен и № 23, 24 для внутренних стен с примыканием сборных многослойных панелей перекрытий к самонесущим кирпичным стенам: а - № 19, 20 для наружных стен толщиной 510мм, где № 19-для 7, 8 баллов, №20-для 9 баллов; б - № 21, 22 для наружных стен толщиной 640мм, где № 21-для 7, 8 баллов, № 22-для 9 баллов; в - № 23, 24 для внутренних стен толщиной 380мм, где №23-для 7, 8 баллов, № 24-для 9 баллов

|  |             |       |  |                |
|--|-------------|-------|--|----------------|
|  | Материал    |       |  |                |
|  | Бетон М 150 | 0,091 |  | м <sup>3</sup> |

### Ведомость узлов №№ 25, 26, 27, 28

| Обозначение        | № узла                       |                              | Примечание |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------|
|                    | при каналах<br>140х140<br>мм | при каналах<br>140х270<br>мм |            |
| 2.140-5с.1-1100    | 25                           | -                            | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-1100-01 | -                            | 26                           |            |
| 2.140-5с.1-1100-02 | 27                           | -                            | 9 баллов   |
| 2.140-5с.1-1100-03 | -                            | 28                           |            |

### Ведомость узлов №№ 29 и 30

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-1200    | 29     | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-1200-01 | 30     | 9 баллов   |

### Спецификация арматуры на узлы № 29 и № 30

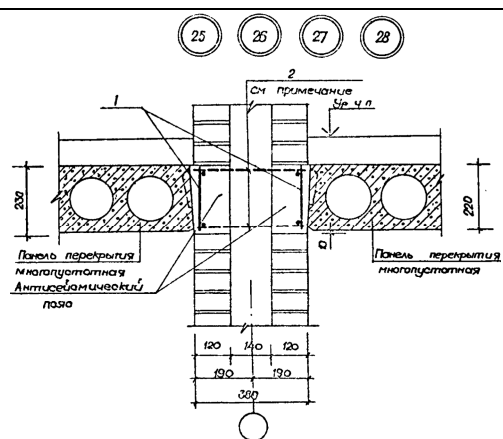
| Поз. | Обозначение        | Наименование   | Кол. | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|----------------|------|---------------------|------------|
|      | 2.140-5с.1-1200    | Узел 29        |      |                     |            |
|      |                    | Детали         |      |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0050    | Стержень ОС-9  | 2    | 1,28                |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0050-01 | Стержень ОС-10 | 2    | 0,94                |            |
|      | 2.140-5с.1-1200-01 | Узел 30        |      |                     |            |
|      |                    | Детали         |      |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0050-03 | Стержень ОС-12 | 2    | 2,10                |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0050-04 | Стержень ОС-13 | 2    | 1,62                |            |

### Ведомость узлов № 31 и № 32

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-1300    | 31     | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-1300-01 | 32     | 9 баллов   |

### Спецификация арматуры на узлы № 31 и № 32

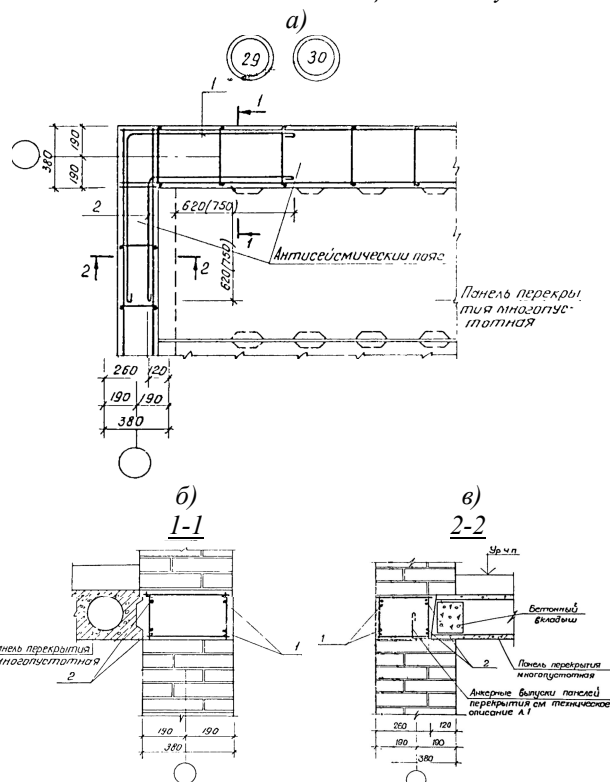
| Поз. | Обозначение        | Наименование      | Кол. | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|-------------------|------|---------------------|------------|
|      | 2.140-5с.1-3000    | Узел 31           |      |                     |            |
|      |                    | Детали            |      |                     |            |
|      |                    | Сборочные единицы |      |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0050    | Стержень ОС-9     | 2    | 1,28                |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0050-01 | Стержень ОС-10    | 2    | 0,94                |            |
|      | 2.140-5с.1-0200-01 | Узел 32           |      |                     |            |
|      |                    | Детали            |      |                     |            |



**Примечание.** В зависимости от принятого проектного решения, поперечные сечения вертикальных вентиляционных каналов в теле стен, возводимых из кирпичной кладки с использованием стандартного кирпича ( $l \times b \times h = 250\text{мм} \times 120\text{мм} \times 65\text{ (88)мм}$ ), принимаются размерами:  $l \times b = 140\text{мм} \times 140\text{мм}$  или  $270\text{мм} \times 140\text{мм}$ . При сечении каналов  $140\text{мм} \times 140\text{мм}$ : для сейсмичности 7,8 баллов - узел № 25; для сейсмичности 9 баллов - узел № 27;

При сечении каналов  $270\text{мм} \times 140\text{мм}$ : для сейсмичности 7, 8 баллов - узел № 26; для сейсмичности 9 баллов - узел № 28.

**Рис. 9.** Узлы № 25, 26, 27, 28 примыкания сборных железобетонных многопустотных панелей перекрытий к внутренним самонесущим кирпичным стенам с вертикальными каналами для вентиляции и дымоудаления



**Примечание:** 1) Дополнительные стержни поз. 1; 2 приварить к рабочим стержням каркасов; 2) В спецификации к узлам учтено только количество дополнительных стержней поз 1; 2

**Рис. 10.** Узлы № 29, 30 сопряжение антисейсмических поясов наружных стен толщиной 380 мм: а - фрагмент плана; б - сечение 1-1; в - сечение 2-2; № 29 для сейсмичности - 7, 8 баллов; № 30 для сейсмичности - 9 баллов

|   |                    |                |   |      |  |
|---|--------------------|----------------|---|------|--|
| 1 | 2.140-5с.1-0050-03 | Стержень ОС-12 | 2 | 2,10 |  |
| 2 | 2.140-5с.1-0050-04 | Стержень ОС-13 | 2 | 1,62 |  |

#### Ведомость узлов № 33 и № 34

| Обозначение        | № узла | Примечание |
|--------------------|--------|------------|
| 2.140-5с.1-1400    | 33     | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-1400-01 | 34     | 9 баллов   |

#### Спецификация арматуры на узлы № 33 и № 34

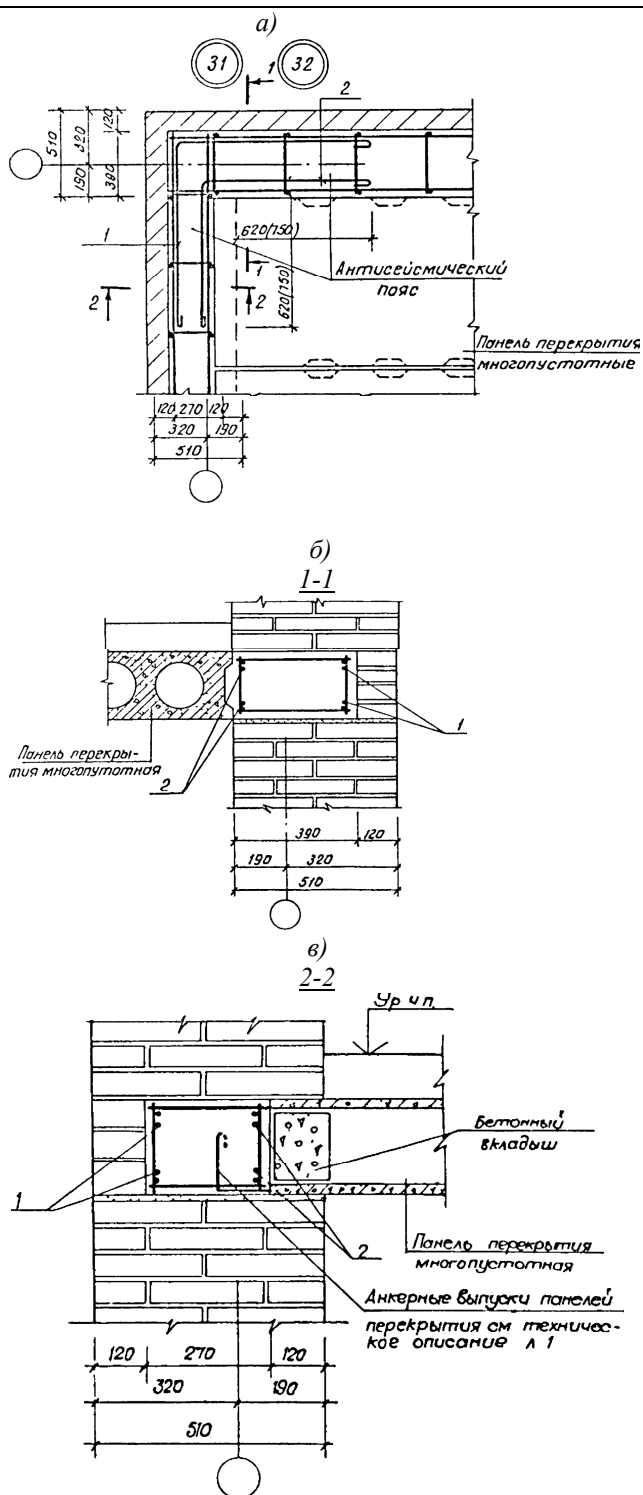
| Поз. | Обозначение        | Наименование   | Кол. | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|----------------|------|---------------------|------------|
|      | 2.140-5с.1-1400    | <b>Узел 33</b> |      |                     |            |
|      |                    | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0050-02 | Стержень ОС-11 | 2    | 1,45                |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0050-01 | Стержень ОС-10 | 2    | 0,94                |            |
|      | 2.140-5с.1-1400-01 | <b>Узел 34</b> |      |                     |            |
|      |                    | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0050-05 | Стержень ОС-14 | 2    | 2,34                |            |
| 2    | 2.140-5с.1-0050-04 | Стержень ОС-13 | 2    | 1,62                |            |

#### Ведомость узлов №№ 41, 42, 43, 44

| Обозначение        | № узла | А, мм | І, мм | Примечание |
|--------------------|--------|-------|-------|------------|
| 2.140-5с.1-1600    | 41     | 260   | 620   | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-1600-01 | 42     | 270   |       |            |
| 2.140-5с.1-1600-02 | 43     | 260   | 750   | 9 баллов   |
| 2.140-5с.1-1600-03 | 44     | 270   |       |            |

#### Спецификация арматуры на узлы №№ 41, 42, 43, 44

| Поз. | Обозначение        | Наименование   | Кол. | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|----------------|------|---------------------|------------|
|      | 2.140-5с.1-1600    | <b>Узел 41</b> |      |                     |            |
|      |                    | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0030    | Стержень ОС-1  | 8    | 0,053               |            |
|      | 2.140-5с.1-1600-01 | <b>Узел 42</b> |      |                     |            |
|      |                    | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0030    | Стержень ОС-1  | 8    | 0,053               |            |
|      | 2.140-5с.1-1600-02 | <b>Узел 43</b> |      |                     |            |
|      |                    | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0030    | Стержень ОС-1  | 8    | 0,053               |            |
|      | 2.140-5с.1-1600-03 | <b>Узел 44</b> |      |                     |            |
|      |                    | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0030    | Стержень ОС-1  | 8    | 0,053               |            |



Примечание: 1) Дополнительные стержни поз. 1; 2 приварить к рабочим стержням каркасов; 2) В спецификации к узлам учтено только количество дополнительных стержней поз 1; 2

Рис. 11. Узлы № 31, 32 сопряжение антисейсмических поясов наружных стен толщиной 510 мм: а - фрагмент плана; б - сечение 1-1; в - сечение 2-2; узел №31 для сейсмичности - 7, 8 баллов; узел №32 для сейсмичности - 9 баллов

### Ведомость узлов № 41 и № 46

| Обозначение        | № узла | l, мм | Примечание |
|--------------------|--------|-------|------------|
| 2.140-5с.1-1700    | 41     | 620   | 7,8 баллов |
| 2.140-5с.1-1700-01 | 46     | 750   | 9 баллов   |

### Спецификация арматуры на узлы №№ 41, 42, 43, 44

| Поз. | Обозначение        | Наименование   | Кол. | Масса, кг | Примечание |
|------|--------------------|----------------|------|-----------|------------|
|      | 2.140-5с.1-1700    | <b>Узел 45</b> |      |           |            |
|      |                    | <b>Детали</b>  |      |           |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0030-01 | Стержень ОС-2  | 8    | 0,084     |            |
|      | 2.140-5с.1-1700-01 | <b>Узел 46</b> |      |           |            |
|      |                    | <b>Детали</b>  |      |           |            |
| 1    | 2.140-5с.1-0030-01 | Стержень ОС-2  | 8    | 0,084     |            |

### Ведомость узла № 47

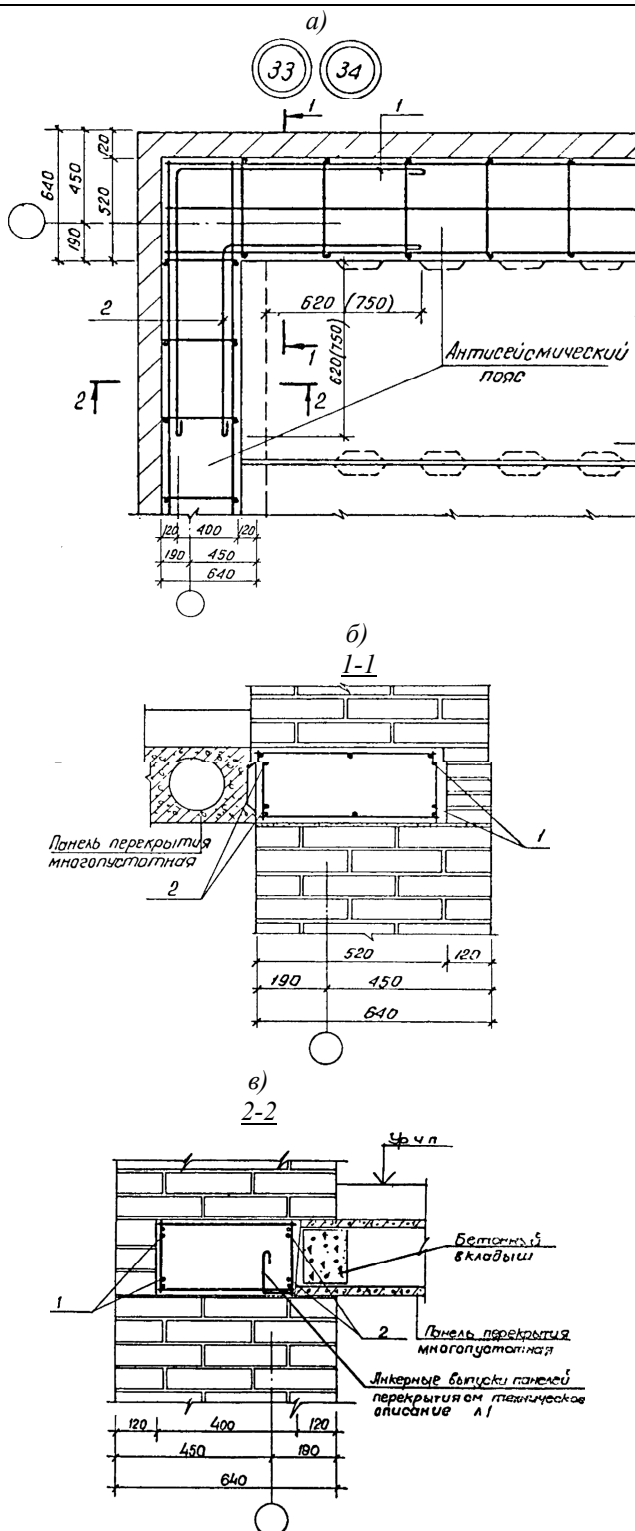
| Обозначение     | № узла | Примечание     |
|-----------------|--------|----------------|
| 2.140-5с.1-1800 | 47     | 7,8 и 9 баллов |

### Ведомость каркасов КР-1, КР-2, КР-3, КР-4

| Обозначение        | Марка       | K, мм | n, мм | Масса, кг |
|--------------------|-------------|-------|-------|-----------|
| 2.140-5с.1-0010    | <b>КР-1</b> | 170   | 15    | 1,36      |
| 2.140-5с.1-0010-01 | <b>КР-2</b> |       |       | 1,91      |
| 2.140-5с.1-0010-02 | <b>КР-3</b> | 140   | 30    | 1,36      |
| 2.140-5с.1-0010-03 | <b>КР-4</b> |       |       | 1,91      |

### Спецификация арматурных каркасов КР-1, КР-2, КР-3, КР-4

| Поз. | Обозначение        | Наименование ГОСТ 5781-82 | Кол. | Масса, кг |
|------|--------------------|---------------------------|------|-----------|
|      | 2.140-5с.1-1010    | <b>КР-1</b>               |      |           |
|      |                    | <b>Детали</b>             |      |           |
| 1    | 2.140-5с.1-0011    | d=10A-I, l=1000мм         | 2    | 1,23      |
| 2    | 2.140-5с.1-0012    | d=6A-I, l=200мм           | 3    | 0,13      |
|      | 2.140-5с.1-1010-01 | <b>КР-2</b>               |      |           |
|      |                    | <b>Детали</b>             |      |           |
| 1    | 2.140-5с.1-0013    | d=12A-I, l=1000мм         | 2    | 1,78      |
| 2    | 2.140-5с.1-0012    | d=6A-I, l=200мм           | 3    | 0,13      |
|      | 2.140-5с.1-1010-02 | <b>КР-3</b>               |      |           |
|      |                    | <b>Детали</b>             |      |           |
| 1    | 2.140-5с.1-0011    | d=10A-I, l=1000мм         | 2    | 1,23      |
| 2    | 2.140-5с.1-0012    | d=6A-I, l=200мм           | 3    | 0,13      |
|      | 2.140-5с.1-1010-01 | <b>КР-4</b>               |      |           |
|      |                    | <b>Детали</b>             |      |           |
| 1    | 2.140-5с.1-0013    | d=12A-I, l=1000мм         | 2    | 1,78      |
| 2    | 2.140-5с.1-0012    | d=6A-I, l=200мм           | 3    | 0,13      |



Примечание: 1) Дополнительные стержни поз. 1; 2 приварить к рабочим стержням каркасов; 2) В спецификации к узлам учтено только количество дополнительных стержней поз 1; 2

Рис. 12. Узлы № 33, 34 сопряжение антисейсмических поясов наружных стен толщиной 640 мм: а - фрагмент плана; б - сечение 1-1; в - сечение 2-2; узел № 33 для сейсмичности – 7, 8 баллов; узел № 34 для сейсмичности – 9 баллов



**Ведомость арматурных сеток  
С-1, С-2, С-3, С-4**

| Обозначение         | Марка      | n,<br>мм | l,<br>мм | l <sub>1</sub> ,<br>мм | Масса,<br>кг |
|---------------------|------------|----------|----------|------------------------|--------------|
| 2.140-5с. 1-0020    | <b>С-1</b> | 4        | 1940     | 260                    | 6,25         |
| 2.140-5с. 1-0020-01 | <b>С-2</b> | 4        | 2460     | 390                    | 7,54         |
| 2.140-5с. 1-0020-02 | <b>С-3</b> | 4        | 1940     | 260                    | 8,36         |
| 2.140-5с. 1-0020-03 | <b>С-4</b> | 4        | 2460     | 390                    | 10,21        |

**Примечание:**

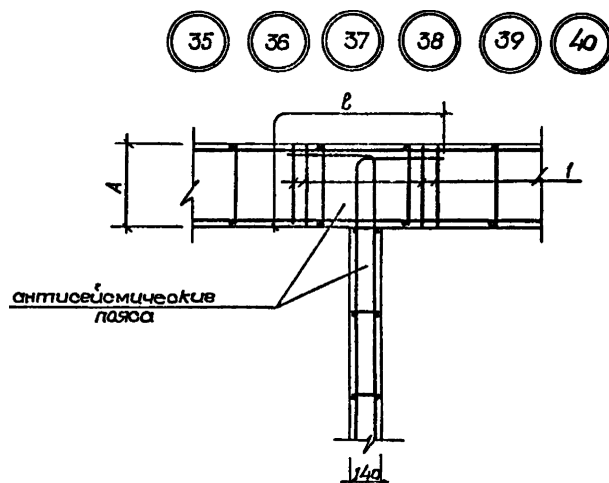
Показатели по сеткам С-1; С-2; С-3; С-4 приняты условно при n=4. Сетки С-1; С-3 – при четырех каналах сечением 140 х 140мм. Сетки С-2; С-4 – при четырех каналах сечением 140 х 270мм

**Спецификация арматурных сеток  
С-1, С-2, С-3, С-4**

| Поз. | Обозначение         | Наименование<br>ГОСТ 5781-82 | Кол. | Масса,<br>кг |
|------|---------------------|------------------------------|------|--------------|
|      | 2.140-5с. 1-1020    | <b>С-1</b>                   |      |              |
|      |                     | <b>Детали</b>                |      |              |
| 1    | 2.140-5с. 1-0021    | d=10A-I, l=1940мм            | 4    | 4,78         |
| 2    | 2.140-5с. 1-0022    | d=6A-I, l=500мм              | 4    | 0,44         |
| 3    | 2.140-5с. 1-0023    | d=6A-I, l=360мм              | 13   | 1,03         |
|      | 2.140-5с. 1-1020-01 | <b>С-2</b>                   |      |              |
|      |                     | <b>Детали</b>                |      |              |
| 1    | 2.140-5с. 1-0024    | d=10A-I, l=2460мм            | 4    | 6,07         |
| 2    | 2.140-5с. 1-0022    | d=6A-I, l=200мм              | 4    | 0,44         |
| 3    | 2.140-5с. 1-0023    | d=6A-I, l=360мм              | 13   | 1,03         |
|      | 2.140-5с. 1-1010-02 | <b>С-3</b>                   |      |              |
|      |                     | <b>Детали</b>                |      |              |
| 1    | 2.140-5с. 1-0025    | d=12A-I, l=1940мм            | 4    | 6,89         |
| 2    | 2.140-5с. 1-0022    | d=6A-I, l=500мм              | 4    | 0,44         |
| 3    | 2.140-5с. 1-0023    | d=6A-I, l=360мм              | 13   | 1,03         |
|      | 2.140-5с. 1-1010-03 | <b>С-4</b>                   |      |              |
|      |                     | <b>Детали</b>                |      |              |
| 1    | 2.140-5с. 1-0026    | d=12A-I, l=2460мм            | 4    | 8,74         |
| 2    | 2.140-5с. 1-0022    | d=6A-I, l=500мм              | 4    | 0,44         |
| 3    | 2.140-5с. 1-0023    | d=6A-I, l=360мм              | 13   | 1,03         |

**Ведомость отдельных арматурных  
стержней  
ОС-1, ОС-2, ОС-3, ОС-4, ОС-5, ОС-6**

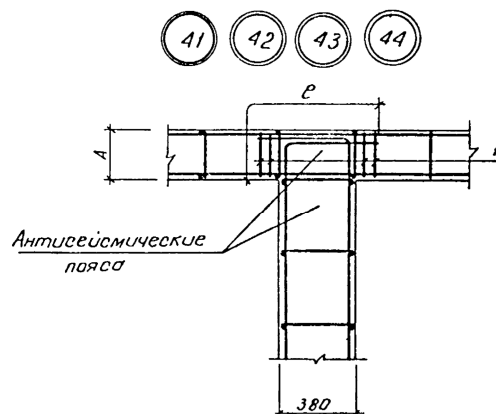
| Поз.        | Обозначение         | Наименование<br>ГОСТ 5781-82 | Кол. | Масса,<br>кг |
|-------------|---------------------|------------------------------|------|--------------|
| <b>ОС-1</b> | 2.140-5с. 1-0030    | d=6A-I, l=240мм              | 1    | 0,053        |
| <b>ОС-2</b> | 2.140-5с. 1-0030-01 | d=6A-I, l=380мм              | 1    | 0,084        |
| <b>ОС-3</b> | 2.140-5с. 1-0030-02 | d=6A-I, l=120мм              | 1    | 0,026        |
| <b>ОС-4</b> | 2.140-5с. 1-0030-03 | d=6A-I, l=360мм              | 1    | 0,079        |
| <b>ОС-5</b> | 2.140-5с. 1-0030-04 | d=6A-I, l=500мм              | 1    | 0,111        |
| <b>ОС-6</b> | 2.140-5с. 1-0030-05 | d=8A-I, l=1000мм             | 1    | 0,395        |



| Обозначение         | № узла | A, мм | l, мм | Сейсмичность, баллы |
|---------------------|--------|-------|-------|---------------------|
| 2.140-5с. 1-1500    | 35     | 380   | 620   | 7, 8 баллов         |
| 2.140-5с. 1-1500-01 | 36     | 390   |       |                     |
| 2.140-5с. 1-1500-02 | 37     | 520   |       |                     |
| 2.140-5с. 1-1500-03 | 38     | 380   | 750   | 9 баллов            |
| 2.140-5с. 1-1500-04 | 39     | 390   |       |                     |
| 2.140-5с. 1-1500-05 | 40     | 520   |       |                     |

**Примечание:** 1) На плане сопряжения антисейсмических поясов, стены и перекрытия условно не показаны; 2) На отогнутых участках перепуска рабочих стержней каркасов устанавливаются дополнительные стержни поз. 1; 3) В спецификации к узлам учтено только количество дополнительных стержней поз. 1; 4) Длину перепуска рабочих стержней каркасов учесть при конкретном проектировании.

**Рис. 13.** Узлы № 35, 36, 37, 38, 39, 40 сопряжения антисейсмических поясов в плане



| Обозначение         | № узла | A, мм | l, мм | Сейсмичность, баллы |
|---------------------|--------|-------|-------|---------------------|
| 2.140-5с. 1-1600    | 41     | 260   | 620   | 7, 8 баллов         |
| 2.140-5с. 1-1600-01 | 42     | 270   |       |                     |
| 2.140-5с. 1-1600-02 | 43     | 260   | 750   | 9 баллов            |
| 2.140-5с. 1-1600-03 | 44     | 270   |       |                     |

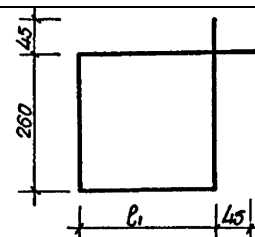
**Примечание:** смотреть на рис. 13.

**Рис. 14.** Узлы № 41, 42, 43, 44 сопряжения антисейсмических поясов в плане



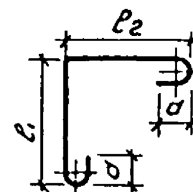
**Ведомость расхода стали на узел, кг**

| №<br>узла | Изделия арматурные                |       |        |        | Всего |
|-----------|-----------------------------------|-------|--------|--------|-------|
|           | Арматура класса А-I, ГОСТ 5781-82 |       |        |        |       |
|           | d=6мм                             | d=8мм | d=10мм | d=12мм |       |
| 1         | 0,58                              | -     | 2,46   | -      | 3,04  |
| 2         | 0,58                              | -     | -      | 3,56   | 4,14  |
| 3         | 0,58                              | -     | 2,46   | -      | 3,04  |
| 4         | 0,58                              | -     | -      | 3,56   | 4,14  |
| 5         | 0,76                              | -     | 2,46   | -      | 3,22  |
| 6         | 0,76                              | -     | -      | 3,56   | 4,32  |
| 7         | 0,42                              | -     | 2,46   | -      | 2,88  |
| 8         | 0,42                              | -     | -      | 3,56   | 3,98  |
| 9         | 3,74                              | -     | 7,24   | -      | 10,98 |
| 10        | 3,74                              | -     | 8,53   | -      | 12,27 |
| 11        | 3,74                              | -     | -      | 10,45  | 14,19 |
| 12        | 3,74                              | -     | -      | 12,30  | 16,04 |
| 13        | 5,28                              | -     | 8,47   | -      | 13,75 |
| 14        | 5,34                              | -     | 10,38  | -      | 15,72 |
| 15        | 5,28                              | -     | -      | 12,23  | 17,51 |
| 16        | 5,34                              | -     | -      | 14,97  | 20,31 |
| 17        | 0,74                              | -     | 2,46   | -      | 3,20  |
| 18        | 0,74                              | -     | -      | 3,56   | 4,30  |
| 19        | 0,74                              | -     | 2,46   | -      | 3,20  |
| 20        | 0,74                              | -     | -      | 3,56   | 4,30  |
| 21        | 0,93                              | 0,79  | 2,46   | -      | 4,18  |
| 22        | 0,93                              | 0,79  | -      | 3,56   | 5,28  |
| 23        | 0,74                              | -     | 2,46   | -      | 3,20  |
| 24        | 0,74                              | -     | -      | 3,56   | 4,30  |
| 25        | 0,90                              | -     | 2,46   | -      | 3,36  |
| 26        | 0,74                              | -     | 2,46   | -      | 3,20  |
| 27        | 0,90                              | -     | -      | 3,56   | 4,46  |
| 28        | 0,74                              | -     | -      | 3,56   | 4,30  |
| 29        | -                                 | -     | 4,44   | -      | 4,44  |
| 30        | -                                 | -     | -      | 7,44   | 7,44  |
| 31        | -                                 | -     | 4,44   | -      | 4,44  |
| 32        | -                                 | -     | -      | 7,44   | 7,44  |
| 33        | -                                 | -     | 4,78   | -      | 4,78  |
| 34        | -                                 | -     | -      | 7,92   | 7,92  |



| Обозначение        | Марка | l, мм | Масса, кг. |
|--------------------|-------|-------|------------|
| 2.140-5с.1-0040    | OC-7  | 106   | 0,18       |
| 2.140-5с.1-0040-01 | OC-8  | 365   | 0,30       |

**Рис. 18. Отдельные арматурные стержни OC-7, OC-8 по ГОСТ 5781-82**

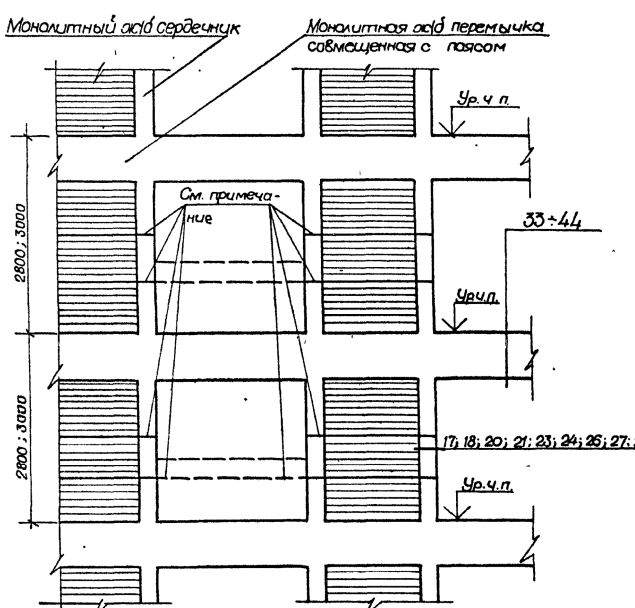
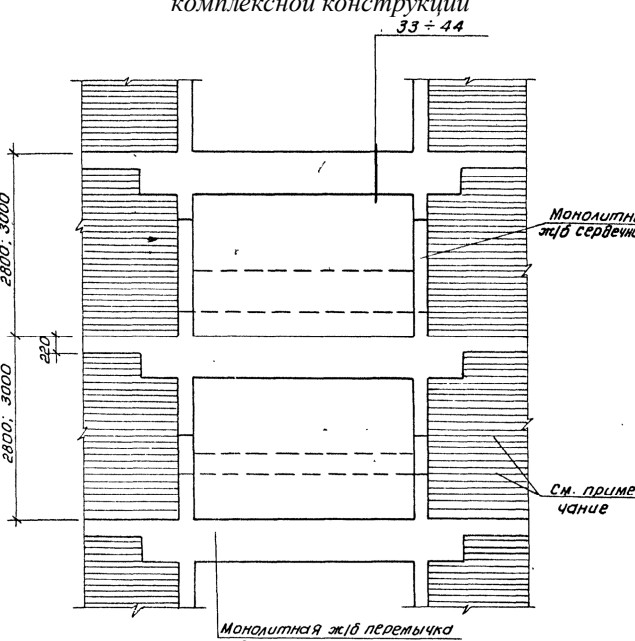


| Обозначение        | Марка        | l <sub>1</sub> , мм | l <sub>2</sub> , мм | a, мм | Масса, кг. |
|--------------------|--------------|---------------------|---------------------|-------|------------|
| 2.140-5с.1-0050    | <b>OC-9</b>  | 975                 | 975                 | 30    | 1,28       |
| 2.140-5с.1-0050-01 | <b>OC-10</b> | 645                 | 765                 | 30    | 0,94       |
| 2.140-5с.1-0050-02 | <b>OC-11</b> | 1115                | 1115                | 30    | 1,45       |
| 2.140-5с.1-0050-03 | <b>OC-12</b> | 1105                | 1105                | 36    | 2,10       |
| 2.140-5с.1-0050-04 | <b>OC-13</b> | 775                 | 775                 | 36    | 1,62       |
| 2.140-5с.1-0050-05 | <b>OC-14</b> | 1245                | 1245                | 36    | 2,34       |

**Рис. 19. Отдельные арматурные стержни OC-9, OC-10, OC-11, OC-12, OC-13, OC-14 по ГОСТ 5781-82**

## Приложение 8

Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 2.130-6с

| №№ п.п. | Краткие сведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Конструктивные и расчетные схемы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <p><b>Техническое описание к серии 2.130-6с</b></p> <p>(Серия 2.130-6с. Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов. Выпуск I. Кирпичные стены сплошной кладки. ТашЗНИИЭП, 1983.-33с.)</p> <p>Конструктивные решения по проектированию и возведению сейсмостойких стен из сплошной кирпичной кладки предназначены для применения при строительстве в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов для жилых и общественных зданий со стенами из мелкоштучной кладки; разработаны ТашЗНИИЭП. Решения разработаны с учётом требований СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах», Актуализированная редакция СНиП II-7-81*, для однослойных (без утепляющего слоя) кирпичных наружных стен толщиной 380, 510 и 640 мм и внутренних стен толщиной 380 мм.</p> <p>Учитывая особые требования СП 14.13330.2011 к кладке определяют способы повышения ее несущей способности, в выпуск I серии 2.130-6с включены узлы конструктивного армирования кирпичной кладки, узлы кладки с железобетонными включениями, так называемые «комплексные конструкции», а также узлы армирования кирпичной кладки выше верхнего перекрытия (чердачного покрытия).</p> <p>При проектировании и строительстве сейсмостойких стен из сплошной кирпичной кладки руководствуются следующими положениями, включая:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расстояние между антисейсмическими швами, высота и этажность зданий не должна превышать</li> </ol> |  <p><i>Монолитный ж/б сердечник</i><br/><i>Монолитная ж/б перемычка совмещенная с поясом</i><br/><i>Ур. ч.п.</i><br/><i>2800, 3000</i><br/><i>33x44</i><br/><i>Ур. ч.п.</i><br/><i>17, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 29</i><br/><i>Ур. ч.п.</i></p> <p><u>Примечание:</u><br/>1. Армирование кладки производится конструктивно и в соответствии с расчетом на главные растягивающие напряжения, при этом арматурные сетки заделываются в тело монолитных железобетонных сердечников.<br/>2. Пунктирной линией показан верхний уровень подоконной кирпичной кладки.</p> <p><b>Рис. 1.</b> Фрагмент фронтальной проекции кирпичной кладки стены с частым расположением проёмов комплексной конструкции</p>  <p><i>Монолитные ж/б сердечники</i><br/><i>Ур. ч.п.</i><br/><i>2800, 3000</i><br/><i>33x44</i><br/><i>Ур. ч.п.</i><br/><i>Монолитная ж/б перемычка совмещенная с поясом</i><br/><i>См. примечание</i></p> <p><u>Примечание:</u> (смотреть рис. 1)</p> <p><b>Рис. 2.</b> Фрагмент фронтальной проекции кирпичной кладки стены с одиночным расположением проемов комплексной конструкции</p> |



указанных в таблице 8, СП 14.13330.2011.

2. В зданиях с несущими стенами, кроме наружных несущих стен, как правило, предусматривается не менее одной внутренней продольной стены. Расстояние между разбивочными координационными осями поперечных стен или заменяющих их рам проверяется расчетом и назначается не более приведенных в таблице 9, СП 14.13330.2011 или в таблице 1, приведенной ниже:

Таблица 1

| Расчетная сейсмичность, баллы | Расстояния между осями поперечных стен или заменяющих их рам, м |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 7                             | 18                                                              |
| 8                             | 15                                                              |
| 9                             | 12                                                              |

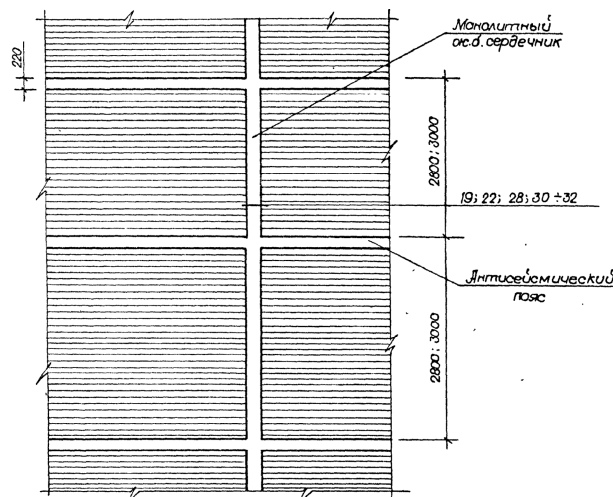
Кладка из кирпича в зависимости от сопротивляемости сейсмическим воздействиям, подразделяется на категории, определяемые временным сопротивлением осевому растяжению по непереязанным кладочным швам « $R_p^b$ » (нормальное сцепление кладки), значение которого должно быть в пределах, приведенных в таблице 2:

Таблица 2

| Категория кладки | Сопротивление осевому растяжению $R_p^b$ , кг/см |
|------------------|--------------------------------------------------|
| I                | $R_p^b \geq 1,8 \text{ кг/см}$                   |
| II               | $1,8 > R_p^b \geq 1,2 \text{ кг/см}$             |

При необходимости повышения величины временного сопротивления осевому растяжению по непереязанным кладочным швам « $R_p^b$ » (нормального сцепления кладки), применяются кладочные растворы со специальными пластифицирующими добавками.

Требуемое значение « $R_p^b$ », в обязательном порядке, указывается в поясняющей части проекта. При проектировании значение « $R_p^b$ » назначается в соответствии с результатами испытаний, проводимых в районе строительства согласно



Примечание: (смотреть рис. 1)

Рис. 3. Фрагмент фронтальной проекции кирпичной кладки стены с одиночным железобетонным включением комплексной конструкции

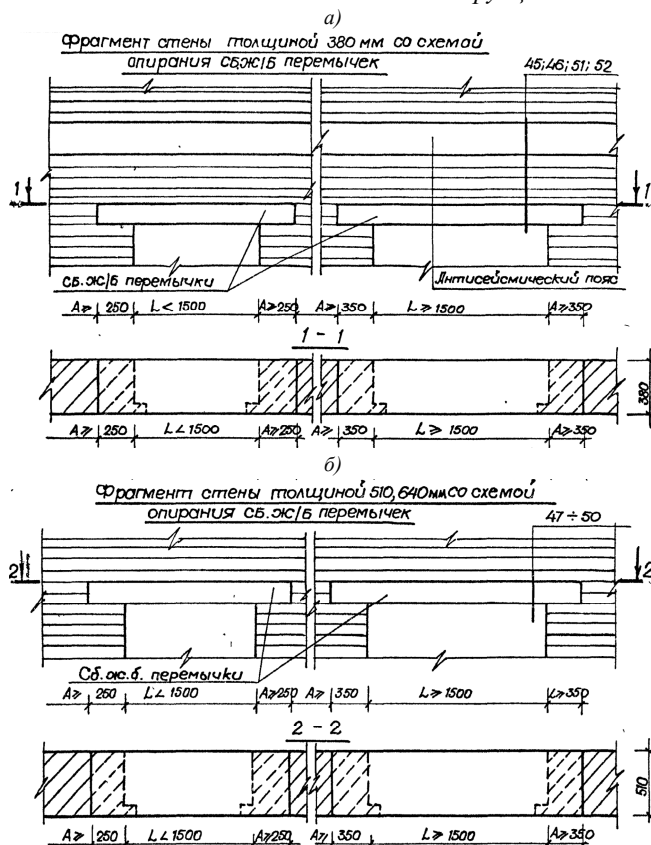


Рис. 4. Конструктивные решения фрагментов кирпичных стен толщиной 380 мм, 510 мм и 640 мм с проемами в сейсмически активных районах: а – фронтальная проекция и сечение 1-1 (горизонтальная проекция) фрагмента стены толщиной 380 мм со схемой опирания сборных железобетонных перемычек на кирпичные простенки (при ширине проема  $L < 1500$  мм (схема слева) и  $L \geq 1500$  мм (схема справа) без учета четвертей в кладке, минимальная длина опирания «А» перемычки на кирпичную кладку простенка с каждой стороны, должна быть, соответственно, не менее  $A \geq 250$  мм (схема слева) и  $A \geq 350$  мм (схема справа), или при  $L < 1500$  мм,  $A \geq 250$  мм, а при  $L \geq 1500$  мм,  $A \geq 350$  мм); б – то же, для стен толщиной 510 мм и 640 мм

«Указания по определению прочности сцепления в каменной кладке» (СН-434-71).

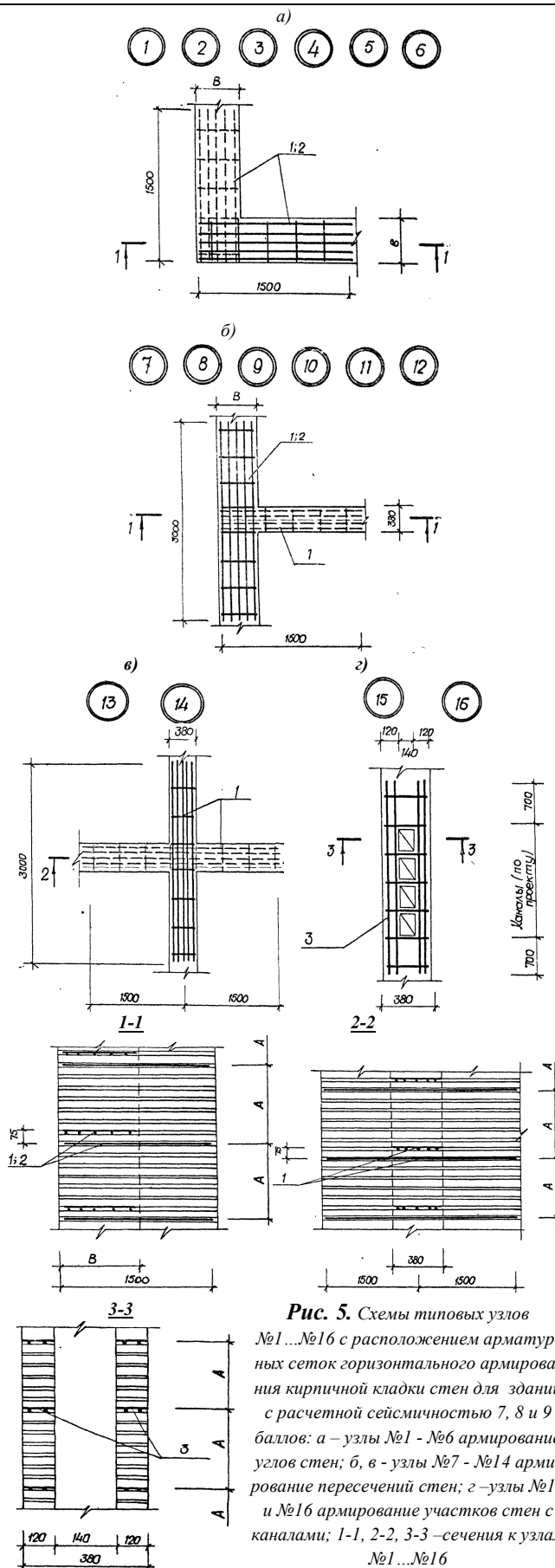
В случае если получение требуемого значения « $R_p^b$ » (таблица 2) в условиях строительной площадки невозможно, даже при применении кладочных растворов с добавлением пластифицирующих добавок, повышающих прочность сцепления кладочного раствора с кирпичом, применение кирпичной кладки, не допускается!

Возведение несущих и самонесущих стен зданий и сооружений из кирпичной кладки вручную при отрицательной температуре, в том числе усиленных армированием кладки или железобетонными включениями усиления элементов кладки, при расчетной сейсмичности 9 баллов – запрещается!

При расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов допускается проектирование и строительство сейсмостойких зданий и сооружений при отрицательной температуре наружного воздуха (холодный период календарного года) с выполнением кирпичной кладки вручную при обязательном применении кладочных растворов с пластифицирующими добавками, обеспечивающими твердение раствора при отрицательных температурах.

В соответствии с СП 14.13330.2011, требуемая сейсмостойкость зданий и сооружений, возведённых со стенами из кирпичной кладки I-й и II-й категории, обеспечивается при применении кирпича марки не ниже М75.

В соответствии с требованиями главы СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции», кирпичная кладка стен, усиленных горизонтальным и вертикальным армированием или комплексными конструкциями, должна выполняться с применением смешанных кла-



дочных растворов марки не ниже М50.

Проектные решения с расчетом и конструированием железобетонных включений и поясов перемычек в кирпичной кладке должны выполняться в соответствии с требованиями: СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции». Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры»; СП-103-2007 «Железобетонные монолитные конструкции зданий».

Все строительно-монтажные работы (СМР) по возведению каменных, армокаменных, железобетонных и металлических строительных конструкций в сейсмически активных районах должны выполняться в соответствии с проектом производства работ (ППР) и требованиям нормативных документов, включая: СНиП III-16-80 «Бетонные и железобетонные конструкции сборные»; СНиП III-15-76 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные»; СНиП III-23-76 «Защита строительных конструкций от коррозии». Все сварные работы рекомендуется выполнять в соответствии с требованиями СН 393-78.

Все инженерно-технические и конструктивные решения, разработанные в настоящей типовой серии 2.130-6с «Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов». Выпуск I. Кирпичные стены сплошной кладки, с целью комплексного решения вопросов по обеспечению требуемой СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах», Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*, сейсмостойкости, проектируются и реализуются при строительстве с учетом решений, приведен-

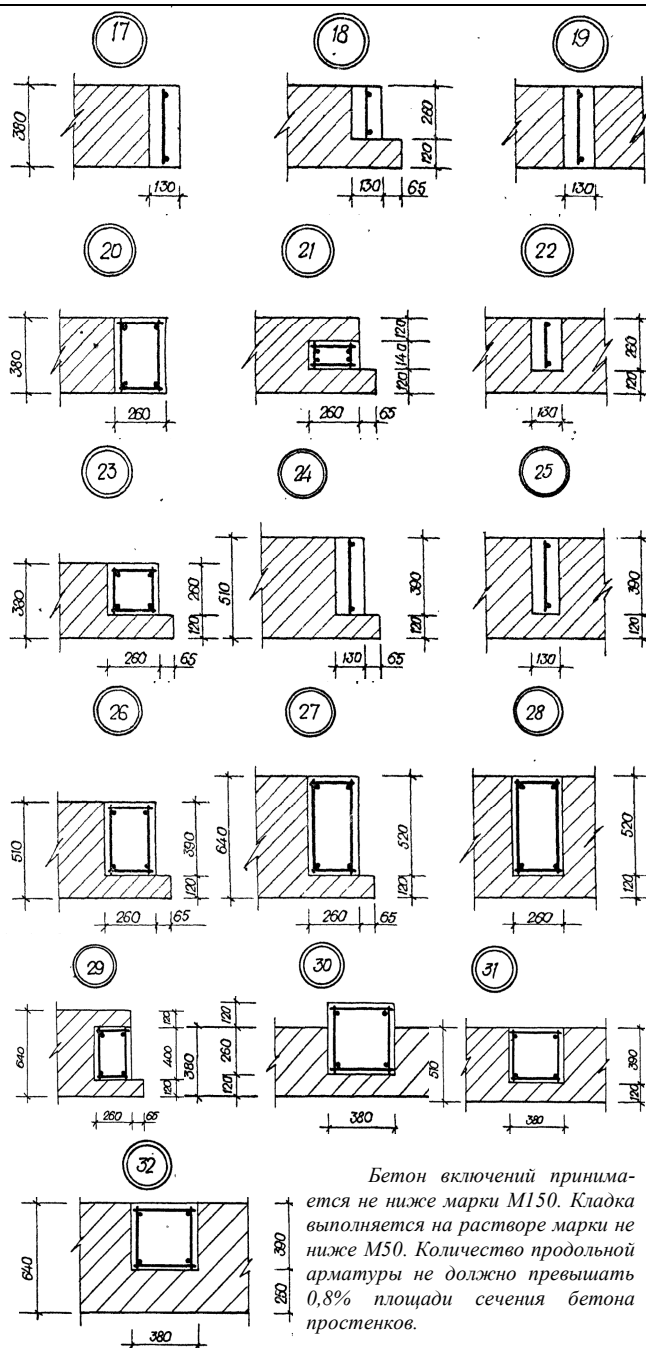
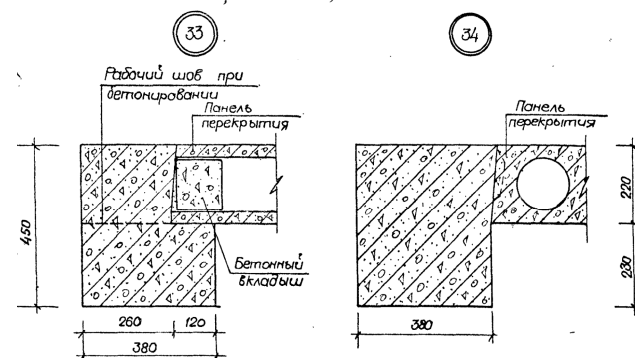


Рис. 6. Узлы №17 - №32. Комплексные конструкции. Примеры сечений железобетонных включений в стенах толщиной 380, 510 и 640 мм



ных в типовых сериях, включая: серия 2.140-5с «Узлы перекрытий жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов», выпуск I; серии 2.260-3с «Узлы крыш общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов», выпуск I.

Типовые узлы серии 2.130-6с имеют последовательную нумерацию и обозначены на листах типовой серии, а также в приложении к настоящему изданию – цифрой в кружке. При разработке проектов с применением чертежей типовых узлов, на проектных изображениях чертежей делаются выноски в виде дроби, где в числителе указывается номер (№) узла, а в знаменателе – номер (№) типовой серии и выпуска чертежей типовых узлов, например:

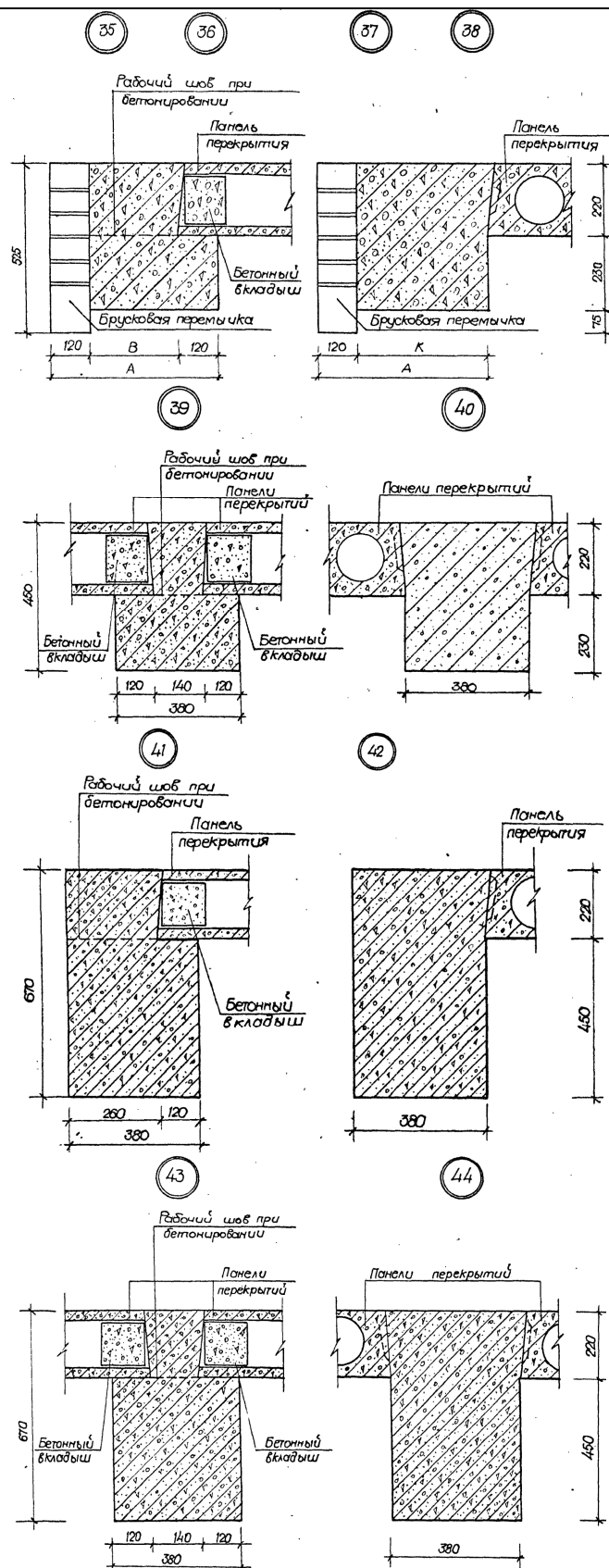
8  
2.130-6с-1

#### Ведомость узлов №1...№16

| Обозначение      | №№ узлов | А <sub>1</sub> , мм | В <sub>1</sub> , мм | Примечание |
|------------------|----------|---------------------|---------------------|------------|
| 2.130-6с. 1-0100 | 1        | 675                 | 380                 | 7, 8 б.    |
| -01              | 2        | 675                 | 510                 |            |
| -02              | 3        | 675                 | 640                 |            |
| -03              | 4        | 525                 | 380                 | 9 бал.     |
| -04              | 5        | 525                 | 510                 |            |
| -05              | 6        | 525                 | 640                 |            |
| -06              | 7        | 675                 | 380                 | 7, 8 б.    |
| -07              | 8        | 675                 | 510                 |            |
| -08              | 9        | 675                 | 640                 |            |
| -09              | 10       | 525                 | 380                 | 9 бал.     |
| -10              | 11       | 525                 | 510                 |            |
| -11              | 12       | 525                 | 640                 |            |
| -12              | 13       | 675                 | -                   | 7, 8 б.    |
| -13              | 14       | 625                 | -                   | 9 бал.     |
| -14              | 15       | 675                 | -                   | 7, 8 б.    |
| -15              | 16       | 525                 | -                   | 9 бал.     |

Примечание к ведомости узлов №1...№16:

1. В узлах указана длина арматурных сеток для глухих участков стен и простенков шириной меньшей или равной 1500мм ( $\leq 1,5м$ ), в меньших простенках длина сеток принимается равной ширине простенка.



**Рис. 7. Узлы №33 - №44. Комплексные конструкции.**  
Примеры сечений поясов перемычек в стенах толщиной 380, 510 и 640 мм, при высоте этажа 2,80 м и 3,00 м



2. Приведенные в ведомости узлы № 1...№ 16, действительны для кладки, требующей только конструктивное армирование.

### Спецификация на сетки СГ-1, СГ-2, СГ-3

| Марка поз.               | Обозначение        | Наименование<br>арматурных<br>сеток | Масса<br>едини-<br>цы,<br>кг | Примеча-<br>ние |
|--------------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| <u>Сборочные единицы</u> |                    |                                     |                              |                 |
| 1                        | 2.130-6с.1-0020    | СГ-1                                | 0,75                         | п. метр         |
| 2                        | 2.130-6с.1-0020-01 | СГ-2                                | 0,78                         | п. метр         |
| 3                        | 2.130-6с.1-0020-02 | СГ-3                                | 0,61                         | п. метр         |

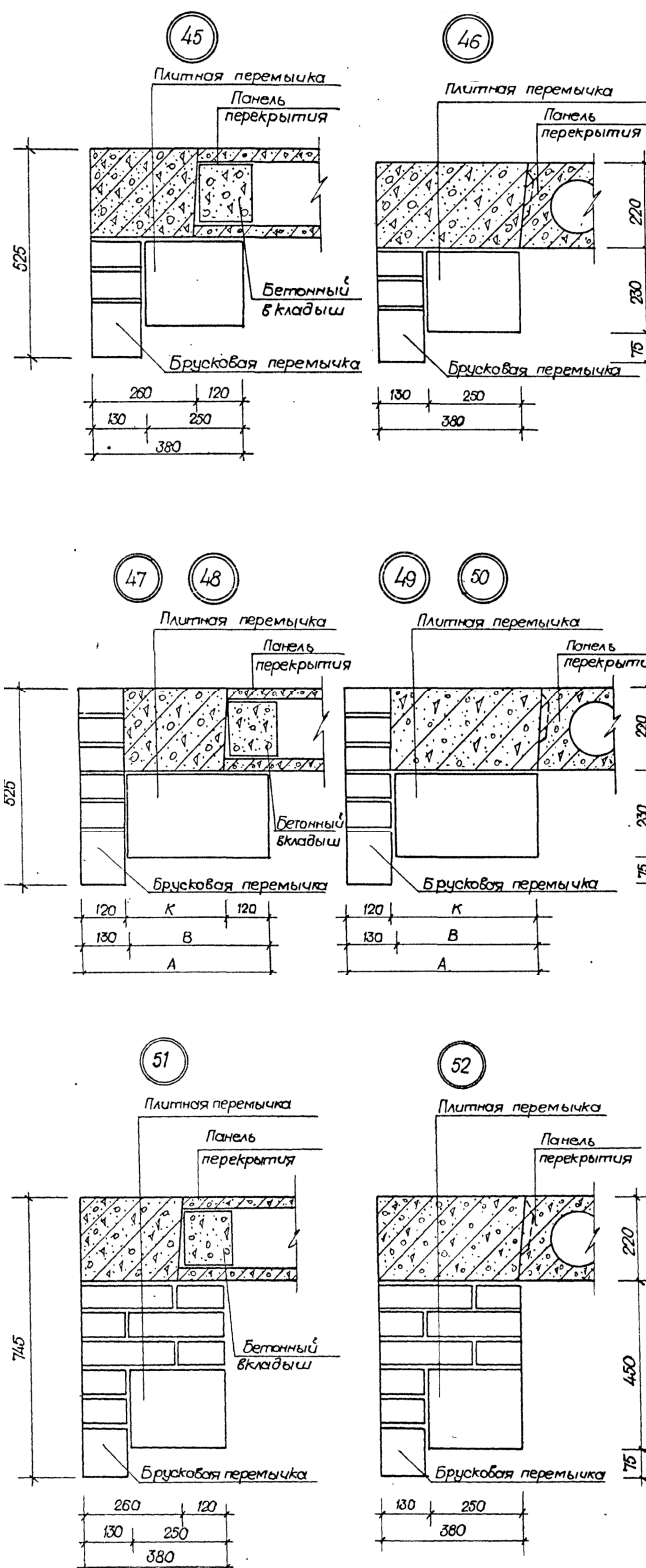
### Примечание к спецификации на СГ-1, СГ-2, СГ-3:

1. Показатели расхода сеток СГ-1, СГ-2, СГ-3 даны по узлам в рассматриваемой плоскости в погонных метрах.

2. Показатели расхода сеток поз. 3 по узлам №15 и №16 даны условно на 1 погонный метр и должны быть учтены при конкретном проектировании.

### Ведомость узлов №33...№44

| Обозначение         | №№ узлов | Высота<br>этажа, м | А,<br>мм | В,<br>мм | К <sub>1</sub> ,<br>мм |
|---------------------|----------|--------------------|----------|----------|------------------------|
| 2.130-6с.<br>1-0040 | 33       | 2,80               | -        | -        | -                      |
| -01                 | 34       | 2,80               | -        | -        | -                      |
| -02                 | 35       | 2,80               | 510      | 270      | -                      |
| -03                 | 36       | 2,80               | 640      | 400      | -                      |
| -04                 | 37       | 2,80               | 510      | -        | 390                    |
| -05                 | 38       | 2,80               | 640      | -        | 520                    |
| -06                 | 39       | 2,80               | -        | -        | -                      |
| -07                 | 40       | 2,80               | -        | -        | -                      |
| -08                 | 41       | 3,00               | -        | -        | -                      |
| -09                 | 42       | 3,00               | -        | -        | -                      |
| -10                 | 43       | 3,00               | -        | -        | -                      |
| -11                 | 44       | 3,00               | -        | -        | -                      |

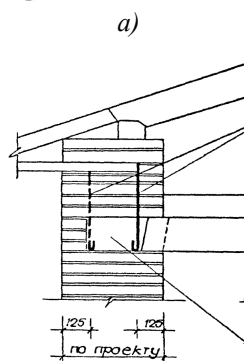


**Рис. 8. Узлы №35 - №52. Комплексные конструкции.**  
Примеры сечений железобетонных перемычек в стенах  
толщиной 380, 510 и 640 мм, при высоте этажа  
2,80м и 3,00м

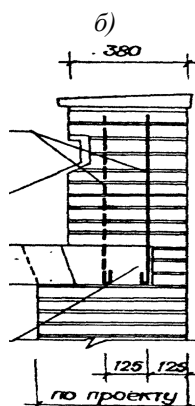
**Ведомость узлов №45...№52**

| Обозначение         | №№ узлов | Высота этажа, м | А, мм | В, мм | К <sub>т</sub> , мм |
|---------------------|----------|-----------------|-------|-------|---------------------|
| 2.130-бс.<br>1-0050 | 45       | 2,80            | -     | -     | -                   |
| -01                 | 46       | 2,80            | -     | -     | -                   |
| -02                 | 47       | 2,80            | 510   | 380   | 270                 |
| -03                 | 48       | 2,80            | 640   | 510   | 400                 |
| -04                 | 49       | 2,80            | 510   | 380   | 390                 |
| -05                 | 50       | 2,80            | 640   | 510   | 520                 |
| -06                 | 51       | 3,00            | -     | -     | -                   |
| -07                 | 52       | 3,00            | -     | -     | -                   |

53



54



**Примечание к узлам №53 и №54:**

1. Приведенные в узлах конструкции показаны условно и должны быть разработаны в проекте.

2. В кладке парапета и под мауэрлатом имеющей высоту более 400мм над верхним перекрытием закладываются анкерные стержни поз. 1 по 2 штуки на каждый 1 погонный метр стены с расположением в шахматном порядке.

**Рис. 9.** Узлы №53 - №54. Армирование стен под верхним перекрытием при чердачных и бесчердачных неветилируемых покрытиях: а - армирование кладки под мауэрлатом при чердачных покрытиях; б - армирование парапета при бесчердачных неветилируемых покрытиях

## Приложение 9

### Узлы крыш общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 2.260-3с

| №№<br>п.п. | Краткие сведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Конструктивные и расчетные схемы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p><b>Техническое описание к серии 2.260-3с</b><br/>(Серия 2.260-3с. Узлы крыш общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов. Выпуск I. Бесчердачные крыши в кирпичных зданиях. Рабочие чертежи.. ТаиЗНИИЭП, 1983.-28с.)</p> <p>В состав серии 2.260-3с., выпуск 1, включены узлы крепления сборных железобетонных карнизных плит бесчердачных неветилируемых крыш для зданий со стенами из кирпича и узлы устройства связей монолитных железобетонных антисейсмических поясов в плоскости перекрытий из многопустотных панелей (независимо от класса арматуры) верхних этажей с нижележащей кладкой. Арматурные анкеры АС-1 закладываются по всей длине стен с расположением их в шахматном порядке.</p> <p>Узлы крыш разработаны с учетом современных требований СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах». Актуализированная редакция СНиП II-7-81* и предназначены для строительства общественных зданий со стенами из кирпичной кладки, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов.</p> <p>Вид и толщина утепляющего слоя, тип основного гидроизоляционного ковра разработаны в выпуске I серии 2.160-1 «Бесчердачные покрытия», предназначенном для обычных условий строительства.</p> <p>Узлы устройства монолитных железобетонных антисейсмических поясов верхних этажей аналогичны узлам поясов междуэтажных перекрытий, разработанным в выпуске I серии 2.140-5с «Узлы перекрытий жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов».</p> <p>Участки стен из кирпичной кладки, расположенные над верхним перекрытием (покрытием), имеющие высоту более 400 мм, армируются и заанкериваются в антисейсмический пояс перекрытия последнего этажа.</p> <p>Узлы армирования кирпичной кладки, расположенной над верхним перекрытием (покрытием), разработаны в выпуске I серии 2.130-6с «Узлы стен жилых и общест-</p> | <p style="text-align: center;"><b>Рис. 1. Примеры монтажных схем неветилируемых покрытий зданий с расчетной сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов с маркировкой узлов:</b><br/>а - для зданий с продольными несущими стенами при двускатной крыше; б - то же, при односкатной крыше; в - для зданий с поперечными несущими стенами при двускатной крыше; г - то же, при односкатной крыше</p> |

венных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов».

Все монтажные работы должны выполняться по проекту производства работ (ППР) и в соответствии с требованиями главы: СНиП III-16-80 «Бетонные и железобетонные конструкции сборные», СНиП III-15-76 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные», СНиП III-23-76 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии», а все сварные работы – в соответствии с указаниями СН 393-78.

В связи с идентичностью решений настоящий выпуск применяется также при проектировании и строительстве общественных кирпичных зданий с перекрытиями из беспустотных (сплошных) панелей перекрытий.

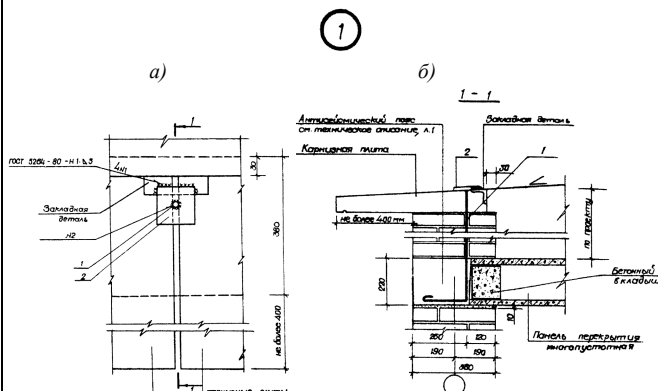
В типовой технической документации к типовым узлам серии 2.260-3с., выпуск 1, приведены показатели из расчета на 1 погонный метр стен из кирпичной кладки.

Типовые узлы серии 2.260-3с., выпуск 1 имеют последовательную нумерацию и обозначены в документах цифрой в кружке. При разработке проектов с применением чертежей типовых узлов, на чертежах проекта делаются выноски в виде дроби, где в числителе указывается номер узла, а в знаменателе – номер серии и выпуска чертежей типовых узлов, например:

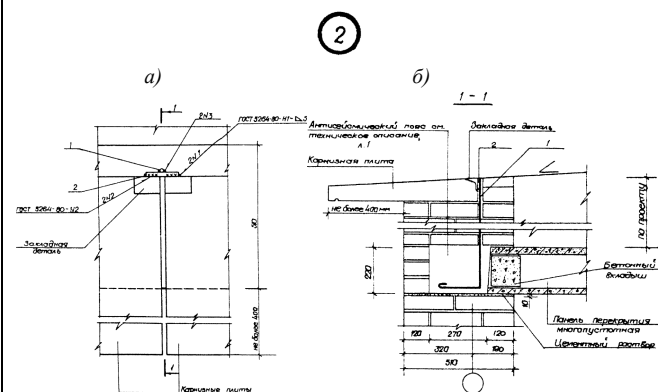
$$\frac{5}{2.260-3с-1}$$

Серии 2.260-3с., выпуск 1 разработаны с применением типовых изделий, входящих в состав каталога:

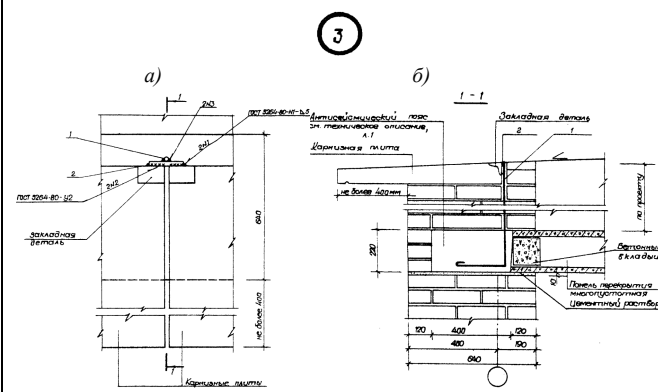
1. Серия 1.141.1-19с, выпуск 0, 1, 2, 3 «Панели перекрытий железобетонные многпустотные, армированные стержнями из стали класса Ат-V для строительства жилых и общественных зданий в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов».
2. Серия 1.141.1-22с, выпуск 0, 1, 2, 3, 4 «Панели перекрытий железобетонные многпустотные, армированные стержнями из стали класса Ат-III для строительства жилых и общественных зданий в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов».
3. Серия 1.141.1-23с, выпуск 0, 1, 2, 3,



Сварочный шов соединения №2 в отверстие с раззенковкой выполняется ручной дуговой сваркой при монтаже изделия



Сварочный шов соединения №3 выполняется ручной дуговой сваркой при монтаже изделия



Сварочный шов соединения №3 выполняется ручной дуговой сваркой при монтаже изделия

Рис. 2. Крепление карнизных плит при опирании панелей верхнего перекрытия на наружные стены: Узел №1, для стены толщиной 380мм; Узел №2, для стены толщиной 510мм; Узел №3, для стены толщиной 640мм; а – фрагмент плана узла; б – разрез 1-1



4 «Панели перекрытий железобетонные многопустотные, армированные стержнями из стали класса Вр-I для строительства жилых и общественных зданий в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов».

4. Серия 1.243-3с, выпуск 3с «Панели перекрытий железобетонные беспустотные».

5. Серия 1.138-3, выпуск 1 «Железобетонные карнизные плиты для жилых и общественных зданий».

**Ведомость узлов №1, №2, №3 (рис. 1 и 2)**

| Обозначение     | № узла   | Примечание      |
|-----------------|----------|-----------------|
| 2.260-3с.1-0100 | <b>1</b> | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-0200 | <b>2</b> | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-0300 | <b>3</b> | 7, 8 и 9 баллов |

**Спецификация к узлам: №1, №2, №3**

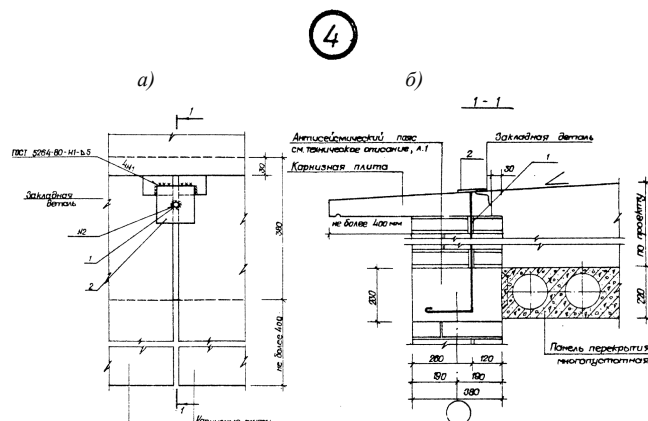
| Поз. | Обозначение        | Наименование   | Кол. | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|----------------|------|---------------------|------------|
|      | 2.260-3с.1-0100    | <b>Узел №1</b> |      |                     |            |
|      |                    | Детали         |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0100-01 | Анкер АС-1     | 1    | -                   |            |
| 2    | -03                | МНД-2          | 1    | 0,94                |            |
|      | 2.260-3с.1-0200    | <b>Узел №2</b> |      |                     |            |
|      |                    | Детали         |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0100-01 | Анкер АС-2     | 1    | -                   |            |
| 2    | -02                | МНД-1          | 1    | 0,31                |            |
|      | 2.260-3с.1-0300    | <b>Узел №3</b> |      |                     |            |
|      |                    | Детали         |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0100-01 | Анкер АС-2     | 1    | -                   |            |
| 2    | -02                | МНД-1          | 1    | 0,31                |            |

**Ведомость узлов №4, №5, №6 (рис. 1 и 3)**

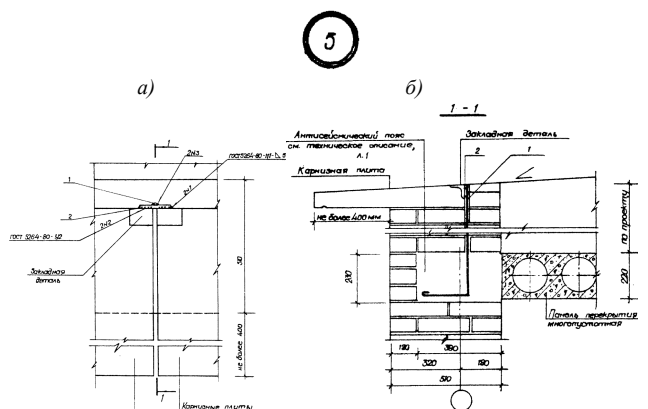
| Обозначение     | № узла   | Примечание      |
|-----------------|----------|-----------------|
| 2.260-3с.1-0400 | <b>4</b> | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-0500 | <b>5</b> | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-0600 | <b>6</b> | 7, 8 и 9 баллов |

**Спецификация к узлам: №4, №5, №6**

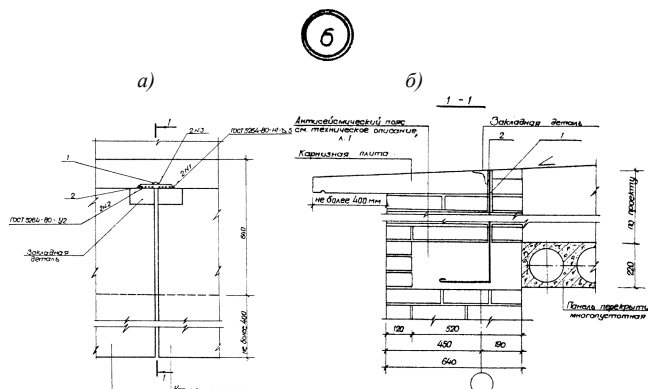
| Поз. | Обозначение        | Наименование  | Кол. | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|--------------------|---------------|------|---------------------|------------|
|      | 2.260-3с.1-0400    | <b>Узел 4</b> |      |                     |            |
|      |                    | Детали        |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0400-01 | Анкер АС-2    | 1    | -                   |            |
| 2    | -03                | МНД-2         | 1    | 0,94                |            |
|      | 2.260-3с.1-0500    | <b>Узел 5</b> |      |                     |            |
|      |                    | Детали        |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0500-01 | Анкер АС-2    | 1    | -                   |            |
| 2    | -02                | МНД-1         | 1    | 0,31                |            |
|      | 2.260-3с.1-0600    | <b>Узел 6</b> |      |                     |            |
|      |                    | Детали        |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0600-01 | Анкер АС-2    | 1    | -                   |            |
| 2    | -02                | МНД-1         | 1    | 0,31                |            |



Сварочный шов соединения №2 в отверстие с раззенковкой выполняется ручной дуговой сваркой при монтаже изделия



Сварочный шов соединения №3 выполняется ручной дуговой сваркой при монтаже изделия



Сварочный шов соединения №3 выполняется ручной дуговой сваркой при монтаже изделия

**Рис. 3.** Узлы крепления карнизных плит при примыкании панелей верхнего перекрытия к наружным стенам толщиной: 380мм на узле №4; 510мм на узле №5; 640мм на узле №6; а – фрагмент плана узла; б – разрез 1-1

**Ведомость узлов №7, №8, №9, №10 (рис. 4)**

| Обозначение     | № узла | Примечание      |
|-----------------|--------|-----------------|
| 2.260-3с.1-0700 | 7      | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-0800 | 8      | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-0900 | 9      | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-1000 | 10     | 7, 8 и 9 баллов |

**Спецификация к узлам: №7, №8, №9, №10 (рис. 4)**

| Поз. | Обозначение     | Наименование   | Кол. | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|-----------------|----------------|------|---------------------|------------|
|      | 2.260-3с.1-0700 | <u>Узел 7</u>  |      |                     |            |
|      |                 | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0010 | Анкер АС-1     | 2    | 0,15                |            |
|      | 2.260-3с.1-0800 | <u>Узел 8</u>  |      |                     |            |
|      |                 | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0010 | Анкер АС-1     | 2    | 0,15                |            |
|      | 2.260-3с.1-0900 | <u>Узел 9</u>  |      |                     |            |
|      |                 | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0010 | Анкер АС-1     | 2    | 0,15                |            |
|      | 2.260-3с.1-1000 | <u>Узел 10</u> |      |                     |            |
|      |                 | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0010 | Анкер АС-1     | 2    | 0,15                |            |

**Ведомость узлов №11, №12, №13, №14 (рис. 5)**

| Обозначение     | № узла | Примечание      |
|-----------------|--------|-----------------|
| 2.260-3с.1-1100 | 11     | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-1200 | 12     | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-1300 | 13     | 7, 8 и 9 баллов |
| 2.260-3с.1-1400 | 14     | 7, 8 и 9 баллов |

**Спецификация к узлам: №11, №12, №13, №14**

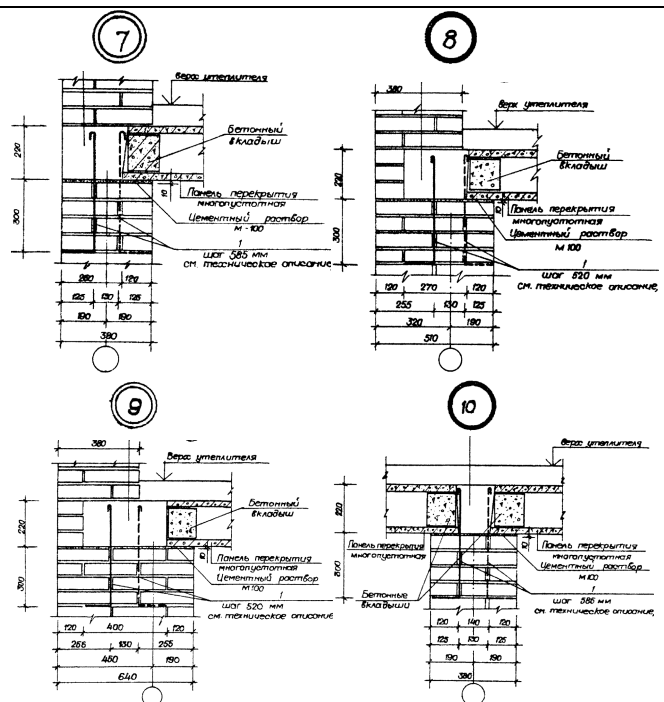
| Поз. | Обозначение     | Наименование   | Кол. | Масса<br>ед.,<br>кг | Примечание |
|------|-----------------|----------------|------|---------------------|------------|
|      | 2.260-3с.1-1100 | <u>Узел 11</u> |      |                     |            |
|      |                 | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0010 | Анкер АС-1     | 2    | 0,15                |            |
|      | 2.260-3с.1-1200 | <u>Узел 12</u> |      |                     |            |
|      |                 | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0010 | Анкер АС-1     | 2    | 0,15                |            |
|      | 2.260-3с.1-1300 | <u>Узел 13</u> |      |                     |            |
|      |                 | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0010 | Анкер АС-1     | 2    | 0,15                |            |
|      | 2.260-3с.1-1400 | <u>Узел 14</u> |      |                     |            |
|      |                 | <u>Детали</u>  |      |                     |            |
| 1    | 2.260-3с.1-0010 | Анкер АС-1     | 2    | 0,15                |            |

**Ведомость АС-1, АС-2, МНД-1, МНД-2 (рис. 6)**

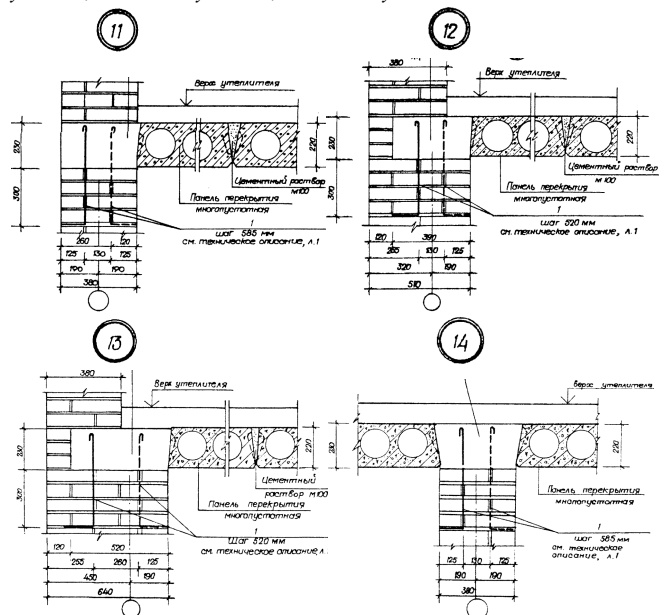
| Обозначение        | Марка | Длина, l, мм | Масса, кг  |
|--------------------|-------|--------------|------------|
| 2.260-3с.1-0010    | АС-1  | 658          | 0,15       |
| 2.260-3с.1-0010-01 | АС-2  | по проекту   | по проекту |
| 2.260-3с.1-0010-02 | МНД-1 | 100          | 0,31       |
| 2.260-3с.1-0010-03 | МНД-2 | 100          | 0,94       |

**Спецификация АС-1, АС-2, МНД-1, МНД-2 (рис. 6)**

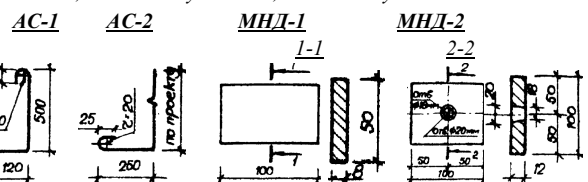
| Обозначение        | Наименование         | Кол. | Прим.   |
|--------------------|----------------------|------|---------|
|                    | Анкер АС-1           |      |         |
| 2.260-3с.1-0010    | d=6A-I               | 1    | 0,15 кг |
|                    | Анкер АС-2           |      |         |
| 2.260-3с.1-0010-01 | d=16A-I              | -    | проект  |
|                    | МНД-1                |      |         |
| 2.260-3с.1-0010-02 | Полоса 50x8, l=100   | 1    | 0,31 кг |
|                    | МНД-2                |      |         |
| 2.260-3с.1-0010-03 | Полоса 100x12, l=100 | 1    | 0,94 кг |



**Рис. 4. Узлы анкеровки антисейсмического пояса верхнего этажа при опирании панелей перекрытий на наружные (№7, №8, №9) и внутренние (№10) стены толщиной: 380мм для узла №7; 510мм для узла №8; 640мм для узла №9; 380мм для узла №10**



**Рис. 5. Узлы анкеровки антисейсмического пояса верхнего этажа при примыкании панелей перекрытий к наружным (№11, №12, №13) и внутренним (№14) стенам толщиной: 380мм для узла №11; 510мм для узла №12; 640мм для узла №13; 380мм для узла №14**



**Рис. 6. Чертежи анкерных стержней АС-1 и АС-2 и металлических накладных деталей МНД-1 и МНД-2**

## Приложение 10

Предварительно напряженные (с электротермическим методом натяжения арматуры класса Ат-V) сборные железобетонные плиты перекрытий с круглыми пустотами длиной 6280, 5980, 5680, 5380, 5080 и 4780 мм, шириной 1790, 1490, 1190 и 990 мм, для строительства жилых и общественных зданий в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 1.141.1-19с/85

Конструкции сборных железобетонных плит перекрытий с круглыми пустотами длиной 6280, 5980, 5680, 5380, 5080 и 4780 мм, шириной 1790, 1490, 1190 и 990 мм, по типовой серии 1.141.1-19с/85, предназначены для проектирования и строительства жилых и общественных зданий в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов со стенами из кирпича и бетонных блоков и рассчитаны под нагрузки (без учета собственного веса плиты) равные: 300, 450, 600 и 800 кгс/м<sup>2</sup>. Бетон, применяемый для изготовления плит перекрытий марки М200 (В15). Выпуск серии 1.141.1-19с/85 содержит антисейсмические мероприятия плит перекрытий с учетом современных требований СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах», Актуализированная редакция СНиП II-7-81\* и является дополнением к серии 1.141-1, выпуск 63.

Пример маркировки плит перекрытий, в зависимости от расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов, включённых в данный выпуск, например для плиты **ПК 63.12-8АтVТ-С7а**, расшифровывается таким образом:

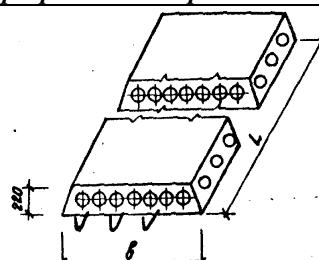
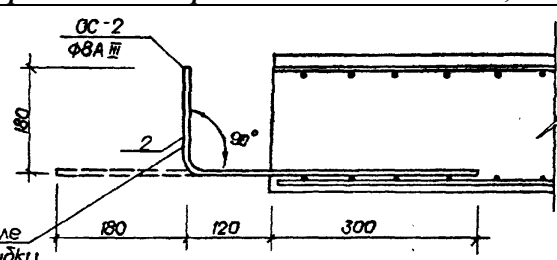
**ПК** – плита перекрытия круглопустотная; **63.12** – длиной 628см, шириной 119см (размеры с округлением в дециметрах); **8** – под расчетную нагрузку 800 кгс/м<sup>2</sup> (без учета собственного веса плиты перекрытия); **АтV** – с напрягаемой рабочей арматурой из стали класса АтV; **Т** – изготавливается из тяжелого бетона; **С7** – для зданий с расчетной сейсмичностью 7 баллов; **а** – с бетонными вкладышами.

Серия 1.141.1-19с/85 разработана в следующем составе:

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Выпуск 0-</i> | <i>Предварительно напряженные плиты с круглыми пустотами длиной 6280, 5980, 5680, 5380, 5080 и 4780 мм, шириной 1790, 1490, 1190 и 990 мм. Метод натяжения – электротермический. Материалы для проектирования</i>                                                    |
| <i>Выпуск 1-</i> | <i>Предварительно напряженные плиты с круглыми пустотами длиной 6280, 5980, 5680, 5380, 5080 и 4780 мм, шириной 1790, 1490, 1190 и 990 мм для строительства в районах сейсмичностью 7 баллов. Метод натяжения – электротермический.</i>                              |
| <i>Выпуск 2-</i> | <i>Предварительно напряженные плиты с круглыми пустотами длиной 6280, 5980, 5680, 5380, 5080 и 4780 мм, шириной 1790, 1490, 1190 и 990 мм для строительства в районах сейсмичностью 8 баллов. Метод натяжения – электротермический. Рабочие чертежи</i>              |
| <i>Выпуск 3-</i> | <i>Предварительно напряженные плиты с круглыми пустотами длиной 6280, 5980, 5680, 5380, 5080 и 4780 мм, шириной 1790, 1490, 1190 и 990 мм для строительства в районах сейсмичностью 9 баллов. Метод натяжения – электротермический. Рабочие чертежи</i>              |
| <i>Выпуск 4-</i> | <i>Предварительно напряженные плиты с круглыми пустотами длиной 6280, 5980, 5680, 5380, 5080 и 4780 мм, шириной 1790, 1490, 1190 и 990 мм для строительства в районах сейсмичностью 9 баллов. Метод натяжения – электротермический. Ведомость расхода материалов</i> |

## Номенклатура

плит перекрытий по серии 1.141.1-19с/85 для строительства в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов

|  |                   |  |                 |                                      |            |                   |                          |                 |                          |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|------------|-------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| Обозначение                                                                       | Марка             | Габаритные размеры, мм                                                             |                 | Приведённая толщина бетона плиты, см | Бетона, м³ | Расход материалов |                          |                 |                          | Масса изделия, кг |
|                                                                                   |                   | Длина плиты, L                                                                     | Ширина плиты, b |                                      |            | Стали, кг         |                          |                 |                          |                   |
|                                                                                   |                   |                                                                                    |                 |                                      |            | на изделие        |                          | на 1 м² изделия |                          |                   |
|                                                                                   |                   |                                                                                    |                 |                                      |            | натуральной       | Приведённой к классу А-I | натуральной     | Приведённой к классу А-I |                   |
| 1                                                                                 | 2                 | 3                                                                                  | 4               | 5                                    | 6          | 7                 | 8                        | 9               | 10                       | 11                |
| 1.141.1-19с/85.1-100                                                              | ПК 63.18-8AmVT-C7 | 6280                                                                               | 1790            | 11,90                                | 1,34       | 62,40             | 118,65                   | 5,55            | 10,56                    | 3350              |
| 1.141.1-19с/85.2-100                                                              | ПК 63.18-8AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 62,92             | 118,89                   | 5,60            | 10,58                    |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100                                                              | ПК 63.18-8AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 63,80             | 120,88                   | 5,68            | 10,75                    |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-01                                                           | ПК 60.18-8AmVT-C7 | 5980                                                                               | 1790            | 11,90                                | 1,27       | 53,97             | 103,13                   | 5,04            | 9,64                     | 3175              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-01                                                           | ПК 60.18-8AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 54,49             | 103,65                   | 5,09            | 9,69                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-01                                                           | ПК 60.18-8AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 55,37             | 105,35                   | 5,17            | 9,85                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-02                                                           | ПК 57.18-8AmVT-C7 | 5680                                                                               | 1790            | 11,90                                | 1,21       | 45,20             | 84,04                    | 4,44            | 8,26                     | 3025              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-02                                                           | ПК 57.18-8AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 45,72             | 84,56                    | 4,50            | 8,32                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-02                                                           | ПК 57.18-8AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 46,60             | 86,27                    | 4,58            | 8,48                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-03                                                           | ПК 54.18-8AmVT-C7 | 5380                                                                               | 1790            | 11,91                                | 1,15       | 38,13             | 70,47                    | 3,96            | 7,32                     | 2875              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-03                                                           | ПК 54.18-8AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 38,65             | 70,99                    | 4,01            | 7,37                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-03                                                           | ПК 54.18-8AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 39,53             | 72,70                    | 4,10            | 7,55                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-04                                                           | ПК 51.18-8AmVT-C7 | 5080                                                                               | 1790            | 11,90                                | 1,08       | 33,78             | 61,11                    | 3,72            | 6,72                     | 2700              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-04                                                           | ПК 51.18-8AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 34,30             | 61,63                    | 3,77            | 6,78                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-04                                                           | ПК 51.18-8AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 35,18             | 63,34                    | 3,87            | 6,97                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-05                                                           | ПК 48.18-8AmVT-C7 | 4780                                                                               | 1790            | 11,91                                | 1,02       | 30,37             | 54,10                    | 3,55            | 6,32                     | 2550              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-05                                                           | ПК 48.18-8AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 30,89             | 54,62                    | 3,61            | 6,38                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-05                                                           | ПК 48.18-8AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 31,77             | 56,33                    | 3,71            | 6,58                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-06                                                           | ПК 63.18-8AmVT-C7 | 6280                                                                               | 1790            | 11,91                                | 1,34       | 48,42             | 89,74                    | 4,31            | 7,98                     | 3350              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-06                                                           | ПК 63.18-8AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 48,94             | 90,26                    | 4,35            | 8,03                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-06                                                           | ПК 63.18-8AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 49,82             | 91,97                    | 4,43            | 8,18                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-07                                                           | ПК 60.18-6AmVT-C7 | 5980                                                                               | 1790            | 11,90                                | 1,27       | 41,15             | 76,17                    | 3,85            | 7,17                     | 3175              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-07                                                           | ПК 60.18-6AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 41,67             | 77,29                    | 3,89            | 7,22                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-07                                                           | ПК 60.18-6AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 42,55             | 79,00                    | 3,98            | 7,38                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-08                                                           | ПК 57.18-6AmVT-C7 | 5680                                                                               | 1790            | 11,90                                | 1,21       | 35,28             | 64,94                    | 3,47            | 6,39                     | 3025              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-08                                                           | ПК 57.18-6AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 35,80             | 65,46                    | 3,52            | 6,44                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-08                                                           | ПК 57.18-6AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 36,38             | 67,17                    | 3,61            | 6,60                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-09                                                           | ПК 54.18-6AmVT-C7 | 5380                                                                               | 1790            | 11,91                                | 1,15       | 31,67             | 57,48                    | 3,29            | 5,97                     | 2875              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-09                                                           | ПК 54.18-6AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 32,19             | 58,00                    | 3,34            | 6,02                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-09                                                           | ПК 54.18-6AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 33,07             | 59,71                    | 3,43            | 6,20                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-10                                                           | ПК 51.18-6AmVT-C7 | 5080                                                                               | 1790            | 11,90                                | 1,08       | 28,97             | 51,75                    | 3,19            | 5,69                     | 2700              |
| 1.141.1-19с/85.2-100-10                                                           | ПК 51.18-6AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 29,49             | 52,27                    | 3,24            | 5,75                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-100-10                                                           | ПК 51.18-6AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 30,37             | 53,98                    | 3,34            | 5,94                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.1-100-11                                                           | ПК 48.18-6AmVT-C7 | 4780                                                                               | 1790            | 11,91                                | 1,02       | 26,00             | 45,52                    | 3,04            | 5,32                     | 2550              |
| 1.141.1-19с/85.2-200                                                              | ПК 48.18-6AmVT-C8 |                                                                                    |                 |                                      |            | 26,52             | 46,04                    | 3,10            | 5,38                     |                   |
| 1.141.1-19с/85.3-200                                                              | ПК 48.18-6AmVT-C9 |                                                                                    |                 |                                      |            | 27,40             | 47,75                    | 3,20            | 5,58                     |                   |



|                         |                    |      |      |       |      |       |       |      |       |      |
|-------------------------|--------------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| 1.141.1-19c/85.1-100-12 | ПК 63.18-4Am VT-C7 | 6280 | 1790 | 11,91 | 1,34 | 40,38 | 72,92 | 3,59 | 6,49  | 3350 |
| 1.141.1-19c/85.2-100-11 | ПК 63.18-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 40,90 | 73,44 | 3,64 | 6,53  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-100-11 | ПК 63.18-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 41,78 | 75,15 | 3,64 | 6,69  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-100-07 | ПК 60.18-4Am VT-C7 | 5980 | 1790 | 11,90 | 1,27 | 41,15 | 76,17 | 3,85 | 7,17  | 3175 |
| 1.141.1-19c/85.2-100-07 | ПК 60.18-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 41,67 | 77,29 | 3,89 | 7,22  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-100-07 | ПК 60.18-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 42,55 | 79,00 | 3,98 | 7,38  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-100-14 | ПК 57.18-4Am VT-C7 | 5680 | 1790 | 11,90 | 1,21 | 31,30 | 56,53 | 3,08 | 5,56  | 3025 |
| 1.141.1-19c/85.2-100-13 | ПК 57.18-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 31,82 | 57,05 | 3,13 | 5,61  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-100-13 | ПК 57.18-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 31,70 | 58,76 | 3,22 | 5,78  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-100-15 | ПК 54.18-4Am VT-C7 | 5380 | 1790 | 11,91 | 1,15 | 28,13 | 49,86 | 2,92 | 5,18  | 2875 |
| 1.141.1-19c/85.2-200-01 | ПК 54.18-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 28,65 | 50,38 | 2,98 | 5,23  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-200-01 | ПК 54.18-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 29,53 | 52,09 | 3,07 | 5,41  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-100-16 | ПК 51.18-4Am VT-C7 | 5080 | 1790 | 11,90 | 1,08 | 25,40 | 44,22 | 2,79 | 4,86  | 2700 |
| 1.141.1-19c/85.2-200-02 | ПК 51.18-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 25,92 | 44,74 | 2,85 | 4,92  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-200-02 | ПК 51.18-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 26,80 | 46,45 | 2,95 | 5,11  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-100-17 | ПК 48.18-4Am VT-C7 | 4780 | 1790 | 11,91 | 1,02 | 24,49 | 42,36 | 3,86 | 4,95  | 2550 |
| 1.141.1-19c/85.2-200-03 | ПК 48.18-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 25,01 | 42,88 | 2,92 | 5,01  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-200-03 | ПК 48.18-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 25,89 | 44,59 | 3,02 | 5,21  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-100-18 | ПК 63.18-3Am VT-C7 | 6280 | 1790 | 11,91 | 1,34 | 36,03 | 63,71 | 3,21 | 5,67  | 3350 |
| 1.141.1-19c/85.2-100-14 | ПК 63.18-3Am VT-C8 |      |      |       |      | 36,55 | 64,23 | 3,25 | 5,71  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-100-14 | ПК 63.18-3Am VT-C9 |      |      |       |      | 37,43 | 65,94 | 3,33 | 5,87  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-100-19 | ПК 60.18-3Am VT-C7 | 5980 | 1790 | 11,90 | 1,27 | 30,25 | 54,17 | 2,83 | 5,06  | 3175 |
| 1.141.1-19c/85.2-200-04 | ПК 60.18-3Am VT-C8 |      |      |       |      | 30,77 | 54,69 | 2,88 | 5,11  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-200-04 | ПК 60.18-3Am VT-C9 |      |      |       |      | 31,65 | 56,40 | 2,96 | 5,27  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-100-20 | ПК 57.18-3Am VT-C7 | 5680 | 1790 | 11,90 | 1,21 | 27,36 | 48,18 | 2,69 | 4,74  | 3025 |
| 1.141.1-19c/85.2-200-05 | ПК 57.18-3Am VT-C8 |      |      |       |      | 27,88 | 48,70 | 2,74 | 4,79  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-200-05 | ПК 57.18-3Am VT-C9 |      |      |       |      | 28,76 | 50,41 | 2,83 | 4,96  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-100-21 | ПК 54.18-3Am VT-C7 | 5380 | 1790 | 11,91 | 1,15 | 26,45 | 46,32 | 5,29 | 4,81  | 2875 |
| 1.141.1-19c/85.2-200-06 | ПК 54.18-3Am VT-C8 |      |      |       |      | 26,97 | 46,82 | 2,80 | 4,86  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-200-06 | ПК 54.18-3Am VT-C9 |      |      |       |      | 27,85 | 48,55 | 2,89 | 5,04  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-200    | ПК 63.15-8Am VT-C7 | 6280 | 1490 | 12,55 | 1,18 | 49,49 | 94,94 | 5,29 | 10,14 | 2950 |
| 1.141.1-19c/85.2-300    | ПК 63.15-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 49,93 | 95,79 | 5,23 | 10,23 |      |
| 1.141.1-19c/85.3-300    | ПК 63.15-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 49,93 | 97,17 | 5,23 | 10,38 |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300    | ПК 60.15-8Am VT-C7 | 5980 | 1490 | 12,60 | 1,12 | 46,23 | 87,87 | 5,19 | 8,86  | 2800 |
| 1.141.1-19c/85.2-400    | ПК 60.15-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 46,49 | 88,13 | 5,22 | 9,89  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400    | ПК 60.15-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 46,67 | 88,72 | 5,24 | 9,96  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-01 | ПК 57.15-8Am VT-C7 | 5680 | 1490 | 12,60 | 1,07 | 37,78 | 69,45 | 4,47 | 8,21  | 2675 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-01 | ПК 57.15-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 38,04 | 69,71 | 4,50 | 8,24  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-01 | ПК 57.15-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 38,22 | 70,30 | 4,52 | 8,31  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-02 | ПК 54.15-8Am VT-C7 | 5380 | 1490 | 12,60 | 1,01 | 32,90 | 60,35 | 4,10 | 7,52  | 2525 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-02 | ПК 54.15-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 33,16 | 60,61 | 4,13 | 7,56  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-02 | ПК 54.15-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 33,34 | 61,20 | 4,16 | 7,63  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-03 | ПК 51.15-8Am VT-C7 | 5080 | 1490 | 12,60 | 0,96 | 28,80 | 51,50 | 3,80 | 6,80  | 2400 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-03 | ПК 51.15-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 29,06 | 51,76 | 3,84 | 6,84  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-03 | ПК 51.15-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 29,24 | 52,35 | 3,86 | 6,92  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-04 | ПК 48.15-8Am VT-C7 | 4780 | 1490 | 12,60 | 0,90 | 25,69 | 44,87 | 3,61 | 6,30  | 2250 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-04 | ПК 48.15-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 25,95 | 45,63 | 3,64 | 6,41  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-04 | ПК 48.15-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 26,13 | 45,92 | 3,67 | 6,45  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-05 | ПК 63.15-6Am VT-C7 | 6280 | 1490 | 12,55 | 1,18 | 40,10 | 75,81 | 4,28 | 8,10  | 2950 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-05 | ПК 63.15-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 40,36 | 76,07 | 4,31 | 8,13  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-05 | ПК 63.15-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 40,54 | 76,66 | 4,33 | 8,19  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-06 | ПК 60.15-6Am VT-C7 | 5980 | 1490 | 12,60 | 1,12 | 35,45 | 65,69 | 3,98 | 7,37  | 2800 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-06 | ПК 60.15-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 35,71 | 65,95 | 4,01 | 7,40  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-06 | ПК 60.15-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 35,89 | 66,54 | 4,03 | 7,45  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-07 | ПК 57.15-6Am VT-C7 | 5680 | 1490 | 12,60 | 1,07 | 30,03 | 54,66 | 3,55 | 6,48  | 2675 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-07 | ПК 57.15-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 30,29 | 54,92 | 3,58 | 6,49  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-07 | ПК 57.15-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 30,47 | 55,51 | 3,60 | 6,56  |      |

|                         |                    |      |      |       |      |       |       |      |       |      |
|-------------------------|--------------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| 1.141.1-19c/85.1-300-08 | PK 54.15-6Am VT-C7 | 5380 | 1490 | 12,60 | 1,01 | 26,72 | 47,78 | 3,33 | 5,96  | 2525 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-08 | PK 54.15-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 26,98 | 48,04 | 3,36 | 5,99  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-08 | PK 54.15-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 27,16 | 48,63 | 3,39 | 6,06  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-09 | PK 51.15-6Am VT-C7 | 5080 | 1490 | 12,60 | 0,96 | 24,27 | 42,56 | 3,21 | 5,62  | 2400 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-09 | PK 51.15-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 24,53 | 42,82 | 3,24 | 5,66  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-09 | PK 51.15-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 24,71 | 43,41 | 3,26 | 5,73  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-10 | PK 48.15-6Am VT-C7 | 4780 | 1490 | 12,63 | 0,90 | 23,40 | 40,76 | 3,29 | 5,72  | 2250 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-10 | PK 48.15-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 23,66 | 41,02 | 3,32 | 5,76  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-10 | PK 48.15-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 23,84 | 41,61 | 3,35 | 5,84  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-11 | PK 63.15-4Am VT-C7 | 6280 | 1490 | 12,55 | 1,18 | 32,26 | 59,29 | 3,45 | 6,33  | 2950 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-11 | PK 63.15-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 32,52 | 59,55 | 3,47 | 6,36  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-11 | PK 63.15-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 32,70 | 60,14 | 3,49 | 6,43  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-12 | PK 60.15-4Am VT-C7 | 5980 | 1490 | 12,60 | 1,12 | 29,14 | 52,54 | 3,27 | 5,90  | 2800 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-12 | PK 60.15-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 29,40 | 52,80 | 3,30 | 5,93  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-12 | PK 60.15-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 29,58 | 53,39 | 3,32 | 5,99  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-13 | PK 57.15-4Am VT-C7 | 5680 | 1490 | 12,60 | 1,07 | 26,13 | 46,38 | 3,09 | 5,48  | 2675 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-13 | PK 57.15-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 26,39 | 46,64 | 3,12 | 5,51  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-13 | PK 57.15-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 26,57 | 47,23 | 3,14 | 5,58  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-14 | PK 54.15-4Am VT-C7 | 5380 | 1490 | 12,60 | 1,01 | 25,26 | 44,57 | 3,15 | 5,56  | 2525 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-14 | PK 54.15-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 25,52 | 44,83 | 3,18 | 5,59  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-14 | PK 54.15-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 25,70 | 45,42 | 3,20 | 5,66  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-15 | PK 63.15-3Am VT-C7 | 6280 | 1490 | 12,55 | 1,18 | 27,99 | 50,19 | 2,99 | 5,36  | 2950 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-15 | PK 63.15-3Am VT-C8 |      |      |       |      | 28,25 | 50,45 | 3,02 | 5,39  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-15 | PK 63.15-3Am VT-C9 |      |      |       |      | 28,43 | 51,04 | 3,04 | 5,45  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-300-16 | PK 60.15-3Am VT-C7 | 5980 | 1490 | 12,60 | 1,12 | 27,12 | 48,38 | 3,04 | 5,43  | 2800 |
| 1.141.1-19c/85.2-400-16 | PK 60.15-3Am VT-C8 |      |      |       |      | 27,38 | 48,64 | 3,07 | 5,46  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-400-16 | PK 60.15-3Am VT-C9 |      |      |       |      | 27,56 | 49,23 | 3,09 | 5,53  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400    | PK 63.12-8Am VT-C7 | 6280 | 1190 | 11,80 | 0,88 | 42,56 | 81,00 | 5,70 | 10,84 | 2200 |
| 1.141.1-19c/85.2-500    | PK 63.12-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 42,82 | 81,26 | 5,73 | 10,88 |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500    | PK 63.12-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 43,00 | 81,85 | 5,76 | 10,96 |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-01 | PK 60.12-8Am VT-C7 | 5980 | 1190 | 11,82 | 0,84 | 37,23 | 69,37 | 5,23 | 9,74  | 2100 |
| 1.141.1-19c/85.2-500-01 | PK 60.12-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 37,40 | 69,63 | 5,25 | 9,78  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-01 | PK 60.12-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 37,67 | 70,22 | 5,29 | 9,86  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-02 | PK 57.12-8Am VT-C7 | 5680 | 1190 | 11,85 | 0,80 | 29,82 | 55,09 | 4,41 | 8,15  | 2000 |
| 1.141.1-19c/85.2-600    | PK 57.12-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 30,26 | 55,94 | 4,48 | 8,28  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-02 | PK 57.12-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 30,26 | 55,94 | 4,48 | 8,28  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-03 | PK 54.12-8Am VT-C7 | 5380 | 1190 | 11,85 | 0,76 | 25,25 | 46,36 | 3,94 | 7,24  | 1900 |
| 1.141.1-19c/85.2-500-02 | PK 54.12-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 25,51 | 46,62 | 3,99 | 7,28  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-03 | PK 54.12-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 25,69 | 47,21 | 4,01 | 7,38  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-04 | PK 51.12-8Am VT-C7 | 5080 | 1190 | 11,88 | 0,72 | 22,83 | 41,17 | 3,77 | 6,80  | 1800 |
| 1.141.1-19c/85.2-500-03 | PK 51.12-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 23,09 | 41,43 | 3,82 | 6,85  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-04 | PK 51.12-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 23,27 | 42,02 | 3,85 | 6,95  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-05 | PK 48.12-8Am VT-C7 | 4780 | 1190 | 11,92 | 0,68 | 20,00 | 35,28 | 3,51 | 6,20  | 1700 |
| 1.141.1-19c/85.2-700    | PK 48.12-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 20,26 | 35,54 | 3,56 | 6,25  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-05 | PK 48.12-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 20,44 | 36,13 | 3,59 | 6,35  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-06 | PK 63.12-6Am VT-C7 | 6280 | 1190 | 11,80 | 0,88 | 33,14 | 61,50 | 4,44 | 8,23  | 2200 |
| 1.141.1-19c/85.2-500-04 | PK 63.12-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 33,40 | 61,76 | 4,47 | 8,27  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-06 | PK 63.12-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 33,58 | 62,35 | 4,50 | 8,35  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-07 | PK 60.12-6Am VT-C7 | 5980 | 1190 | 11,82 | 0,84 | 30,40 | 55,57 | 4,27 | 7,80  | 2100 |
| 1.141.1-19c/85.2-500-05 | PK 60.12-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 30,66 | 55,83 | 4,31 | 7,84  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-07 | PK 60.12-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 30,84 | 56,42 | 4,33 | 7,92  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-08 | PK 57.12-6Am VT-C7 | 5680 | 1190 | 11,85 | 0,88 | 23,83 | 43,74 | 3,53 | 6,47  | 2000 |
| 1.141.1-19c/85.2-500-06 | PK 57.12-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 24,10 | 44,00 | 3,57 | 6,51  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-08 | PK 57.12-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 24,28 | 44,59 | 3,59 | 6,60  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-09 | PK 54.12-6Am VT-C7 | 5380 | 1190 | 11,85 | 0,76 | 22,67 | 41,50 | 3,54 | 6,48  | 1900 |
| 1.141.1-19c/85.2-500-07 | PK 54.12-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 22,93 | 41,76 | 3,58 | 6,53  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-09 | PK 54.12-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 23,11 | 42,35 | 3,61 | 6,62  |      |

|                         |                    |      |      |       |      |       |       |      |       |      |
|-------------------------|--------------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| 1.141.1-19c/85.1-400-10 | ПК 51.12-6Am VT-C7 | 5080 | 1190 | 11,88 | 0,72 | 19,96 | 35,68 | 3,30 | 5,90  | 1800 |
| 1.141.1-19c/85.2-700-01 | ПК 51.12-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 20,22 | 35,94 | 3,34 | 5,94  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-10 | ПК 51.12-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 20,40 | 36,53 | 3,37 | 6,04  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-11 | ПК 48.12-6Am VT-C7 | 4780 | 1190 | 11,92 | 0,68 | 17,69 | 30,94 | 3,11 | 5,44  | 1700 |
| 1.141.1-19c/85.2-700-02 | ПК 48.12-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 17,95 | 31,20 | 3,15 | 5,48  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-11 | ПК 48.12-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 18,13 | 31,79 | 3,19 | 5,59  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-12 | ПК 63.12-4Am VT-C7 | 6280 | 1190 | 11,80 | 0,88 | 27,21 | 49,05 | 3,64 | 6,57  | 2200 |
| 1.141.1-19c/85.2-500-08 | ПК 63.12-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 27,47 | 49,31 | 3,68 | 6,60  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-12 | ПК 63.12-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 27,65 | 49,90 | 3,70 | 6,68  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-13 | ПК 60.12-4Am VT-C7 | 5980 | 1190 | 11,82 | 0,84 | 26,38 | 47,27 | 3,70 | 6,64  | 2100 |
| 1.141.1-19c/85.2-500-09 | ПК 60.12-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 26,62 | 47,53 | 3,74 | 6,68  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-13 | ПК 60.12-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 26,80 | 48,12 | 3,76 | 6,76  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-14 | ПК 57.12-4Am VT-C7 | 5680 | 1190 | 11,85 | 0,80 | 21,57 | 38,97 | 3,19 | 5,76  | 2000 |
| 1.141.1-19c/85.2-700-03 | ПК 57.12-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 21,83 | 39,24 | 3,23 | 5,80  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-14 | ПК 57.12-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 22,01 | 39,83 | 3,26 | 5,89  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-15 | ПК 54.12-4Am VT-C7 | 5380 | 1190 | 11,85 | 0,76 | 19,13 | 33,87 | 2,99 | 5,29  | 1900 |
| 1.141.1-19c/85.2-700-04 | ПК 54.12-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 19,33 | 34,13 | 3,03 | 5,33  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-15 | ПК 54.12-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 19,57 | 34,72 | 3,06 | 5,43  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-16 | ПК 51.12-4Am VT-C7 | 5080 | 1190 | 11,88 | 0,72 | 18,36 | 32,32 | 3,03 | 5,34  | 1800 |
| 1.141.1-19c/85.2-700-05 | ПК 51.12-4Am VT-C8 |      |      |       |      | 18,62 | 32,58 | 3,08 | 5,39  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-16 | ПК 51.12-4Am VT-C9 |      |      |       |      | 18,80 | 33,17 | 3,11 | 5,48  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-17 | ПК 63.12-3Am VT-C7 | 6280 | 1190 | 11,80 | 0,88 | 24,73 | 43,82 | 3,31 | 5,87  | 2200 |
| 1.141.1-19c/85.2-700-06 | ПК 63.12-3Am VT-C8 |      |      |       |      | 24,99 | 44,08 | 3,35 | 5,90  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-17 | ПК 63.12-3Am VT-C9 |      |      |       |      | 25,17 | 44,67 | 3,37 | 5,98  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-18 | ПК 60.12-3Am VT-C7 | 5980 | 1190 | 11,82 | 0,84 | 22,13 | 38,35 | 3,11 | 5,39  | 2100 |
| 1.141.1-19c/85.2-700-07 | ПК 60.12-3Am VT-C8 |      |      |       |      | 22,39 | 38,61 | 3,14 | 5,42  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-18 | ПК 60.12-3Am VT-C9 |      |      |       |      | 22,57 | 39,20 | 3,17 | 5,51  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-400-19 | ПК 57.12-3Am VT-C7 | 5680 | 1190 | 11,85 | 0,80 | 19,80 | 35,25 | 2,93 | 5,21  | 2000 |
| 1.141.1-19c/85.2-700-08 | ПК 57.12-3Am VT-C8 |      |      |       |      | 20,06 | 35,51 | 2,97 | 5,25  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-500-19 | ПК 57.12-3Am VT-C9 |      |      |       |      | 20,24 | 36,10 | 2,99 | 5,34  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-500    | ПК 63.10-8Am VT-C7 | 6280 | 990  | 11,72 | 0,73 | 36,14 | 69,36 | 5,81 | 11,15 | 1825 |
| 1.141.1-19c/85.2-800    | ПК 63.10-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 36,14 | 69,36 | 5,81 | 11,15 |      |
| 1.141.1-19c/85.3-600    | ПК 63.10-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 36,58 | 70,21 | 5,88 | 11,29 |      |
| 1.141.1-19c/85.1-500-01 | ПК 60.10-8Am VT-C7 | 5980 | 990  | 11,72 | 0,69 | 29,70 | 55,28 | 5,02 | 9,34  | 1725 |
| 1.141.1-19c/85.2-800-01 | ПК 60.10-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 29,70 | 55,28 | 5,02 | 9,34  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-600-01 | ПК 60.10-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 30,14 | 56,13 | 5,09 | 9,48  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-500-02 | ПК 57.10-8Am VT-C7 | 5680 | 990  | 11,75 | 0,66 | 27,08 | 49,64 | 4,82 | 8,83  | 1650 |
| 1.141.1-19c/85.2-800-02 | ПК 57.10-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 27,08 | 49,64 | 4,82 | 8,83  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-600-02 | ПК 57.10-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 27,52 | 50,49 | 4,90 | 8,98  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-500-03 | ПК 54.10-8Am VT-C7 | 5380 | 990  | 11,75 | 0,63 | 23,02 | 42,00 | 4,32 | 7,88  | 1575 |
| 1.141.1-19c/85.2-800-03 | ПК 54.10-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 23,02 | 42,00 | 4,32 | 7,88  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-600-03 | ПК 54.10-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 23,46 | 42,85 | 4,40 | 8,04  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-500-04 | ПК 51.10-8Am VT-C7 | 5080 | 990  | 11,78 | 0,59 | 20,34 | 36,24 | 4,04 | 7,20  | 1475 |
| 1.141.1-19c/85.2-800-04 | ПК 51.10-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 20,34 | 36,24 | 4,04 | 7,20  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-600-04 | ПК 51.10-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 20,78 | 37,09 | 4,13 | 7,37  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-500-05 | ПК 48.10-8Am VT-C7 | 4780 | 990  | 11,80 | 0,56 | 17,99 | 31,38 | 3,80 | 6,63  | 1400 |
| 1.141.1-19c/85.2-800-05 | ПК 48.10-8Am VT-C8 |      |      |       |      | 17,99 | 31,38 | 3,80 | 6,63  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-600-05 | ПК 48.10-8Am VT-C9 |      |      |       |      | 18,43 | 32,23 | 3,90 | 6,81  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-500-06 | ПК 63.10-6Am VT-C7 | 6280 | 990  | 11,72 | 0,73 | 27,32 | 51,19 | 4,39 | 8,23  | 1825 |
| 1.141.1-19c/85.2-800-06 | ПК 63.10-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 27,32 | 51,19 | 4,39 | 8,23  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-600-06 | ПК 63.10-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 27,76 | 52,04 | 4,46 | 8,37  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-500-07 | ПК 60.10-6Am VT-C7 | 5980 | 990  | 11,72 | 0,69 | 24,78 | 45,68 | 4,19 | 7,72  | 1725 |
| 1.141.1-19c/85.2-800-07 | ПК 60.10-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 24,78 | 45,68 | 4,19 | 7,72  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-600-07 | ПК 60.10-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 25,22 | 46,53 | 4,26 | 7,86  |      |
| 1.141.1-19c/85.1-500-08 | ПК 57.10-6Am VT-C7 | 5680 | 990  | 11,75 | 0,66 | 21,10 | 38,29 | 3,75 | 6,81  | 1650 |
| 1.141.1-19c/85.2-800-08 | ПК 57.10-6Am VT-C8 |      |      |       |      | 21,10 | 38,29 | 3,75 | 6,81  |      |
| 1.141.1-19c/85.3-600-08 | ПК 57.10-6Am VT-C9 |      |      |       |      | 21,54 | 39,14 | 3,83 | 6,96  |      |

|                         |                   |      |     |       |      |       |       |      |      |      |
|-------------------------|-------------------|------|-----|-------|------|-------|-------|------|------|------|
| 1.141.1-19с/85.1-500-09 | ПК 54.10-6AmVT-C7 | 5380 | 990 | 11,75 | 0,63 | 18,36 | 32,74 | 3,44 | 6,14 | 1575 |
| 1.141.1-19с/85.2-800-09 | ПК 54.10-6AmVT-C8 |      |     |       |      | 18,36 | 32,74 | 3,44 | 6,14 |      |
| 1.141.1-19с/85.3-600-09 | ПК 54.10-6AmVT-C9 |      |     |       |      | 18,80 | 33,59 | 3,53 | 6,30 |      |
| 1.141.1-19с/85.1-500-11 | ПК 51.10-6AmVT-C7 | 5080 | 990 | 11,78 | 0,59 | 17,62 | 31,24 | 3,50 | 6,21 | 1475 |
| 1.141.1-19с/85.2-800-10 | ПК 51.10-6AmVT-C8 |      |     |       |      | 17,62 | 31,24 | 3,50 | 6,21 |      |
| 1.141.1-19с/85.3-600-10 | ПК 51.10-6AmVT-C9 |      |     |       |      | 18,06 | 32,09 | 3,69 | 6,38 |      |
| 1.141.1-19с/85.1-500-11 | ПК 63.10-4AmVT-C7 | 6280 | 990 | 11,72 | 0,73 | 22,65 | 41,49 | 3,64 | 6,67 | 1825 |
| 1.141.1-19с/85.2-800-11 | ПК 63.10-4AmVT-C8 |      |     |       |      | 22,65 | 41,49 | 3,64 | 6,67 |      |
| 1.141.1-19с/85.3-600-11 | ПК 63.10-4AmVT-C9 |      |     |       |      | 23,09 | 42,34 | 3,71 | 6,81 |      |
| 1.141.1-19с/85.1-500-12 | ПК 60.10-4AmVT-C7 | 5980 | 990 | 11,72 | 0,69 | 19,99 | 35,94 | 3,38 | 6,07 | 1725 |
| 1.141.1-19с/85.2-800-12 | ПК 60.10-4AmVT-C8 |      |     |       |      | 19,99 | 35,94 | 3,38 | 6,07 |      |
| 1.141.1-19с/85.3-600-12 | ПК 60.10-4AmVT-C9 |      |     |       |      | 20,43 | 36,79 | 3,45 | 6,21 |      |
| 1.141.1-19с/85.1-500-13 | ПК 57.10-4AmVT-C7 | 5680 | 990 | 11,75 | 0,66 | 19,01 | 34,09 | 3,38 | 6,07 | 1650 |
| 1.141.1-19с/85.2-800-13 | ПК 57.10-4AmVT-C8 |      |     |       |      | 19,01 | 34,09 | 3,38 | 6,07 |      |
| 1.141.1-19с/85.3-600-13 | ПК 57.10-4AmVT-C9 |      |     |       |      | 19,45 | 34,94 | 3,46 | 6,22 |      |
| 1.141.1-19с/85.1-500-14 | ПК 63.10-3AmVT-C7 | 6280 | 990 | 11,72 | 0,73 | 20,40 | 36,94 | 3,28 | 5,94 | 1825 |
| 1.141.1-19с/85.2-800-14 | ПК 63.10-3AmVT-C8 |      |     |       |      | 20,40 | 36,94 | 3,28 | 5,94 |      |
| 1.141.1-19с/85.3-600-14 | ПК 63.10-3AmVT-C9 |      |     |       |      | 20,84 | 37,79 | 3,35 | 6,08 |      |

## Номенклатура

плит перекрытий с усиленными торцами «а» для строительства в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов

| Марка              | Габаритные размеры, мм |                 | Приведённая толщина бетона плиты, см | Расход материалов |             |                          |             | Масса изделия, кг        |      |
|--------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|------|
|                    | Длина плиты, L         | Ширина плиты, b |                                      | Бетона, м³        | Стали, кг   |                          |             |                          |      |
|                    |                        |                 |                                      |                   | на изделие  | на 1 м² изделия          |             |                          |      |
|                    |                        |                 |                                      |                   | натуральной | приведённой к классу А-I | натуральной | приведённой к классу А-I |      |
| 1                  | 2                      | 3               | 4                                    | 5                 | 6           | 7                        | 8           | 9                        | 10   |
| ПК 63.18-8AmVT-C7a | 6280                   | 1790            | 12,10                                | 1,36              | 62,40       | 118,65                   | 5,55        | 10,56                    | 3400 |
| ПК 63.18-8AmVT-C8a |                        |                 |                                      |                   | 62,92       | 118,89                   | 5,60        | 10,58                    |      |
| ПК 63.18-8AmVT-C9a |                        |                 |                                      |                   | 63,80       | 120,88                   | 5,68        | 10,75                    |      |
| ПК 60.18-8AmVT-C7a | 5980                   | 1790            | 12,10                                | 1,30              | 53,97       | 103,13                   | 5,04        | 9,64                     | 3250 |
| ПК 60.18-8AmVT-C8a |                        |                 |                                      |                   | 54,49       | 103,65                   | 5,09        | 9,69                     |      |
| ПК 60.18-8AmVT-C9a |                        |                 |                                      |                   | 55,37       | 105,35                   | 5,17        | 9,85                     |      |
| ПК 57.18-8AmVT-C7a | 5680                   | 1790            | 12,12                                | 1,23              | 45,20       | 84,04                    | 4,44        | 8,26                     | 3075 |
| ПК 57.18-8AmVT-C8a |                        |                 |                                      |                   | 45,72       | 84,56                    | 4,50        | 8,32                     |      |
| ПК 57.18-8AmVT-C9a |                        |                 |                                      |                   | 46,60       | 86,27                    | 4,58        | 8,48                     |      |
| ПК 54.18-8AmVT-C7a | 5380                   | 1790            | 12,14                                | 1,17              | 38,13       | 70,47                    | 3,96        | 7,32                     | 2925 |
| ПК 54.18-8AmVT-C8a |                        |                 |                                      |                   | 38,65       | 70,99                    | 4,01        | 7,37                     |      |
| ПК 54.18-8AmVT-C9a |                        |                 |                                      |                   | 39,53       | 72,70                    | 4,10        | 7,55                     |      |
| ПК 51.18-8AmVT-C7a | 5080                   | 1790            | 12,15                                | 1,11              | 33,78       | 61,11                    | 3,72        | 6,72                     | 2775 |
| ПК 51.18-8AmVT-C8a |                        |                 |                                      |                   | 34,30       | 61,63                    | 3,77        | 6,78                     |      |
| ПК 51.18-8AmVT-C9a |                        |                 |                                      |                   | 35,18       | 63,34                    | 3,87        | 9,97                     |      |
| ПК 48.18-8AmVT-C7a | 4780                   | 1790            | 12,20                                | 1,04              | 30,37       | 54,10                    | 3,55        | 6,32                     | 2600 |
| ПК 48.18-8AmVT-C8a |                        |                 |                                      |                   | 30,89       | 54,62                    | 3,61        | 6,38                     |      |
| ПК 48.18-8AmVT-C9a |                        |                 |                                      |                   | 31,77       | 56,33                    | 3,71        | 6,58                     |      |



|                    |      |      |       |      |       |       |      |       |      |
|--------------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| ПК 63.18-6AmVT-C7a | 6280 | 1790 | 12,10 | 1,63 | 48,42 | 89,74 | 4,31 | 7,98  | 3400 |
| ПК 63.18-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 48,94 | 90,26 | 4,35 | 8,03  |      |
| ПК 63.18-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 49,82 | 91,07 | 4,43 | 8,18  |      |
| ПК 60.18-6AmVT-C7a | 5980 | 1790 | 12,10 | 1,30 | 41,15 | 76,17 | 3,85 | 7,17  | 3250 |
| ПК 60.18-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 41,67 | 77,29 | 3,89 | 7,22  |      |
| ПК 60.18-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 42,55 | 79,00 | 3,89 | 7,38  |      |
| ПК 57.18-6AmVT-C7a | 5680 | 1790 | 12,12 | 1,23 | 35,28 | 64,94 | 3,47 | 6,39  | 3075 |
| ПК 57.18-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 35,80 | 65,46 | 3,52 | 6,44  |      |
| ПК 57.18-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 36,68 | 67,17 | 3,61 | 6,60  |      |
| ПК 54.18-6AmVT-C7a | 5380 | 1790 | 12,14 | 1,17 | 31,67 | 57,48 | 3,29 | 5,97  | 2950 |
| ПК 54.18-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 32,19 | 58,00 | 3,34 | 6,02  |      |
| ПК 54.18-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 33,07 | 59,71 | 3,43 | 6,20  |      |
| ПК 51.18-6AmVT-C7a | 5080 | 1790 | 12,15 | 1,11 | 28,97 | 51,75 | 3,19 | 5,69  | 2775 |
| ПК 51.18-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 29,69 | 52,27 | 3,42 | 5,75  |      |
| ПК 51.18-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 30,37 | 53,98 | 3,34 | 5,94  |      |
| ПК 48.18-6AmVT-C7a | 4780 | 1790 | 12,20 | 1,04 | 26,00 | 45,62 | 3,04 | 5,32  | 2600 |
| ПК 48.18-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 26,52 | 46,04 | 3,10 | 5,38  |      |
| ПК 48.18-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 27,40 | 47,75 | 3,20 | 5,58  |      |
| ПК 63.18-4AmVT-C7a | 6280 | 1790 | 12,10 | 1,36 | 40,38 | 72,92 | 3,59 | 6,49  | 3400 |
| ПК 63.18-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 40,90 | 73,44 | 3,64 | 6,53  |      |
| ПК 63.18-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 41,78 | 75,16 | 3,72 | 6,69  |      |
| ПК 60.18-4AmVT-C7a | 5980 | 1790 | 12,10 | 1,30 | 34,64 | 63,31 | 3,24 | 5,92  | 3250 |
| ПК 60.18-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 35,36 | 63,83 | 3,30 | 5,97  |      |
| ПК 60.18-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 36,04 | 65,54 | 3,37 | 6,13  |      |
| ПК 57.18-4AmVT-C7a | 5680 | 1790 | 12,12 | 1,23 | 31,30 | 56,53 | 3,08 | 5,56  | 3075 |
| ПК 57.18-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 31,82 | 57,05 | 3,13 | 5,61  |      |
| ПК 57.18-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 32,70 | 58,76 | 3,22 | 5,78  |      |
| ПК 54.18-4AmVT-C7a | 5380 | 1790 | 12,14 | 1,17 | 28,13 | 49,86 | 2,92 | 5,18  | 2925 |
| ПК 54.18-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 28,65 | 50,38 | 2,98 | 5,23  |      |
| ПК 54.18-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 29,53 | 52,09 | 3,07 | 5,41  |      |
| ПК 51.18-4AmVT-C7a | 5080 | 1790 | 12,15 | 1,11 | 25,40 | 44,22 | 2,79 | 4,86  | 2775 |
| ПК 51.18-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 25,92 | 44,74 | 2,85 | 4,92  |      |
| ПК 51.18-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 26,80 | 46,45 | 2,95 | 5,11  |      |
| ПК 48.18-4AmVT-C7a | 4780 | 1790 | 12,20 | 1,04 | 24,49 | 42,36 | 2,86 | 4,95  | 2600 |
| ПК 48.18-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 25,01 | 42,88 | 2,92 | 5,01  |      |
| ПК 48.18-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 25,89 | 44,59 | 3,02 | 5,21  |      |
| ПК 63.18-3AmVT-C7a | 6280 | 1790 | 12,10 | 1,36 | 36,03 | 63,71 | 3,21 | 5,67  | 3400 |
| ПК 63.18-3AmVT-C8a |      |      |       |      | 36,55 | 64,23 | 3,25 | 5,71  |      |
| ПК 63.18-3AmVT-C9a |      |      |       |      | 37,43 | 65,94 | 3,33 | 5,87  |      |
| ПК 60.18-3AmVT-C7a | 5980 | 1790 | 12,10 | 1,30 | 30,25 | 54,17 | 2,83 | 5,06  | 3250 |
| ПК 60.18-3AmVT-C8a |      |      |       |      | 30,77 | 54,69 | 2,88 | 5,11  |      |
| ПК 60.18-3AmVT-C9a |      |      |       |      | 31,65 | 56,40 | 2,96 | 5,27  |      |
| ПК 57.18-3AmVT-C7a | 5680 | 1790 | 12,12 | 1,23 | 27,36 | 48,18 | 2,69 | 4,74  | 3025 |
| ПК 57.18-3AmVT-C8a |      |      |       |      | 27,88 | 48,70 | 2,74 | 4,79  |      |
| ПК 57.18-3AmVT-C9a |      |      |       |      | 28,76 | 50,41 | 2,85 | 4,96  |      |
| ПК 54.18-3AmVT-C7a | 5380 | 1790 | 12,14 | 1,17 | 26,45 | 46,32 | 2,75 | 4,81  | 2925 |
| ПК 54.18-3AmVT-C8a |      |      |       |      | 26,97 | 46,82 | 2,80 | 4,86  |      |
| ПК 54.18-3AmVT-C9a |      |      |       |      | 27,85 | 48,55 | 2,89 | 5,04  |      |
| ПК 63.15-8AmVT-C7a | 6280 | 1490 | 12,75 | 1,19 | 49,49 | 94,94 | 5,29 | 10,14 | 2975 |
| ПК 63.15-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 49,93 | 95,79 | 5,23 | 10,23 |      |
| ПК 63.15-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 49,93 | 97,17 | 5,23 | 10,38 |      |
| ПК 60.15-8AmVT-C7a | 5980 | 1490 | 12,77 | 1,14 | 46,23 | 87,87 | 5,19 | 9,86  | 2850 |
| ПК 60.15-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 46,49 | 82,19 | 5,22 | 9,89  |      |
| ПК 60.15-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 46,80 | 88,72 | 5,24 | 9,96  |      |
| ПК 57.15-8AmVT-C7a | 5680 | 1490 | 12,80 | 1,08 | 37,78 | 69,45 | 4,47 | 8,21  | 2700 |
| ПК 57.15-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 38,04 | 69,71 | 4,50 | 8,24  |      |
| ПК 57.15-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 38,22 | 70,30 | 4,52 | 8,31  |      |

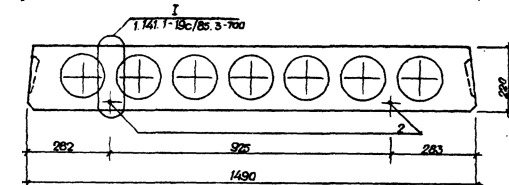
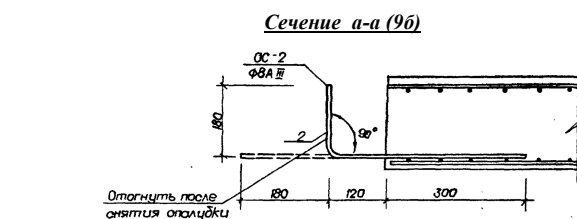
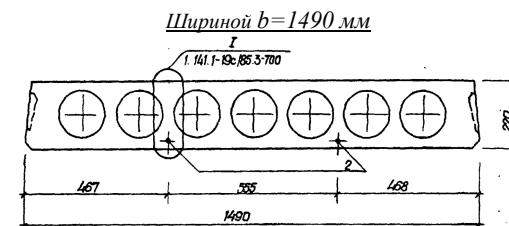
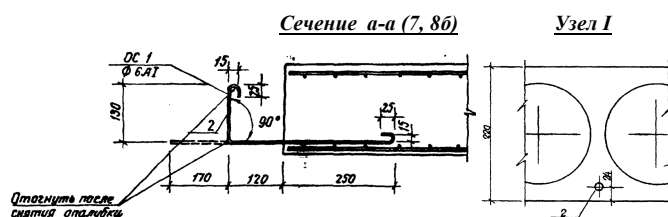
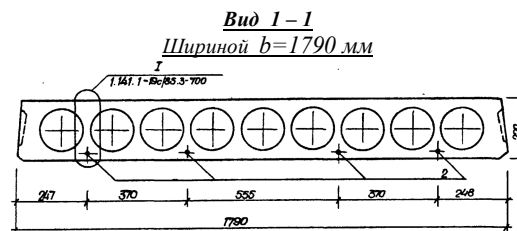
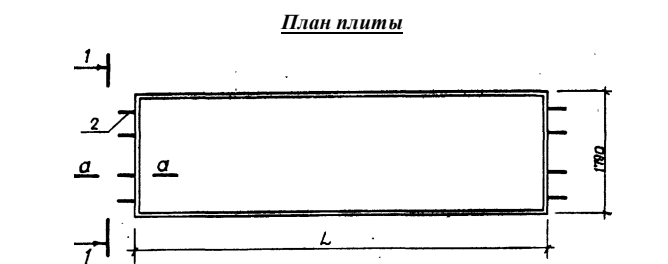
|                    |      |      |       |      |       |       |      |       |      |
|--------------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| ПК 54.15-8AmVT-C7a | 5380 | 1490 | 12,82 | 1,03 | 32,90 | 60,35 | 4,10 | 7,52  | 2575 |
| ПК 54.15-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 33,16 | 60,61 | 4,13 | 7,56  |      |
| ПК 54.15-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 33,34 | 61,20 | 4,15 | 7,36  |      |
| ПК 51.15-8AmVT-C7a | 5080 | 1490 | 12,83 | 0,97 | 28,80 | 51,50 | 3,80 | 6,80  | 2425 |
| ПК 51.15-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 29,06 | 51,76 | 3,84 | 6,84  |      |
| ПК 51.15-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 29,24 | 52,35 | 3,86 | 6,92  |      |
| ПК 48.15-8AmVT-C7a | 4780 | 1490 | 12,90 | 0,92 | 25,69 | 44,87 | 3,61 | 6,30  | 2300 |
| ПК 48.15-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 25,95 | 45,63 | 3,64 | 6,41  |      |
| ПК 48.15-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 26,13 | 45,92 | 3,67 | 6,45  |      |
| ПК 63.15-6AmVT-C7a | 6280 | 1490 | 12,75 | 1,19 | 40,10 | 75,81 | 4,28 | 8,10  | 2975 |
| ПК 63.15-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 40,36 | 76,07 | 4,31 | 8,13  |      |
| ПК 63.15-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 40,54 | 76,66 | 4,33 | 8,19  |      |
| ПК 60.15-6AmVT-C7a | 5980 | 1490 | 12,77 | 1,14 | 35,45 | 65,69 | 3,98 | 7,37  | 2850 |
| ПК 60.15-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 35,71 | 65,95 | 4,01 | 7,40  |      |
| ПК 60.15-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 35,89 | 66,54 | 4,03 | 7,45  |      |
| ПК 57.15-6AmVT-C7a | 5680 | 1490 | 12,80 | 1,08 | 30,03 | 54,66 | 3,55 | 6,46  | 2700 |
| ПК 57.15-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 30,29 | 54,92 | 3,58 | 6,49  |      |
| ПК 57.15-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 30,47 | 55,51 | 3,60 | 6,56  |      |
| ПК 54.15-6AmVT-C7a | 5380 | 1490 | 12,82 | 1,03 | 26,72 | 47,78 | 3,33 | 5,96  | 2575 |
| ПК 54.15-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 26,92 | 48,04 | 3,36 | 5,99  |      |
| ПК 54.15-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 27,16 | 48,63 | 3,39 | 6,06  |      |
| ПК 51.15-6AmVT-C7a | 5080 | 1490 | 12,83 | 0,97 | 24,27 | 42,56 | 3,21 | 5,62  | 2425 |
| ПК 51.15-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 24,53 | 42,82 | 3,24 | 5,66  |      |
| ПК 51.15-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 24,71 | 43,41 | 3,26 | 5,73  |      |
| ПК 48.15-6AmVT-C7a | 4780 | 1490 | 12,90 | 0,92 | 23,40 | 40,76 | 3,29 | 5,72  | 2300 |
| ПК 48.15-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 23,66 | 41,02 | 3,32 | 5,76  |      |
| ПК 48.15-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 23,84 | 41,61 | 3,35 | 5,84  |      |
| ПК 63.15-4AmVT-C7a | 6280 | 1490 | 12,75 | 1,19 | 32,26 | 59,29 | 3,45 | 6,33  | 2975 |
| ПК 63.15-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 32,52 | 59,55 | 3,47 | 6,36  |      |
| ПК 63.15-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 32,70 | 60,14 | 3,49 | 6,43  |      |
| ПК 60.15-4AmVT-C7a | 5980 | 1490 | 12,77 | 1,14 | 29,14 | 52,54 | 3,27 | 5,90  | 2850 |
| ПК 60.15-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 29,40 | 52,80 | 3,30 | 5,93  |      |
| ПК 60.15-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 29,58 | 53,39 | 3,32 | 5,99  |      |
| ПК 57.15-4AmVT-C7a | 5680 | 1490 | 12,80 | 1,08 | 26,13 | 46,38 | 3,09 | 5,48  | 2700 |
| ПК 57.15-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 26,39 | 46,64 | 3,12 | 5,51  |      |
| ПК 57.15-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 26,57 | 47,23 | 3,14 | 5,58  |      |
| ПК 54.15-4AmVT-C7a | 5380 | 1490 | 12,82 | 1,03 | 25,25 | 44,57 | 3,14 | 5,56  | 2575 |
| ПК 54.15-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 25,52 | 44,83 | 3,18 | 5,59  |      |
| ПК 54.15-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 25,70 | 45,42 | 3,20 | 5,66  |      |
| ПК 63.15-3AmVT-C7a | 6280 | 1490 | 12,75 | 1,19 | 27,99 | 50,19 | 2,99 | 5,36  | 2975 |
| ПК 63.15-3AmVT-C8a |      |      |       |      | 28,25 | 50,45 | 3,02 | 5,39  |      |
| ПК 63.15-3AmVT-C9a |      |      |       |      | 28,43 | 51,04 | 3,04 | 5,45  |      |
| ПК 60.15-3AmVT-C7a | 5980 | 1490 | 12,77 | 1,14 | 27,12 | 48,38 | 3,04 | 5,43  | 2850 |
| ПК 60.15-3AmVT-C8a |      |      |       |      | 27,38 | 48,64 | 3,07 | 5,46  |      |
| ПК 60.15-3AmVT-C9a |      |      |       |      | 27,56 | 49,23 | 3,09 | 5,53  |      |
| ПК 63.12-8AmVT-C7a | 6280 | 1190 | 12,00 | 0,90 | 42,56 | 81,00 | 5,70 | 10,84 | 2250 |
| ПК 63.12-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 42,82 | 81,26 | 5,73 | 10,88 |      |
| ПК 63.12-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 43,00 | 81,85 | 5,76 | 10,96 |      |
| ПК 60.12-8AmVT-C7a | 5980 | 1190 | 12,05 | 0,86 | 37,23 | 69,37 | 5,23 | 9,74  | 2150 |
| ПК 60.12-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 37,40 | 69,63 | 5,25 | 9,78  |      |
| ПК 60.12-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 37,67 | 70,22 | 5,29 | 9,86  |      |
| ПК 57.12-8AmVT-C7a | 5680 | 1190 | 12,07 | 0,82 | 29,82 | 55,09 | 4,41 | 8,15  | 2050 |
| ПК 57.12-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 30,26 | 55,94 | 4,48 | 8,28  |      |
| ПК 57.12-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 30,26 | 55,94 | 4,48 | 8,28  |      |
| ПК 54.12-8AmVT-C7a | 5380 | 1190 | 12,08 | 0,78 | 25,25 | 46,36 | 3,94 | 7,24  | 1950 |
| ПК 54.12-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 25,51 | 46,62 | 3,99 | 7,28  |      |
| ПК 54.12-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 25,69 | 47,21 | 4,01 | 7,38  |      |

|                    |      |      |       |      |       |       |      |       |      |
|--------------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| ПК 51.12-8AmVT-C7a | 5080 | 1190 | 12,12 | 0,73 | 22,83 | 41,17 | 3,77 | 6,80  | 1825 |
| ПК 51.12-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 23,09 | 41,43 | 3,82 | 6,85  |      |
| ПК 51.12-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 23,27 | 42,02 | 3,85 | 6,95  |      |
| ПК 48.12-8AmVT-C7a | 4780 | 1190 | 12,15 | 0,69 | 20,00 | 35,28 | 3,51 | 6,20  | 1725 |
| ПК 48.12-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 20,26 | 35,24 | 3,56 | 6,25  |      |
| ПК 48.12-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 20,44 | 36,13 | 3,95 | 6,35  |      |
| ПК 63.12-6AmVT-C7a | 6280 | 1190 | 12,00 | 0,90 | 33,14 | 61,50 | 4,44 | 8,23  | 2250 |
| ПК 63.12-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 33,40 | 61,76 | 4,47 | 8,27  |      |
| ПК 63.12-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 33,58 | 62,35 | 4,50 | 8,35  |      |
| ПК 60.12-6AmVT-C7a | 5980 | 1190 | 12,05 | 0,86 | 30,40 | 55,57 | 4,27 | 7,80  | 2150 |
| ПК 60.12-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 30,66 | 55,83 | 4,32 | 7,84  |      |
| ПК 60.12-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 30,84 | 56,42 | 4,33 | 7,92  |      |
| ПК 57.12-6AmVT-C7a | 5680 | 1190 | 12,07 | 0,82 | 23,84 | 43,74 | 3,53 | 6,47  | 2050 |
| ПК 57.12-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 24,10 | 44,00 | 3,57 | 6,51  |      |
| ПК 57.12-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 24,28 | 44,59 | 3,59 | 6,60  |      |
| ПК 54.12-6AmVT-C7a | 5380 | 1190 | 12,08 | 0,78 | 22,67 | 41,50 | 3,54 | 6,48  | 1950 |
| ПК 54.12-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 22,93 | 41,76 | 3,58 | 6,53  |      |
| ПК 54.12-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 23,11 | 42,35 | 3,61 | 6,62  |      |
| ПК 51.12-6AmVT-C7a | 5080 | 1190 | 12,12 | 0,73 | 19,96 | 35,68 | 3,30 | 5,90  | 1825 |
| ПК 51.12-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 20,22 | 35,94 | 3,34 | 5,94  |      |
| ПК 51.12-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 20,40 | 36,53 | 3,37 | 6,04  |      |
| ПК 48.12-6AmVT-C7a | 4780 | 1190 | 12,15 | 0,69 | 17,69 | 30,94 | 3,11 | 5,44  | 1725 |
| ПК 48.12-6AmVT-C8a |      |      |       |      | 17,95 | 31,20 | 3,15 | 5,48  |      |
| ПК 48.12-6AmVT-C9a |      |      |       |      | 18,13 | 31,79 | 3,19 | 5,59  |      |
| ПК 63.12-4AmVT-C7a | 6280 | 1190 | 12,00 | 0,90 | 27,21 | 49,05 | 3,64 | 6,57  | 2250 |
| ПК 63.12-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 27,47 | 49,31 | 3,68 | 6,60  |      |
| ПК 63.12-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 27,65 | 49,90 | 3,70 | 6,68  |      |
| ПК 60.12-4AmVT-C7a | 5980 | 1190 | 12,05 | 0,86 | 26,36 | 47,27 | 3,70 | 6,64  | 2150 |
| ПК 60.12-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 26,62 | 47,53 | 3,74 | 6,68  |      |
| ПК 60.12-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 26,80 | 48,12 | 3,76 | 6,68  |      |
| ПК 57.12-4AmVT-C7a | 5680 | 1190 | 12,07 | 0,82 | 21,57 | 38,97 | 3,19 | 5,76  | 2050 |
| ПК 57.12-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 21,83 | 39,24 | 3,23 | 5,80  |      |
| ПК 57.12-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 22,01 | 39,83 | 3,26 | 5,89  |      |
| ПК 54.12-4AmVT-C7a | 5380 | 1190 | 12,08 | 0,78 | 19,13 | 33,87 | 2,99 | 5,29  | 1950 |
| ПК 54.12-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 19,39 | 34,13 | 3,03 | 5,33  |      |
| ПК 54.12-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 19,57 | 34,72 | 3,06 | 5,34  |      |
| ПК 51.12-4AmVT-C7a | 5080 | 1190 | 12,12 | 0,73 | 18,36 | 32,32 | 3,03 | 5,34  | 1825 |
| ПК 51.12-4AmVT-C8a |      |      |       |      | 18,62 | 32,58 | 3,08 | 5,39  |      |
| ПК 51.12-4AmVT-C9a |      |      |       |      | 18,80 | 33,17 | 3,11 | 5,48  |      |
| ПК 63.12-3AmVT-C7a | 6280 | 1190 | 12,00 | 0,90 | 24,73 | 43,82 | 3,31 | 5,87  | 2250 |
| ПК 63.12-3AmVT-C8a |      |      |       |      | 24,99 | 44,08 | 3,35 | 5,90  |      |
| ПК 63.12-3AmVT-C9a |      |      |       |      | 25,17 | 44,67 | 3,37 | 5,98  |      |
| ПК 60.12-3AmVT-C7a | 5980 | 1190 | 12,05 | 0,86 | 22,13 | 38,35 | 3,11 | 5,39  | 2150 |
| ПК 60.12-3AmVT-C8a |      |      |       |      | 22,39 | 38,61 | 3,14 | 5,42  |      |
| ПК 60.12-3AmVT-C9a |      |      |       |      | 22,57 | 39,20 | 3,17 | 5,51  |      |
| ПК 57.12-3AmVT-C7a | 5680 | 1190 | 12,07 | 0,82 | 19,80 | 35,25 | 2,93 | 5,21  | 2050 |
| ПК 57.12-3AmVT-C8a |      |      |       |      | 20,06 | 35,51 | 2,97 | 5,25  |      |
| ПК 57.12-3AmVT-C9a |      |      |       |      | 20,24 | 36,10 | 2,99 | 5,34  |      |
| ПК 63.10-8AmVT-C7a | 6280 | 990  | 11,93 | 0,74 | 36,14 | 69,36 | 5,81 | 11,15 | 1850 |
| ПК 63.10-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 36,14 | 69,36 | 5,81 | 11,15 |      |
| ПК 63.10-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 36,58 | 70,21 | 5,88 | 11,29 |      |
| ПК 60.10-8AmVT-C7a | 5980 | 990  | 11,96 | 0,71 | 29,70 | 55,28 | 5,02 | 9,34  | 1775 |
| ПК 60.10-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 29,70 | 55,28 | 5,02 | 9,34  |      |
| ПК 60.10-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 30,14 | 56,13 | 5,09 | 9,48  |      |
| ПК 57.10-8AmVT-C7a | 5680 | 990  | 11,96 | 0,67 | 27,08 | 49,64 | 4,82 | 8,83  | 1675 |
| ПК 57.10-8AmVT-C8a |      |      |       |      | 27,08 | 49,64 | 4,82 | 8,83  |      |
| ПК 57.10-8AmVT-C9a |      |      |       |      | 27,52 | 50,49 | 4,90 | 8,98  |      |

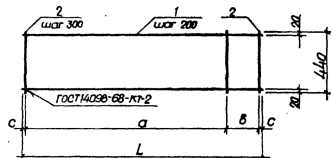
|                    |      |     |       |      |       |       |      |      |      |
|--------------------|------|-----|-------|------|-------|-------|------|------|------|
| ПК 54.10-8AmVT-C7a | 5380 | 990 | 12,00 | 0,64 | 23,02 | 42,00 | 4,32 | 7,88 | 1600 |
| ПК 54.10-8AmVT-C8a |      |     |       |      | 23,02 | 42,00 | 4,32 | 7,88 |      |
| ПК 54.10-8AmVT-C9a |      |     |       |      | 23,46 | 42,85 | 4,40 | 8,04 |      |
| ПК 51.10-8AmVT-C7a | 5080 | 990 | 12,04 | 0,61 | 20,34 | 36,24 | 4,04 | 7,20 | 1525 |
| ПК 51.10-8AmVT-C8a |      |     |       |      | 20,34 | 36,24 | 4,04 | 7,20 |      |
| ПК 51.10-8AmVT-C9a |      |     |       |      | 20,78 | 37,09 | 4,13 | 7,37 |      |
| ПК 48.10-8AmVT-C7a | 4780 | 990 | 12,05 | 0,57 | 17,99 | 31,38 | 3,80 | 6,63 | 1425 |
| ПК 48.10-8AmVT-C8a |      |     |       |      | 17,99 | 31,38 | 3,80 | 6,63 |      |
| ПК 48.10-8AmVT-C9a |      |     |       |      | 18,43 | 32,23 | 3,90 | 6,81 |      |
| ПК 63.10-6AmVT-C7a | 6280 | 990 | 11,93 | 0,74 | 27,32 | 51,19 | 4,39 | 8,23 | 1850 |
| ПК 63.10-6AmVT-C8a |      |     |       |      | 27,32 | 51,19 | 4,39 | 8,23 |      |
| ПК 63.10-6AmVT-C9a |      |     |       |      | 27,76 | 52,04 | 4,46 | 8,37 |      |
| ПК 60.10-6AmVT-C7a | 5980 | 990 | 11,96 | 0,71 | 24,78 | 45,68 | 4,19 | 7,72 | 1775 |
| ПК 60.10-6AmVT-C8a |      |     |       |      | 24,78 | 45,68 | 4,19 | 7,72 |      |
| ПК 60.10-6AmVT-C9a |      |     |       |      | 25,22 | 46,53 | 4,26 | 7,86 |      |
| ПК 57.10-6AmVT-C7a | 5680 | 990 | 11,98 | 0,67 | 21,10 | 38,29 | 3,75 | 6,81 | 1675 |
| ПК 57.10-6AmVT-C8a |      |     |       |      | 21,10 | 38,29 | 3,75 | 6,81 |      |
| ПК 57.10-6AmVT-C9a |      |     |       |      | 21,54 | 39,14 | 3,83 | 6,96 |      |
| ПК 54.10-6AmVT-C7a | 5380 | 990 | 12,00 | 0,64 | 18,36 | 32,74 | 3,44 | 6,14 | 1600 |
| ПК 54.10-6AmVT-C8a |      |     |       |      | 18,36 | 32,74 | 3,44 | 6,14 |      |
| ПК 54.10-6AmVT-C9a |      |     |       |      | 18,80 | 33,59 | 3,53 | 6,30 |      |
| ПК 51.10-6AmVT-C7a | 5080 | 990 | 12,04 | 0,61 | 17,62 | 31,24 | 3,50 | 6,21 | 1525 |
| ПК 51.10-6AmVT-C8a |      |     |       |      | 17,62 | 31,24 | 3,50 | 6,21 |      |
| ПК 51.10-6AmVT-C9a |      |     |       |      | 18,06 | 32,09 | 3,59 | 6,38 |      |
| ПК 63.10-4AmVT-C7a | 6280 | 990 | 11,93 | 0,74 | 22,65 | 41,49 | 3,64 | 6,67 | 1950 |
| ПК 63.10-4AmVT-C8a |      |     |       |      | 22,65 | 41,49 | 3,64 | 6,67 |      |
| ПК 63.10-4AmVT-C9a |      |     |       |      | 23,09 | 42,34 | 3,71 | 6,81 |      |
| ПК 60.10-4AmVT-C7a | 5980 | 990 | 11,96 | 0,71 | 19,99 | 35,94 | 3,38 | 6,07 | 1775 |
| ПК 60.10-4AmVT-C8a |      |     |       |      | 19,99 | 35,94 | 3,38 | 6,07 |      |
| ПК 60.10-4AmVT-C9a |      |     |       |      | 20,43 | 36,79 | 3,45 | 6,21 |      |
| ПК 57.10-4AmVT-C7a | 5680 | 990 | 11,98 | 0,67 | 19,01 | 34,09 | 3,38 | 6,07 | 1675 |
| ПК 57.10-4AmVT-C8a |      |     |       |      | 19,01 | 34,09 | 3,38 | 6,07 |      |
| ПК 57.10-4AmVT-C9a |      |     |       |      | 19,45 | 34,94 | 3,46 | 6,22 |      |
| ПК 63.10-3AmVT-C7a | 6280 | 990 | 11,93 | 0,74 | 20,40 | 36,94 | 3,28 | 5,94 | 1850 |
| ПК 63.10-3AmVT-C8a |      |     |       |      | 20,40 | 36,94 | 3,28 | 5,94 |      |
| ПК 63.10-3AmVT-C9a |      |     |       |      | 20,84 | 37,79 | 3,35 | 6,08 |      |



**Сборочные чертежи многопустотных плит перекрытия  
длиной  $L=6280, 5980, 5680, 5380, 5080, 4780$  мм, шириной  $b=1790, 1490, 1190, 990$  мм по серии 1.141.1-19с/85, выпуски 1, 3**

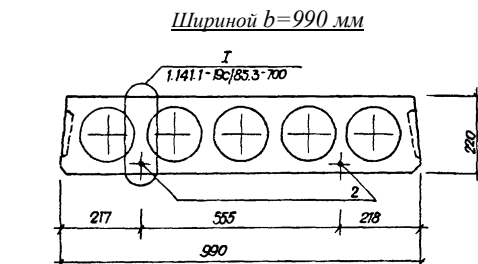
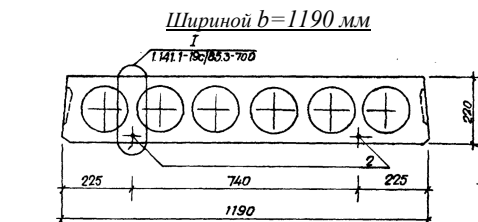


Сетки армирования плит С-1, С-2, С-3



Спецификация арматурных сеток С-1, С-2, С-3

| Обозначение             | Марка | $L$ ,<br>мм | $a$ ,<br>мм | $b$ ,<br>мм | $c$ ,<br>мм | Масса,<br>кг |
|-------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1.141.1-19с/85.3-110    | С-1   | 1470        | 1200        | 230         | 20          | 0,63         |
| 1.141.1-19с/85.3-110-01 | С-2   | 1170        | 900         | 230         | 20          | 0,53         |
| 1.141.1-19с/85.3-110-02 | С-3   | 970         | 600         | 300         | 35          | 0,43         |



## Приложение 11

### Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации ОСР-2015

- **Список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием фоновой сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности - А (10 %), В (5 %), С (1 %) в течение 50 лет**

| Наименование субъектов РФ и населенных пунктов | Карты ОСР-2015 |   |    | Наименование субъектов РФ и населенных пунктов | Карты ОСР-2015 |   |    | Наименование субъектов РФ и населенных пунктов | Карты ОСР-2015 |   |    |
|------------------------------------------------|----------------|---|----|------------------------------------------------|----------------|---|----|------------------------------------------------|----------------|---|----|
|                                                | А              | В | С  |                                                | А              | В | С  |                                                | А              | В | С  |
| РЕСПУБЛИКИ                                     |                |   |    |                                                |                |   |    |                                                |                |   |    |
| Республика Адыгея                              |                |   |    |                                                |                |   |    |                                                |                |   |    |
| Адыгейск                                       | 8              | 8 | 9  | Кошехабль                                      | 7              | 7 | 8  | Тульский                                       | 7              | 8 | 9  |
| Гиагинская                                     | 7              | 8 | 8  | Красногвардейское                              | 7              | 7 | 8  | Энем                                           | 8              | 8 | 9  |
| Каменноостский                                 | 8              | 8 | 9  | Майкоп                                         | 7              | 8 | 9  | Яблоновский                                    | 8              | 8 | 9  |
| Республика Алтай                               |                |   |    |                                                |                |   |    |                                                |                |   |    |
| Акташ                                          | 9              | 9 | 10 | Каракокша                                      | 8              | 8 | 9  | Тондошка                                       | 7              | 8 | 9  |
| Актел                                          | 8              | 9 | 10 | Катанда                                        | 8              | 9 | 10 | Уймень                                         | 8              | 8 | 9  |
| Амур                                           | 8              | 8 | 9  | Козуль                                         | 8              | 8 | 9  | Улусчерга                                      | 8              | 9 | 10 |
| Анос                                           | 8              | 9 | 10 | Кокоря                                         | 9              | 9 | 10 | Усть-Кан                                       | 8              | 8 | 9  |
| Артыбаш                                        | 8              | 8 | 9  | Кош-Агач                                       | 9              | 9 | 10 | Усть-Кокса                                     | 8              | 9 | 10 |
| Барагаш                                        | 8              | 9 | 10 | Кулада                                         | 8              | 9 | 10 | Усть-Кумир                                     | 8              | 8 | 9  |
| Балыктуюль                                     | 9              | 9 | 10 | Купчегень                                      | 8              | 9 | 10 | Усть-Муны                                      | 8              | 9 | 10 |
| Балыкча                                        | 8              | 9 | 10 | Курай                                          | 9              | 9 | 10 | Усть-Мута                                      | 8              | 9 | 10 |
| Белый Ануй                                     | 8              | 9 | 10 | Курмач-Байгол                                  | 7              | 8 | 9  | Усть-Улаган                                    | 9              | 9 | 10 |
| Бельтир                                        | 9              | 9 | 10 | Куюс                                           | 8              | 9 | 10 | Хабаровка                                      | 8              | 9 | 10 |
| Беяши                                          | 9              | 9 | 10 | Кызылозек                                      | 8              | 8 | 9  | Чаган-Узун                                     | 9              | 9 | 10 |
| Бешозек                                        | 8              | 9 | 10 | Кырлык                                         | 8              | 8 | 9  | Чемал                                          | 8              | 9 | 10 |
| Бешпельтир                                     | 8              | 9 | 10 | Мал. Черга                                     | 8              | 9 | 10 | Чендек                                         | 8              | 9 | 10 |
| Бийка                                          | 8              | 8 | 9  | Ниж. Талда                                     | 8              | 9 | 10 | Черга                                          | 8              | 9 | 10 |
| Бирюля                                         | 8              | 8 | 9  | Огневка                                        | 8              | 8 | 9  | Черный Ануй                                    | 8              | 9 | 10 |
| Верхняя Апшухта                                | 8              | 9 | 10 | Озеро-Куреево                                  | 7              | 7 | 8  | Чибиля                                         | 9              | 9 | 10 |
| Верх. Уймон                                    | 8              | 9 | 10 | Онгудай                                        | 8              | 9 | 10 | Чибит                                          | 9              | 9 | 10 |
| Горбуново                                      | 8              | 9 | 10 | Ортолык                                        | 9              | 9 | 10 | Чоя                                            | 8              | 8 | 9  |
| Горно-Алтайск                                  | 8              | 8 | 9  | Сейка                                          | 8              | 8 | 9  | Шишикман                                       | 8              | 9 | 10 |
| Дмитриевка                                     | 7              | 7 | 8  | Союзга                                         | 8              | 8 | 9  | Шебалино                                       | 8              | 9 | 10 |

|                                |        |                   |        |                  |        |
|--------------------------------|--------|-------------------|--------|------------------|--------|
| Дъектиек                       | 8 9 10 | Талда             | 8 9 10 | Ынырга           | 8 8 9  |
| Ело                            | 8 9 10 | Тебелер           | 9 9 10 | Элекмонар        | 8 9 10 |
| Иня                            | 8 9 10 | Теленгит-Сортогой | 9 9 10 | Ябоган           | 8 9 10 |
| Карагай                        | 8 8 9  | Теньга            | 8 9 10 | Яконур           | 8 9 10 |
| <b>Республика Башкортостан</b> |        |                   |        |                  |        |
| Архангельское                  | - - 6  | Исянгулово        | - - 6  | Мурсалимкино     | - - 6  |
| Аскарowo                       | - - 6  | Ишимбай           | - - 6  | Новобелокатай    | - 6 7  |
| Баймак                         | - - 6  | Кананикольское    | - - 6  | Первомайский     | - - 6  |
| Белорецк                       | - - 6  | Караидельский     | - - 6  | Салават          | - - 6  |
| Бурибай                        | - - 6  | Красноусольский   | - - 6  | Сибай            | - - 6  |
| Верхние Киги                   | - - 6  | Кумертау          | - - 6  | Тирлянский       | - - 6  |
| Верхний Авзян                  | - - 6  | Ломовка           | - - 6  | Тубинский        | - - 6  |
| Воскресенское                  | - - 6  | Маячный           | - - 6  | Тукан            | - - 6  |
| Ермолаево                      | - - 6  | Мелеуз            | - - 6  | Улу-Теляк        | - - 6  |
| Зирган                         | - - 6  | Месягутово        | - - 6  | Учалы            | - - 6  |
| Инзер                          | - - 6  | Миндяк            | - - 6  | Юмагузино        | - - 6  |
|                                |        | Мраково           | - - 6  |                  |        |
| <b>Республика Бурятия</b>      |        |                   |        |                  |        |
| Аршан                          | 8 9 10 | Кудара-Сомон      | 7 8 9  | Сокол            | 8 8 9  |
| Бабушкин                       | 9 9 10 | Куйтун            | 7 8 9  | Сосново-Озерское | 6 7 8  |
| Баргузин                       | 8 9 9  | Кырен             | 8 9 10 | Сотниково        | 8 8 9  |
| Баянгол                        | 8 8 9  | Кяхта             | 8 8 9  | Старое Татаурово | 8 9 9  |
| Бичура                         | 7 8 9  | Мал. Куналей      | 7 8 9  | Таксимо          | 9 9 10 |
| Большой Луг                    | 7 8 9  | Михайловка        | 7 8 9  | Таловка          | 8 9 10 |
| Большая Кудара                 | 7 8 9  | Мишиха            | 9 9 10 | Тарбагатай       | 8 8 9  |
| Большой Куналей                | 7 8 9  | Мухоршибирь       | 7 8 9  | Татаурово        | 8 9 9  |
| Брянск                         | 8 9 10 | Нарын             | 7 8 9  | Ташир            | 8 8 9  |
| Верхний Жирим                  | 8 8 9  | Наушки            | 8 8 9  | Тимлюй           | 8 9 10 |
| Выдрино                        | 9 9 10 | Нижнеангарск      | 9 9 10 | Тоннельный       | 9 9 10 |
| Гусиное Озеро                  | 8 8 9  | Нижний Бургалтай  | 8 8 9  | Торы             | 8 9 10 |
| Гэгэтуй                        | 8 8 9  | Нижний Саянтуй    | 8 8 9  | Тохой            | 8 8 9  |
| Десятниково                    | 7 8 9  | Нижний Торей      | 7 8 9  | Тресково         | 8 9 10 |
| Джида                          | 8 8 9  | Нижняя Иволга     | 8 8 9  | Троицкое         | 8 9 9  |

|                            |        |                 |        |                |        |
|----------------------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|
| Дырестуй                   | 8 8 9  | Николаевский    | 7 8 9  | Тунка          | 8 9 10 |
| Дэдэ-Ичетуй                | 8 8 9  | Новый Уоян      | 9 9 10 | Турка          | 8 9 10 |
| Елань                      | 7 8 9  | Новоильинск     | 7 8 9  | Турунтаево     | 8 9 9  |
| Жаргаланта                 | 8 8 9  | Новокижингинск  | 7 7 8  | Улан-Удэ       | 8 8 9  |
| Жемчуг                     | 8 9 10 | Новоселенгинск  | 8 8 9  | Улекчин        | 7 8 9  |
| Заиграево                  | 7 8 9  | Новый Заган     | 7 8 9  | Унгуркуй       | 7 8 9  |
| Закаменск                  | 7 8 9  | Оер             | 7 8 9  | Усть-Баргузин  | 8 9 10 |
| Заозерный                  | 8 8 9  | Оймур           | 9 9 10 | Усть-Киран     | 7 8 9  |
| Заречный                   | 8 8 9  | Окино-Ключи     | 7 8 9  | Усть-Кяхта     | 8 8 9  |
| Зун-Мурино                 | 8 9 10 | Онохой          | 8 8 9  | Харашибирь     | 7 8 9  |
| Зурган-Дэбэ                | 7 8 9  | Орлик           | 8 9 10 | Холтосон       | 8 8 9  |
| Иволгинск                  | 8 8 9  | Оронгой         | 8 8 9  | Хоринск        | 7 7 8  |
| Ильинка                    | 8 9 9  | Осиновка        | 9 9 10 | Хоронхой       | 8 8 9  |
| Илька                      | 7 8 9  | Петропавловка   | 8 8 9  | Хужиры         | 8 9 10 |
| Инзагатуй                  | 8 8 9  | Подлопатки      | 7 8 9  | Цакир          | 7 8 9  |
| Кабанск                    | 8 9 10 | Санага          | 8 8 9  | Цолга          | 7 8 9  |
| Каленово                   | 8 8 9  | Сахарный Завод  | 7 8 9  | Чикой          | 7 8 9  |
| Каменск                    | 8 9 10 | Северобайкальск | 9 9 10 | Шаралдай       | 7 8 9  |
| Кижинга                    | 7 7 8  | Северомуйск     | 9 9 10 | Шибертуй       | 7 8 9  |
| Кичера                     | 9 9 10 | Селенгинск      | 8 9 10 | Эрхирик        | 8 8 9  |
| Кудара                     | 9 9 10 | Селендума       | 8 8 9  | Янчукан        | 9 9 10 |
| <b>Республика Дагестан</b> |        |                 |        |                |        |
| Аксай                      | 8 8 9  | Избербаш        | 9 9 10 | Манаскент      | 9 9 10 |
| Альбурикент                | 8 9 10 | Карабудахкент   | 9 9 10 | Махачкала      | 8 9 10 |
| Ахты                       | 9 9 10 | Каспийск        | 8 9 10 | Ново-Гагатли   | 8 8 9  |
| Ачису                      | 9 9 10 | Касумкент       | 9 9 10 | Новый Кяхулай  | 8 9 10 |
| Бабаюрт                    | 8 8 9  | Кизилюрт        | 8 9 9  | Новый Сулак    | 8 9 9  |
| Бавтугай                   | 8 9 9  | Кизляр          | 7 8 8  | Сулак          | 8 8 9  |
| Белиджи                    | 9 9 10 | Комсомольский   | 7 8 8  | Султан-Янгиюрт | 8 9 9  |
| Ботлих                     | 9 9 10 | Кубачи          | 9 9 10 | Тарки          | 8 9 10 |
| Буйнакск                   | 9 9 10 | Куруш           | 8 8 9  | Тюбе           | 8 9 10 |
| Дагестанские Огни          | 9 9 10 | Кяхулай         | 8 9 10 | Хасавюрт       | 8 9 9  |
| Дербент                    | 9 9 10 | Леваши          | 9 9 10 | Шамилькала     | 9 9 10 |



|                                           |        |                 |        |                |        |
|-------------------------------------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|
| Дубки                                     | 9 9 10 | Маджалис        | 9 9 10 | Шамхал         | 8 9 9  |
| Дылым                                     | 9 9 10 | Мамедкала       | 9 9 10 | Южно-Сухокумск | 6 7 7  |
| <b>Ингушская Республика</b>               |        |                 |        |                |        |
| Ассиновская                               | 9 9 10 | Назрань         | 8 9 10 | Нестеровская   | 9 9 10 |
| Горагорский                               | 8 9 9  | Нартан          | 8 9 9  | Серноводск     | 8 9 10 |
| Карабулак                                 | 8 9 10 | Насыр-Корт      | 8 9 10 | Сурхахи        | 8 9 10 |
| Малгобек                                  | 8 9 9  | Ненже           | 8 9 9  | Троицкая       | 8 9 10 |
| <b>Кабардино-Балкарская Республика</b>    |        |                 |        |                |        |
| Аргудан                                   | 8 9 9  | Кызбурун Третий | 8 9 9  | Тырныауз       | 8 9 10 |
| Баксан                                    | 8 8 9  | Майский         | 8 8 9  | Хасанья        | 8 9 9  |
| Заюково                                   | 8 9 9  | Нальчик         | 8 9 9  | Чегем Второй   | 8 9 9  |
| Залукокоаже                               | 8 8 9  | Нарткала        | 8 9 9  | Чегем Первый   | 8 9 9  |
| Исламень                                  | 8 9 9  | Прохладный      | 8 8 9  | Шалушка        | 8 9 9  |
| Кахун                                     | 8 9 9  | Сармаково       | 8 8 9  |                |        |
| Кашхатау                                  | 8 9 9  | Терек           | 8 9 9  |                |        |
| <b>Республика Калмыкия - Хальмг Тангч</b> |        |                 |        |                |        |
| Большой Царын                             | - - 7  | Комсомольский   | 6 6 7  | Троицкое       | - - 6  |
| Городовиковск                             | - 6 6  | Лагань          | - 6 6  | Элиста         | - - 6  |
| Ики-Бурул                                 | - 6 6  | Садовое         | - - 6  | Яшкуль         | - - 7  |
| <b>Карачарово-Черкесская Республика</b>   |        |                 |        |                |        |
| Теберда                                   | 8 9 10 | Черкесск        | 8 8 9  |                |        |
| <b>Республика Карелия</b>                 |        |                 |        |                |        |
| Калевала                                  | - - 6  | Лоухи           | - 6 7  | Чула           | - 6 7  |
| Кемь                                      | - - 6  | Пяозерский      | - - 6  |                |        |
| <b>Республика Коми</b>                    |        |                 |        |                |        |
| Благоево                                  | - - 6  | Кослан          | - - 6  | Трусово        | - - 6  |
| Боровой                                   | - - 6  | Курья           | - - 6  | Усогорск       | - - 6  |
| Важгорт                                   | - 6 7  | Летка           | - - 6  | Усть-Кулом     | - - 6  |
| Вендинга                                  | - - 6  | Пожег           | - - 6  | Югыдьяг        | - - 6  |
| Водный                                    | - - 6  | Помоздино       | - - 6  | Ухта           | - - 6  |
| Кожым                                     | - - 6  | Сосногорск      | - - 6  | Ярега          | - - 6  |
| <b>Республика Крым</b>                    |        |                 |        |                |        |
| Азовское                                  | 7 7 8  | Комсомольское   | 7 8 9  | Первомайское   | 6 7 7  |

|                                                      |        |                   |        |              |        |
|------------------------------------------------------|--------|-------------------|--------|--------------|--------|
| Алупка                                               | 8 9 10 | Кореиз            | 8 9 10 | Планерское   | 8 8 9  |
| Алушта                                               | 8 9 10 | Красногвардейское | 7 7 8  | Понизовка    | 8 9 10 |
| Армянск                                              | 6 6 7  | Краснокаменка     | 8 9 10 | Почтовое     | 8 8 9  |
| Багерово                                             | 8 9 9  | Красноперекопск   | 6 6 7  | Приморский   | 8 8 9  |
| Бахчисарай                                           | 8 8 9  | Куйбышево         | 8 8 9  | Раздольное   | 6 6 7  |
| Белогорск                                            | 8 8 9  | Ленино            | 8 8 9  | Саки         | 7 7 8  |
| Владиславовка                                        | 8 8 9  | Ливадия           | 8 9 10 | Санаторное   | 8 9 10 |
| Вольное                                              | 7 7 8  | Масандра          | 8 9 10 | Симеиз       | 8 9 10 |
| Гаспра                                               | 8 9 10 | Мирный            | 7 7 8  | Симферополь  | 7 8 8  |
| Гвардейское                                          | 6 7 7  | Молодежное        | 7 8 9  | Советский    | 7 8 8  |
| Голубой-Залив                                        | 8 9 10 | Научный           | 8 8 9  | Старый-Крым  | 8 8 9  |
| Горностаевка                                         | 8 9 9  | Нижегорский       | 7 7 8  | Судак        | 8 9 9  |
| Гурзуф                                               | 8 9 10 | Николаевка        | 7 8 8  | Феодосия     | 8 8 9  |
| Джанкой                                              | 6 7 7  | Новоозерное       | 7 7 8  | Форос        | 8 9 10 |
| Евпатория                                            | 7 7 8  | Новоселовское     | 6 7 7  | Черноморское | 6 6 7  |
| Заозерное                                            | 7 7 8  | Орджоникидзе      | 8 8 9  | Щебетовка    | 8 8 9  |
| Зуя                                                  | 7 8 8  | Ореанда           | 8 9 10 | Щелкино      | 8 8 9  |
| Керчь                                                | 8 9 9  | Парковое          | 8 9 10 | Яковенково   | 8 9 9  |
| Кировское                                            | 8 8 9  | Партенит          | 8 9 10 | Ялта         | 8 9 10 |
| <b>Севастополь - (город-федерального-подчинения)</b> |        |                   |        |              |        |
| Балаклава                                            | 8 9 9  | Инкерман          | 8 9 9  | Любимовка    | 8 8 9  |
| Верхнесадовое                                        | 8 8 9  | Кача              | 8 8 9  | Севастополь  | 8 9 9  |
| <b>Республика Марий Эл</b>                           |        |                   |        |              |        |
| Визимьяры                                            | - 6 7  | Красный Стекловар | 6 6 7  | Оршанка      | - - 6  |
| Волжск                                               | 6 6 7  | Куженер           | - - 6  | Параньга     | - - 6  |
| Звенигово                                            | 6 6 7  | Мари-Турек        | - - 6  | Приволжский  | 6 6 7  |
| Йошкар-Ола                                           | - - 6  | Мариец            | - - 7  | Сернур       | - - 6  |
| Килемары                                             | - - 6  | Медведково        | - - 6  | Советский    | - - 6  |
| Козьмодемьянск                                       | 6 6 7  | Морки             | - 6 7  | Суслонгер    | - 6 7  |
| Красногорский                                        | 6 6 7  | Мочалище          | - 6 7  | Юрино        | 6 6 7  |
| <b>Республика Саха (Якутия)</b>                      |        |                   |        |              |        |
| Алдан                                                | 6 7 7  | Кулар             | 8 8 9  | Светлый      | 7 7 8  |
| Аллах-Юнь                                            | 7 8 9  | Кысыл-Сыр         | 6 6 7  | Северный     | 8 8 9  |

|                                            |        |                |        |                |        |
|--------------------------------------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| Амга                                       | - - 6  | Лазо           | 8 8 9  | Серебряный Бор | 8 8 9  |
| Артык                                      | 8 9 10 | Лебединый      | 6 7 8  | Солнечный      | 7 8 9  |
| Батагай                                    | 8 8 9  | Ленинский      | 6 7 7  | Табага         | 6 7 8  |
| Безымянный                                 | 6 6 7  | Ленек          | - 6 7  | Тенкели        | 8 8 9  |
| Белая-Гора                                 | 6 7 7  | Маган          | 6 7 8  | Тикси          | 8 9 10 |
| Бердигестях                                | - - 6  | Майя           | 6 7 8  | Томмот         | - 6 7  |
| Беркакит                                   | 8 8 10 | Марха          | - - 6  | Торго          | 7 8 8  |
| Бестях                                     | - 6 7  | Мохсоголлох    | - 6 7  | Усть-Куйга     | 8 8 9  |
| Большой-Нимныр                             | 7 7 8  | Нагорный       | 8 8 9  | Усть-Мая       | 6 6 7  |
| Борогонцы                                  | 6 6 7  | Намцы          | 6 6 7  | Усть-Нера      | 8 9 10 |
| Бриндакит                                  | 7 8 9  | Нежданинское   | 7 8 9  | Хандыга        | 6 7 7  |
| Быковский                                  | 8 9 10 | Нелькан        | 8 9 9  | Хани           | 9 9 10 |
| Верхоянск                                  | 7 8 8  | Нерюнгри       | 8 8 10 | Хонуу          | 8 8 9  |
| Витим                                      | 6 7 8  | Нижнеянк       | 9 9 10 | Чагда          | 6 6 7  |
| Власово                                    | 8 8 9  | Нижний-Бестях  | 6 7 8  | Черский        | - 6 7  |
| Депутатский                                | 8 8 9  | Нижний-Куранах | 6 6 7  | Чульман        | 7 8 9  |
| Джебарики-Хая                              | 7 7 8  | Оймякон        | 8 8 9  | Чурапча        | 6 7 8  |
| Жатай                                      | 6 7 8  | Олекминск      | - - 6  | Ыллымах        | 6 7 7  |
| Жиганск                                    | - - 6  | Оленегорск     | 6 6 7  | Ыныкчан        | 7 8 9  |
| Заречный                                   | 6 6 7  | Ольчан         | 8 8 9  | Ытык-Кюель     | 6 6 7  |
| Звездочка                                  | 7 8 9  | Пеледуй        | 6 7 8  | Эльгинский     | 8 8 9  |
| Золотинка                                  | 8 9 10 | Покровск       | - 6 7  | Эльдикан       | 6 7 8  |
| Зырянка                                    | 6 6 8  | Предпорожный   | 8 8 9  | Эсэ-Хайя       | 8 8 9  |
| Кангалассы                                 | 6 7 8  | Сангар         | 6 7 7  | Югоренок       | 7 8 9  |
| Канкунский                                 | 7 7 8  | Сарылах        | 8 8 9  | Якутск         | 6 7 8  |
| <b>Республика Северная Осетия - Алания</b> |        |                |        |                |        |
| Алагир                                     | 8 9 10 | Дигора         | 8 9 9  | Моздок         | 8 8 9  |
| Ардон                                      | 8 9 9  | Заводской      | 9 9 10 | Ногир          | 8 9 9  |
| Архонская                                  | 8 9 9  | Змейская       | 8 9 9  | Октябрьское    | 8 9 9  |
| Беслан                                     | 8 9 9  | Камбилеевское  | 8 9 9  | Садон          | 9 9 10 |
| Бурон                                      | 9 9 10 | Кизляр         | 8 8 9  | Старый Лексен  | 8 9 9  |
| Верхний Згид                               | 9 9 10 | Луковская      | 8 8 9  | Холст          | 9 9 10 |
| Верхний Фиагдон                            | 9 9 10 | Мизур          | 9 9 10 | Чикола         | 8 9 9  |

|                                         |        |                   |        |                  |        |
|-----------------------------------------|--------|-------------------|--------|------------------|--------|
| Владикавказ                             | 8 9 10 | Михайловское      | 8 9 9  | Эльхотово        | 8 9 9  |
| <b>Республика Татарстан (Татарстан)</b> |        |                   |        |                  |        |
| Агрыз                                   | - - 6  | Заинек            | - 6 7  | Мамадыш          | 6 6 7  |
| Аксубаево                               | - 6 7  | Зеленая Роща      | - - 6  | Менделеевск      | - 6 7  |
| Актюбинский                             | - - 6  | Зепенодольск      | 6 6 7  | Набережные Челны | - 6 7  |
| Алексеевское                            | - 6 7  | Казань            | 6 6 7  | Нижнекамск       | 6 6 7  |
| Альметьевск                             | - - 6  | Камские Поляны    | - 6 7  | Нижние Вязовые   | 6 6 7  |
| Арск                                    | 6 6 7  | Камское Устье     | - 6 7  | Нижняя Мактама   | - - 6  |
| Богатые Сабы                            | 6 6 7  | Карабаш           | - - 6  | Нурлат           | - 6 7  |
| Болгар                                  | - - 7  | Кошки             | - 6 7  | Русский Акташ    | - 6 7  |
| Буинск                                  | - - 6  | Куйбышевск. Затон | - - 7  | Сарманово        | - - 6  |
| Васильево                               | 6 6 7  | Кукмор            | - 6 7  | Тетюши           | - - 6  |
| Дербешкинский                           | - - 6  | Лаишево           | - 6 7  | Чистополь        | - 6 7  |
| Джалиль                                 | - - 6  | Лениногорск       | - - 6  | Шемордан         | - 6 7  |
| Елабуга                                 | - 6 7  | Лубяны            | - 6 7  | Шугорово         | - - 6  |
| <b>Республика Тыва</b>                  |        |                   |        |                  |        |
| Адыр-Кежиг                              | 8 9 10 | Ишти-Хем          | 8 9 10 | Успенка          | 8 9 10 |
| Ак-Даш                                  | 8 9 10 | Каа-Хем           | 8 9 10 | Усть-Бурен       | 8 8 10 |
| Ак-Довурак                              | 9 9 10 | Кара-Хаак         | 8 9 10 | Усть-Элегест     | 8 9 10 |
| Ак-Дуруг                                | 8 9 10 | Кара-Холь         | 9 9 10 | Уюк              | 8 9 10 |
| Ак-Тал                                  | 8 9 10 | Кок-Хаак          | 8 8 10 | Хадын            | 8 9 10 |
| Ак-Чыраа                                | 8 9 10 | Кочетово          | 8 9 10 | Хайыракан        | 8 9 10 |
| Ак-Эрик                                 | 8 9 10 | Кунгуртуг         | 8 9 10 | Хандагайты       | 8 9 10 |
| Алдан-Маадыр                            | 8 9 10 | Кундустуг         | 8 8 10 | Хову-Аксы        | 8 9 10 |
| Аржаан                                  | 8 9 10 | Кызыл             | 8 9 10 | Холь-Оожу        | 8 9 10 |
| Арыг-Узю                                | 8 9 10 | Кызыл-Даг         | 9 9 10 | Хонделен         | 9 9 10 |
| Арыскан                                 | 8 9 10 | Кызыл-Мажалык     | 9 9 10 | Хондергей        | 8 9 10 |
| Бай-Хаак                                | 8 9 10 | Кызыл-Тайга       | 8 9 10 | Хорум-Даг        | 8 9 10 |
| Балгазын                                | 8 9 10 | Кызыл-Хая         | 9 9 10 | Хут              | 8 8 9  |
| Барлык                                  | 9 9 10 | Межегей           | 8 9 10 | Целинное         | 8 8 10 |
| Баян-Кол                                | 8 9 10 | Морен             | 8 9 10 | Чаа-Суур         | 8 9 10 |
| Баян-Тала                               | 8 9 10 | Мугур-Аксы        | 9 9 10 | Чадан            | 8 9 10 |
| Белдир-Арыг                             | 8 9 10 | Нарын             | 8 9 10 | Чазылар          | 8 8 9  |



|               |        |            |        |             |        |
|---------------|--------|------------|--------|-------------|--------|
| Берт-Даг      | 8 9 10 | Саглы      | 9 9 10 | Чал-Кежиг   | 8 9 10 |
| Бижиктиг-Хая  | 9 9 10 | Самагалтай | 8 9 10 | Черби       | 8 9 10 |
| Бора-Тайга    | 8 9 10 | Сарыг-Сеп  | 8 8 10 | Чодураа     | 8 9 10 |
| Бояровка      | 8 8 10 | Сесерлиг   | 8 9 10 | Шагонар     | 8 9 10 |
| Булун-Бажи    | 8 9 10 | Сизим      | 8 8 10 | Шамбалыг    | 8 8 10 |
| Булун-Терек   | 8 9 10 | Сосновка   | 8 9 10 | Шанчы       | 8 9 10 |
| Бурен-Бай-Хак | 8 8 10 | Суг-Бажы   | 8 8 10 | Шекпээр     | 9 9 10 |
| Бурен-Хем     | 8 8 10 | Суш        | 8 9 10 | Шеми        | 8 9 10 |
| Владимировка  | 8 9 10 | Тарлаг     | 8 8 10 | Шуурмак     | 8 9 10 |
| Дон-Терезин   | 9 9 10 | Теве-Хая   | 8 9 10 | Ырбан       | 8 8 9  |
| Ий            | 8 8 9  | Тора-Хем   | 8 8 10 | Элегест     | 8 9 10 |
| Ийи-Тал       | 8 9 10 | Торгалыг   | 8 9 10 | Ээрбек      | 8 9 10 |
| Ийме          | 8 9 10 | Туран      | 8 8 10 | Эрги-Барлык | 9 9 10 |
| Ильинка       | 8 8 10 | Тээли      | 9 9 10 | Эрзин       | 8 9 10 |

**Республика Хакасия**

|             |       |             |       |             |       |
|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| Абаза       | 7 8 9 | Вершина Тея | 7 7 8 | Саяногорск  | 7 8 8 |
| Абакан      | 7 7 8 | Жемчужный   | 6 7 8 | Сонский     | 7 7 8 |
| Аскиз       | 7 7 8 | Коммунар    | 6 7 8 | Сорск       | 7 7 8 |
| Балыкса     | 7 7 8 | Копьево     | 6 7 8 | Туим        | 6 7 8 |
| Бельтырское | 7 8 8 | Майна       | 7 8 9 | Усть-Абакан | 7 7 8 |
| Бея         | 7 8 8 | Майнагашев  | 7 7 8 | Черемушки   | 7 8 9 |
| Бирикчул    | 7 7 8 | Пригорск    | 7 7 8 | Черногорск  | 7 7 8 |
| Бискамжа    | 7 7 8 | Приисковый  | 6 7 8 | Шира        | 6 7 8 |

**Чеченская Республика - Ичкерия**

|              |        |              |        |              |        |
|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
| Аргун        | 8 9 10 | Ишерская     | 8 8 9  | Старая Сунжа | 8 9 9  |
| Ачхой-Мартан | 9 9 10 | Катыр-Юрт    | 9 9 10 | Толстой Юрт  | 8 9 9  |
| Горагорский  | 8 9 9  | Курчалой     | 8 9 10 | Урус-Мартан  | 9 9 10 |
| Гременчук    | 9 9 10 | Лаха-Невре   | 8 8 9  | Цоцин-Юрт    | 8 9 10 |
| Грозный      | 8 9 10 | Наурская     | 8 8 9  | Чири-Юрт     | 9 9 10 |
| Гудермес     | 8 9 9  | Ойсхара      | 8 9 10 | Шали         | 9 9 10 |
| Знаменское   | 8 8 9  | Старые Атаги | 9 9 10 | Щелковская   | 8 8 9  |

**Чувашская Республика - Чаваш Республики**

|         |       |                  |       |          |       |
|---------|-------|------------------|-------|----------|-------|
| Вурнары | - - 6 | Мариинский Посад | 6 6 7 | Цивильск | 6 6 7 |
|---------|-------|------------------|-------|----------|-------|

|                           |       |                 |       |               |       |
|---------------------------|-------|-----------------|-------|---------------|-------|
| Канаш                     | - - 6 | Новочебоксарск  | 6 6 7 | Чебоксары     | 6 6 7 |
| Козловка                  | 6 6 7 | Сосновка        | 6 6 7 | Ядрин         | - 6 7 |
| Кугеси                    | 6 6 7 | Урмары          | - 6 6 |               |       |
| <b>КРАЯ</b>               |       |                 |       |               |       |
| <b>Алтайский край</b>     |       |                 |       |               |       |
| Алейск                    | 7 7 8 | Ключи           | 6 6 7 | Сибирский     | 6 7 8 |
| Алтайский                 | 8 8 9 | Косиха          | 7 7 8 | Славгород     | - 6 7 |
| Баево                     | 6 6 8 | Красногорское   | 7 8 9 | Смоленское    | 7 8 9 |
| Барнаул                   | 6 7 8 | Краснощеково    | 7 8 9 | Советское     | 7 8 9 |
| Белоярск                  | 6 7 8 | Кулунда         | - 6 7 | Соколово      | 7 8 9 |
| Бийск                     | 7 8 8 | Майма           | 8 8 9 | Сорокино      | 7 8 9 |
| Благовещенка              | 6 6 7 | Малиновое Озеро | 6 6 7 | Степное Озеро | 6 6 7 |
| Боровиха                  | 6 7 8 | Мамонтово       | 6 7 8 | Тальменка     | 6 7 8 |
| Боровлянка                | 7 7 8 | Михайловское    | 6 6 7 | Тогул         | 7 7 8 |
| Бурсоль                   | - 6 7 | Научный Городок | 6 7 8 | Топчиха       | 7 7 8 |
| Быстрый Исток             | 7 8 9 | Новоалтайск     | 6 7 8 | Троицкое      | 7 8 9 |
| Волчиха                   | 6 6 7 | Новогорьевское  | 6 7 8 | Тюменцево     | 6 7 8 |
| Горняк                    | 6 7 8 | Новосиликатный  | 6 7 8 | Тягун         | 6 7 8 |
| Завьялово                 | 6 6 8 | Павловск        | 6 7 8 | Целинное      | 7 7 8 |
| Залесово                  | 6 7 8 | Поспелиха       | 7 7 8 | Черемное      | 6 7 8 |
| Заринск                   | 6 7 8 | Ребриха         | 6 7 8 | Шипуново      | 7 8 9 |
| Затон                     | 6 7 8 | Родио           | 6 6 7 | Южный         | 6 7 8 |
| Змеиногорск               | 7 7 8 | Романово        | 6 7 8 | Яровое        | - 6 7 |
| Камень-на-Оби             | 6 7 8 | Рубцовск        | 6 7 8 |               |       |
| <b>Забайкальский-край</b> |       |                 |       |               |       |
| Абагайтуй                 | 6 7 8 | Кактолга        | 6 7 8 | Погодаево     | 6 7 8 |
| Агинское                  | 6 6 8 | Калга           | 6 7 8 | Пограничный   | 6 7 8 |
| Аксеново-Зиловское        | 6 7 8 | Калинино        | 6 7 8 | Прав. Кумаки  | 6 7 8 |
| Акурай                    | 6 7 8 | Капцагайтуй     | 6 7 8 | Приаргунск    | 6 7 8 |
| Акша                      | 6 7 8 | Карымское       | 6 7 8 | Приисковый    | 6 7 8 |
| Александровка             | 6 7 8 | Катаево         | 7 8 9 | Размахнино    | 6 7 8 |
| Алия                      | 6 7 8 | Катангар        | 7 8 9 | Савва-Борзя   | 6 7 8 |
| Алтан                     | 6 7 8 | Кличка          | 6 7 8 | Савватеево    | 6 7 8 |

|                  |       |                 |        |                 |       |
|------------------|-------|-----------------|--------|-----------------|-------|
| Альбитуй         | 7 8 9 | Ключевский      | 7 7 8  | Сбега           | 6 7 8 |
| Амазар           | 7 7 8 | Ключевское      | 6 7 8  | Селинда         | 6 7 8 |
| Арахлей          | 6 7 8 | Ковыли          | 6 7 8  | Семиозерный     | 7 7 8 |
| Арбагар          | 6 7 8 | Козлово         | 6 7 8  | Сивяково        | 6 7 8 |
| Аргунск          | 6 7 8 | Комсомольское   | 6 7 8  | Смоленка        | 6 7 8 |
| Аренда           | 6 7 8 | Кондуй          | 6 7 8  | Соктуй-Милозан  | 6 7 8 |
| Арта             | 6 7 8 | Конкино         | 7 8 9  | Соловьевск      | 6 7 8 |
| Архангельское    | 7 8 9 | Копунь          | 6 7 8  | Солончный       | 6 7 8 |
| Атамановка       | 6 7 8 | Коротково       | 7 8 9  | Сохондо         | 6 7 8 |
| Бада             | 7 7 8 | Красная-Ималка  | 6 7 8  | Среднеаргунск   | 6 7 8 |
| Байгул           | 6 7 8 | Краснокаменск   | 6 7 8  | Средний-Калар   | 8 9 9 |
| Байхор           | 7 8 9 | Красноярово     | 6 7 8  | Средняя-Борзя   | 6 7 8 |
| Балей            | 6 7 8 | Красный-Великан | 6 7 8  | Средняя-Олекма  | 7 8 9 |
| Бальзой          | 6 7 8 | Красный-Чикой   | 7 8 9  | Староцурухайтуй | 6 7 8 |
| Баляга           | 7 8 9 | Ксеньевка       | 7 7 8  | Старый-Олов     | 6 7 8 |
| Баляга-Катангар  | 7 8 9 | Куанда          | 9 9 10 | Степной         | 6 7 8 |
| Батакан          | 6 7 8 | Кузнецово       | 6 7 8  | Тайна           | 6 7 8 |
| Безречная        | 6 6 8 | Куйтун          | 6 7 8  | Талман-Борзя    | 6 7 8 |
| Беклемишево      | 6 7 8 | Кулусутай       | 6 7 8  | Танга           | 6 7 8 |
| Биликтуй         | 6 7 8 | Курорт-Дарасун  | 6 7 8  | Таптугары       | 7 7 8 |
| Бицигино         | 6 7 8 | Курулга         | 6 7 8  | Тарбагатай      | 7 8 9 |
| Богдановка       | 6 7 8 | Курунзулай      | 6 7 8  | Тарбальджей     | 6 7 8 |
| Богомягково      | 6 7 8 | Кугугай         | 6 7 8  | Татаурово       | 6 7 8 |
| Бол. Боты        | 6 7 8 | Кыкер           | 6 7 8  | Толбага         | 7 8 9 |
| Большая-Речка    | 7 8 9 | Кыра            | 6 7 8  | Тохтор          | 6 7 8 |
| Большой-Зерентуй | 6 7 8 | Ленинский       | 6 7 8  | Трубачево       | 6 7 8 |
| Борзя            | 6 7 8 | Лесной-Городок  | 6 7 8  | Тунгокочен      | 7 7 8 |
| Бохто            | 6 7 8 | Линево-Озеро    | 6 7 8  | Тупик           | 7 7 8 |
| Брусиловка       | 6 7 8 | Ложниково       | 6 7 8  | Турга           | 6 7 8 |
| Буйлэсан         | 6 7 8 | Любовь          | 6 7 8  | Тыргетуй        | 6 7 8 |
| Букачача         | 6 7 8 | Маккавеево      | 6 7 8  | Убур-Тохтор     | 6 7 8 |
| Булдуруй-1-ый    | 6 7 8 | Мал. Тонтой     | 6 7 8  | Угдан           | 6 7 8 |
| Булум            | 6 6 8 | Малета          | 7 8 9  | Укурей          | 6 7 8 |

|                    |       |                  |        |                |       |
|--------------------|-------|------------------|--------|----------------|-------|
| Бура               | 6 7 8 | Малоархангельск  | 7 8 9  | Укурик         | 6 7 8 |
| Бурукан            | 6 7 8 | Малышево         | 6 7 8  | Улан           | 6 7 8 |
| Бурулятуй          | 6 7 8 | Мангут           | 6 7 8  | Улан-Цацык     | 6 6 8 |
| Бутунтай           | 6 7 8 | Манкечур         | 6 7 8  | Улача          | 6 7 8 |
| Бухта              | 6 7 8 | Маньково         | 6 7 8  | Улеты          | 6 7 8 |
| Бушулей            | 6 7 8 | Маргуцек         | 6 7 8  | Ульхун-Партия  | 6 7 8 |
| Бырка              | 6 7 8 | Матусово         | 6 7 8  | Ульякан        | 6 7 8 |
| Бытэв              | 6 7 8 | Менза            | 7 7 8  | Улятуй         | 6 7 8 |
| Васильевский-Хутор | 6 7 8 | Мильгидун        | 6 7 8  | Унда           | 6 7 8 |
| Верх. Куларки      | 6 7 8 | Мирная           | 6 6 8  | Ундино-Поселье | 6 7 8 |
| Верх. Ульхун       | 6 7 8 | Мироново         | 6 7 8  | Урейск         | 6 7 8 |
| Верх. Усугли       | 6 7 8 | Мирсаново        | 6 7 8  | Урлук          | 7 8 9 |
| Верх. Цасучей      | 6 7 8 | Митрофаново      | 6 7 8  | Уровские-Ключи | 6 7 8 |
| Верх. Шаранай      | 6 6 8 | Михайловка       | 6 7 8  | Урульга        | 6 6 8 |
| Верх. Шергольджин  | 7 8 9 | Михайло-Павловск | 6 7 8  | Урулюнгуй      | 6 7 8 |
| Верхний-Калгукан   | 6 7 8 | Могзон           | 6 7 8  | Усть-Иля       | 6 7 8 |
| Верхняя-Куэнга     | 6 7 8 | Могойтуй         | 6 6 8  | Усть-Ималка    | 6 7 8 |
| Верхняя-Хила       | 6 7 8 | Могойтуй         | 6 7 8  | Усть-Каренга   | 7 7 8 |
| Верх-Чита          | 6 7 8 | Могоча           | 7 7 8  | Усть-Наринзор  | 6 7 8 |
| Гавань             | 6 7 8 | Моклакан         | 7 7 8  | Усть-Обор      | 7 8 9 |
| Газимурский-Завод  | 6 7 8 | Молодежный       | 6 7 8  | Усть-Озерная   | 6 7 8 |
| Галкино            | 6 6 8 | Молодовск        | 6 7 8  | Усть-Тасуркай  | 6 7 8 |
| Гаур               | 6 7 8 | Мордой           | 6 7 8  | Усть-Теленгуй  | 6 7 8 |
| Георгиевка         | 6 7 8 | Мулино           | 6 7 8  | Усугли         | 6 7 8 |
| Глинка             | 7 7 8 | Нагорный         | 6 7 8  | Утан           | 6 7 8 |
| Глинянка           | 6 7 8 | Надежный         | 6 7 8  | Ушмун          | 6 7 8 |
| Горбуновка         | 6 7 8 | Нарасун          | 6 7 8  | Фирсово        | 6 7 8 |
| Горекацан          | 6 7 8 | Нарын Талача     | 6 6 8  | Хаара-Бырка    | 6 6 8 |
| Горный-Зерентуй    | 6 7 8 | Неляты           | 9 9 10 | Хада-Булак     | 6 7 8 |
| Гуля               | 7 7 8 | Нерчинск         | 6 7 8  | Хадакта        | 6 7 8 |
| Давенда            | 7 7 8 | Ниж. Гирюнино    | 6 7 8  | Хапчеранга     | 6 7 8 |
| Дарасун            | 6 7 8 | Ниж. Ильдикан    | 6 7 8  | Харагун        | 6 7 8 |
| Даурия             | 6 7 8 | Ниж. Калгукан    | 6 7 8  | Харанор        | 6 7 8 |



|               |        |                  |        |                 |        |
|---------------|--------|------------------|--------|-----------------|--------|
| Долгокыча     | 6 7 8  | Ниж. Ключи       | 6 7 8  | Харауз          | 7 8 9  |
| Домна         | 6 7 8  | Ниж.Кокуй        | 6 7 8  | Хилогосон       | 7 7 8  |
| Доно          | 6 7 8  | Нижний-Стан      | 6 7 8  | Хилок           | 7 7 8  |
| Доронинское   | 6 7 8  | Нижний-Цасучей   | 6 7 8  | Холбон          | 6 7 8  |
| Досауй        | 6 7 8  | Нижняя-Шахтама   | 6 7 8  | Холуй-База      | 6 7 8  |
| Дровяная      | 6 7 8  | Николаевка       | 6 7 8  | Хохотуй         | 7 7 9  |
| Дульдурга     | 6 7 8  | Николаевское     | 6 7 8  | Хушенга         | 6 7 8  |
| Дунаево       | 6 7 8  | Новая-Заря       | 6 7 8  | Цаган-Олуй      | 6 7 8  |
| Дурбачи       | 6 7 8  | Новая-Кука       | 6 7 8  | Целинный        | 6 7 8  |
| Дурой         | 6 7 8  | Новая-Чара       | 9 9 10 | Чалдонка        | 7 7 8  |
| Единение      | 6 7 8  | Новоберезовское  | 6 7 8  | Чапо-Олого      | 9 9 10 |
| Елизаветино   | 6 7 8  | Новоборзинское   | 6 7 8  | Чара            | 9 9 10 |
| Жидка         | 6 7 8  | Новодоронинск    | 6 7 8  | Чашино-Ильдикан | 6 7 8  |
| Жимбира       | 6 7 8  | Новоивановка     | 6 7 8  | Черемхово       | 7 7 8  |
| Жиндо-1-е     | 7 8 9  | Новоильинск      | 6 7 8  | Чернышевск      | 6 7 8  |
| Жипхеген      | 7 7 8  | Новокручининский | 6 7 8  | Чигильтуй       | 6 7 8  |
| Жирикен       | 6 7 8  | Новоорловск      | 6 6 8  | Чикичей         | 6 7 8  |
| Забайкальск   | 6 7 8  | Новопавловка     | 7 8 9  | Чиндагатай      | 6 7 8  |
| Заречное      | 7 7 8  | Новотроицк       | 6 7 8  | Чирон           | 6 7 8  |
| Засопка       | 7 7 8  | Новоцурухайтуй   | 6 7 8  | Чита            | 6 7 8  |
| Захарово      | 7 8 8  | Новый-Акатуй     | 6 7 8  | Чупрово         | 6 7 8  |
| Зеленое-Озеро | 7 7 8  | Новый-Дурулгуй   | 6 7 8  | Шара            | 6 7 8  |
| Зерен         | 6 7 8  | Новый-Олов       | 6 7 8  | Шаранча         | 6 7 8  |
| Знаменка      | 6 7 8  | Норинск          | 6 7 8  | Шерловая-Гора   | 6 7 8  |
| Золотореченск | 6 7 8  | Октябрьский      | 6 7 8  | Шивия           | 6 7 8  |
| Зоргол        | 6 7 8  | Олекан           | 6 7 8  | Шилка           | 6 7 8  |
| Зугмара       | 7 8 9  | Оленгуй          | 6 7 8  | Шимбилик        | 7 7 8  |
| Зюльзя        | 6 7 8  | Олинск           | 6 7 8  | Широкая         | 6 7 8  |
| Икабья        | 9 9 10 | Оловянная        | 6 6 8  | Шишкино         | 6 7 8  |
| Икшица        | 6 7 8  | Олочи            | 6 7 8  | Шоноктуй        | 6 7 8  |
| Илим          | 6 7 8  | Онон             | 6 7 8  | Шумунда         | 6 7 8  |
| Ингода        | 6 7 8  | Онон-Борзя       | 6 7 8  | Энгорск         | 7 7 8  |
| Итака         | 7 7 8  | Орловский        | 6 6 8  | Юбилейный       | 6 7 8  |

|                           |          |                          |         |                  |          |
|---------------------------|----------|--------------------------|---------|------------------|----------|
| Кадахта                   | 6 7 8    | Орой                     | 6 7 8   | Яблоново         | 6 7 8    |
| Кадая                     | 6 7 8    | Первомайский             | 6 7 8   | Явленка          | 6 7 8    |
| Казаново                  | 6 7 8    | Передняя-Бырка           | 6 7 8   | Ясная            | 6 6 8    |
| Кайдалово                 | 6 6 8    | Пески                    | 7 8 9   | Ясногорск        | 6 6 8    |
| Кайластуй                 | 6 7 8    | Пешково                  | 6 7 8   |                  |          |
| <b>Камчатский-край</b>    |          |                          |         |                  |          |
| Апача                     | 9 9 10   | Крутогорово              | 7 7 8   | Раздольный       | 9 10 10  |
| Апука                     | 8 8 9    | Лазо                     | 9 9 10  | Светлый          | 9 10 10  |
| Атласово                  | 9 9 10   | Лаучан                   | 8 8 9   | Седанка          | 8 8 9    |
| Ачайваям                  | 8 8 9    | Лесная                   | 7 8 9   | Слаутное         | 6 7 8    |
| Аянка                     | 6 7 8    | Лесной                   | 9 9 10  | Соболево         | 7 8 8    |
| Березняки                 | 9 10 10  | Макарьевское             | 8 9 10  | Сокоч            | 9 9 10   |
| Большереецк               | 8 9 9    | Манилы                   | 6 7 8   | Сосновка         | 9 10 10  |
| Воямполка                 | 7 8 9    | Мильково                 | 9 9 10  | Таловка          | 7 7 8    |
| Вывенка                   | 9 9 10   | Моховая                  | 9 10 10 | Термальный       | 9 10 10  |
| Двуречье                  | 9 10 10  | Нагорный                 | 9 10 10 | Тигиль           | 8 8 9    |
| Долиновка                 | 9 9 10   | Начики                   | 9 9 10  | Тиличики         | 9 9 10   |
| Елизово                   | 9 10 10  | Николаевка               | 9 10 10 | Тымлат           | 8 8 9    |
| Запорожье                 | 9 10 10  | Озерновский              | 9 10 10 | Усть-Большереецк | 8 8 9    |
| Зеленый                   | 9 10 10  | Октябрьский              | 8 8 9   | Устьевое         | 7 7 8    |
| Ивашка                    | 8 8 10   | Оссора                   | 8 8 10  | Усть-Камчатск    | 10 10 10 |
| Каменское                 | 6 7 8    | Палана                   | 7 8 9   | Усть-Хайрюзово   | 8 8 9    |
| Ключи                     | 9 9 10   | Паратунка                | 9 10 10 | Хаилино          | 8 8 9    |
| Ковран                    | 8 8 9    | Пахачи                   | 8 8 9   | Хайрюзово        | 8 8 9    |
| Козыревск                 | 9 9 10   | Петропавловск-Камчатский | 9 10 10 | Шаромы           | 9 9 10   |
| Корф                      | 9 9 10   | Пионерский               | 9 10 10 | Эссо             | 8 9 10   |
| Красный                   | 9 10 10  | Привольное               | 7 8 8   |                  |          |
| Крутоберегово             | 10 10 10 | Пушино                   | 9 9 10  |                  |          |
| <b>Краснодарский край</b> |          |                          |         |                  |          |
| Абинск                    | 8 8 9    | Выселки                  | 6 7 8   | Кореновск        | 7 7 8    |
| Абрау-Дюрсо               | 8 9 9    | Гайдук                   | 8 9 9   | Красная Поляна   | 8 9 10   |
| Анапа                     | 8 9 9    | Геленджик                | 8 9 9   | Краснодар        | 7 8 9    |
| Ашперонск                 | 8 8 9    | Гирей                    | 6 7 7   | Красносельский   | 6 7 7    |

|                          |   |   |   |                    |   |   |   |                  |   |   |   |
|--------------------------|---|---|---|--------------------|---|---|---|------------------|---|---|---|
| Армавир                  | 7 | 7 | 8 | Горячий Ключ       | 8 | 8 | 9 | Кропоткин        | 6 | 7 | 7 |
| Архипо-Осиповка          | 8 | 9 | 9 | Гулькевичи         | 6 | 7 | 7 | Крыловская       | 6 | 6 | 7 |
| Афипский                 | 8 | 8 | 9 | Джубга             | 8 | 9 | 9 | Крымск           | 8 | 8 | 9 |
| Ахтырский                | 8 | 8 | 9 | Динская            | 7 | 7 | 8 | Курганинск       | 7 | 7 | 8 |
| Ачуево                   | 7 | 7 | 8 | Ейск               | 6 | 6 | 7 | Курчанская       | 8 | 8 | 9 |
| Белая Глина              | 6 | 6 | 7 | Ильский            | 8 | 8 | 9 | Кутаис           | 8 | 8 | 9 |
| Белореченск              | 7 | 8 | 9 | Кабардинка         | 8 | 9 | 9 | Куцевская        | 6 | 6 | 7 |
| Брюховецкая              | 7 | 7 | 7 | Кавказская         | 6 | 7 | 7 | Лабинск          | 7 | 8 | 8 |
| Верхнебаканский          | 8 | 9 | 9 | Калинино           | 7 | 8 | 8 | Ленинградская    | 6 | 6 | 7 |
| Витязево                 | 8 | 9 | 9 | Каневская          | 6 | 6 | 7 | Мостовской       | 7 | 8 | 9 |
| Владимирская             | 7 | 8 | 8 | Коноково           | 7 | 7 | 8 | Нефтегорск       | 8 | 8 | 9 |
| Нижнебаканский           | 8 | 9 | 9 | Полтавская         | 7 | 8 | 8 | Темрюк           | 8 | 8 | 9 |
| Новокубанск              | 7 | 7 | 7 | Приморско-Ахтарск  | 7 | 7 | 8 | Тимашевск        | 7 | 7 | 8 |
| Новоминская              | 6 | 6 | 7 | Псебай             | 8 | 8 | 9 | Тихорецк         | 6 | 6 | 7 |
| Новомихайловский         | 8 | 9 | 9 | Северская          | 8 | 8 | 9 | Троицкая         | 8 | 8 | 9 |
| Новопокровская           | 6 | 6 | 7 | Славянск-на-Кубани | 8 | 8 | 9 | Туапсе           | 8 | 9 | 9 |
| Новороссийск             | 8 | 9 | 9 | Сочи               | 8 | 9 | 9 | Успенское        | 7 | 7 | 8 |
| Октябрьская              | 6 | 6 | 7 | Старошербиновская  | 6 | 6 | 7 | Усть-Лабинск     | 7 | 7 | 8 |
| Отрадная                 | 7 | 8 | 8 | Староминская       | 6 | 6 | 7 | Хадыженск        | 8 | 8 | 9 |
| Павловская               | 6 | 6 | 7 | Тамань             | 8 | 9 | 9 | Холмская         | 8 | 8 | 9 |
| Пашковский               | 7 | 8 | 9 | Тбилисская         | 6 | 7 | 7 | Черноморский     | 8 | 8 | 9 |
| <b>Красноярский край</b> |   |   |   |                    |   |   |   |                  |   |   |   |
| Абан                     | - | 6 | 6 | Ирша               | 6 | 6 | 8 | Октябрьский      | - | - | 6 |
| Агинское                 | 6 | 7 | 8 | Канск              | 6 | 6 | 8 | Памяти 13 Борцов | 6 | 6 | 7 |
| Артемовск                | 6 | 7 | 8 | Каратузское        | 7 | 7 | 8 | Предивинск       | - | - | 6 |
| Ачинск                   | - | 6 | 7 | Кедровый           | 6 | 6 | 7 | Раздолинск       | - | 6 | 6 |
| Балахта                  | 6 | 7 | 8 | Кодинск            | - | 6 | 7 | Рассвет          | - | - | 6 |
| Березовка                | 6 | 6 | 7 | Козулька           | 6 | 6 | 7 | Саянский         | 6 | 7 | 8 |
| Боготол                  | 6 | 6 | 7 | Копьево            | 6 | 7 | 8 | Солнечный        | 6 | 6 | 7 |
| Богучаны                 | - | 6 | 7 | Кошурниково        | 6 | 7 | 8 | Сосновоборск     | 6 | 6 | 7 |
| Большая-Ирба             | 7 | 7 | 8 | Краснокаменск      | 6 | 7 | 8 | Стрелка          | - | - | 6 |
| Большая-Мурта            | - | - | 6 | Краснотуранск      | 7 | 7 | 8 | Сухобузимское    | - | 6 | 7 |
| Бородино                 | 6 | 7 | 8 | Красноярск         | 6 | 6 | 8 | Тажный           | 6 | 6 | 7 |

|                      |   |   |   |                  |   |   |   |                   |   |   |   |
|----------------------|---|---|---|------------------|---|---|---|-------------------|---|---|---|
| Горячегорск          | 6 | 6 | 7 | Курагино         | 7 | 7 | 8 | Тасеево           | - | - | 6 |
| Дзержинское          | - | - | 6 | Мазульский       | 6 | 6 | 7 | Тинской           | 6 | 6 | 7 |
| Дивногорск           | 6 | 6 | 7 | Майна            | 7 | 8 | 9 | Тюхтет            | - | - | 7 |
| Дубинино             | 6 | 6 | 7 | Минусинск        | 7 | 7 | 8 | Ужур              | 6 | 6 | 8 |
| Емельяново           | 6 | 6 | 7 | Мотыгино         | 6 | 7 | - | Урал              | 6 | 6 | 8 |
| Ермаковское          | 7 | 8 | 8 | Назарово         | 6 | 6 | 7 | Уяр               | 6 | 7 | 8 |
| Железногорск         | 6 | 6 | 7 | Нижний Ингаш     | 6 | 6 | 7 | Филимоново        | 6 | 6 | 8 |
| Заозерный            | 6 | 6 | 8 | Нижняя Пойма     | 6 | 6 | 7 | Челюскин          | - | - | 6 |
| Зелегорск            | 6 | 6 | 7 | Новоселово       | 6 | 7 | 8 | Чибижек           | 6 | 7 | 8 |
| Зеленый Бор          | 7 | 7 | 8 | Новочернореченск | 6 | 6 | 7 | Шарыпово          | 6 | 6 | 7 |
| Идринское            | 7 | 7 | 8 | Нордвик          | 6 | 6 | 7 | Шушенское         | 7 | 7 | 8 |
| Иланский             | 6 | 6 | 8 | Овсянка          | 6 | 6 | 8 |                   |   |   |   |
| <b>Пермский край</b> |   |   |   |                  |   |   |   |                   |   |   |   |
| Александровск        | - | 6 | 7 | Луньевка         | - | 6 | 7 | Сев.-Коспашский   | - | 6 | 7 |
| Барда                | - | - | 6 | Лысьва           | - | - | 6 | Северный-Коммунар | - | - | 6 |
| Березники            | - | - | 6 | Лямино           | 6 | 6 | 7 | Скальный          | 6 | 6 | 7 |
| Березовка            | - | - | 6 | Майкор           | - | - | 6 | Соликамск         | - | - | 6 |
| Верещагино           | - | - | 6 | Майский          | - | - | 6 | Старый-Бисер      | 6 | 6 | 7 |
| Верхнечус.-Городки   | - | 6 | 7 | Медведка         | 6 | 6 | 7 | Суксун            | - | 6 | 7 |
| Всеволодо-Вильва     | - | 6 | 7 | Нагорнский       | - | 6 | 7 | Сылва             | - | 6 | 7 |
| Горнозаводск         | 6 | 6 | 7 | Нововильвенский  | 6 | 6 | 7 | Теплая-Гора       | 6 | 6 | 7 |
| Гремячинск           | 6 | 6 | 7 | Новоильинский    | - | - | 6 | Углеуральский     | - | 6 | 7 |
| Губаха               | - | 6 | 7 | Новые-Ляды       | - | 6 | 7 | Уральский         | - | - | 6 |
| Дивья                | - | 6 | 7 | Ныроб            | - | - | 6 | Усолье            | - | - | 6 |
| Добрянка             | - | - | 7 | Нытва            | - | - | 6 | Усьва             | - | 6 | 7 |
| Елово                | - | - | 6 | Оверята          | - | - | 7 | Центр.-Коспашский | - | 6 | 7 |
| Звездный             | - | - | 7 | Октябрьский      | - | - | 6 | Чайковский        | - | - | 6 |
| Зюкайка              | - | - | 6 | Орел             | - | - | 6 | Чердынъ           | - | - | 6 |
| Ильинский            | - | - | 6 | Оса              | - | - | 6 | Чермоз            | - | - | 6 |
| Калино               | 6 | 6 | 7 | Оханск           | - | - | 6 | Чернушка          | - | - | 6 |
| Карагай              | - | - | 6 | Очер             | - | - | 6 | Чусовой           | 6 | 6 | 7 |
| Керчевский           | - | - | 6 | Павловский       | - | - | 6 | Шахта             | - | 6 | 7 |
| Кизел                | - | 6 | 7 | Пашия            | 6 | 6 | 7 | Широковский       | - | 6 | 7 |



|                            |       |                |       |                  |       |
|----------------------------|-------|----------------|-------|------------------|-------|
| Комарихинский              | - 6 7 | Пермь          | - - 7 | Шумихинский      | - 6 7 |
| Кордон                     | 6 6 7 | Пожва          | - - 6 | Юбилейный        | - 6 7 |
| Красновишерск              | - - 6 | Полазна        | - - 7 | Юго-Камский      | - - 6 |
| Краснокамск                | - - 6 | Промысла       | 6 6 7 | Южный-Коспашский | - 6 7 |
| Кукуштан                   | - - 7 | Рудничный      | - 6 7 | Юсьва            | - - 6 |
| Кунгур                     | - 6 7 | Сараны         | 6 6 7 | Яйва             | - - 7 |
| Кын                        | 6 6 7 | Сарс           | - - 6 |                  |       |
| <b>Приморский край</b>     |       |                |       |                  |       |
| Анучино                    | 6 6 7 | Лесозаводск    | 6 6 7 | Русский          | 6 6 7 |
| Арсеньев                   | 6 6 7 | Ливадия        | 6 6 7 | Светлая          | 7 7 8 |
| Артемовский                | 6 6 7 | Липовцы        | 6 6 7 | Сибирцево        | 6 6 7 |
| Большой Камень             | 6 6 7 | Лучегорск      | 6 7 8 | Славянка         | 6 6 7 |
| Владивосток                | 6 6 7 | Михайловка     | 6 6 7 | Смоляниново      | 6 6 7 |
| Восток                     | 7 7 8 | Находка        | 6 7 8 | Спасск-Дальний   | 6 6 7 |
| Врангель                   | 6 7 8 | Новошахтинский | 6 6 7 | Тавричанка       | 6 6 7 |
| Высокогорск                | 7 7 8 | Новый          | 6 6 7 | Терней           | 7 7 8 |
| Горнореченский             | 7 7 8 | Ольга          | 7 7 8 | Тигровой         | 6 7 8 |
| Горные Ключи               | 6 6 7 | Партизанск     | 6 7 8 | Трудовое         | 6 6 7 |
| Горный                     | 6 6 7 | Пластун        | 7 7 8 | Углекаменск      | 6 7 8 |
| Дальнегорск                | 7 7 8 | Пограничный    | 6 6 7 | Угловое          | 6 6 7 |
| Дальнереченск              | 6 7 8 | Покровка       | 6 6 7 | Уссурийск        | 6 6 7 |
| Дунай                      | 6 6 7 | Попова         | 6 6 7 | Фокино           | 6 6 7 |
| Заводской                  | 6 6 7 | Посьет         | 6 6 7 | Хасан            | 6 6 7 |
| Зарубино                   | 6 6 7 | Преображение   | 7 8 8 | Хороль           | 6 6 7 |
| Кавалерово                 | 7 7 8 | Приморский     | 6 6 7 | Хрустальный      | 7 7 8 |
| Каменка                    | 7 7 8 | Путятин        | 6 6 7 | Черниговка       | 6 6 7 |
| Кировский                  | 6 6 7 | Раздольное     | 6 6 7 | Шкотово          | 6 6 7 |
| Краскино                   | 6 6 7 | Реттиховка     | 6 6 7 | Ярославский      | 6 6 7 |
| Краснореченский            | 7 7 8 | Рудный         | 7 7 8 |                  |       |
| <b>Ставропольский край</b> |       |                |       |                  |       |
| Александрйская             | 8 8 9 | Ипатово        | 6 6 7 | Новотроицкая     | 6 7 7 |
| Александровское            | 7 7 8 | Казьминское    | 7 8 8 | Обильное         | 7 8 8 |
| Анджиевский                | 8 8 9 | Кисловодск     | 8 8 9 | Пелагиада        | 7 7 8 |

|                         |       |                   |       |                  |       |
|-------------------------|-------|-------------------|-------|------------------|-------|
| Арзгир                  | 6 6 7 | Константиновское  | 6 6 7 | Покойное         | 6 7 7 |
| Архангельское           | 7 7 8 | Кочубеевское      | 7 8 8 | Прасковья        | 6 7 7 |
| Ачикулак                | 6 7 8 | Красногвардейское | 6 6 7 | Пятигорск        | 8 8 9 |
| Барсуковская            | 7 8 8 | Краснокумское     | 8 8 9 | Расшеватская     | 6 6 7 |
| Безопасное              | 6 6 7 | Кугульта          | 6 6 7 | Рыздвяный        | 6 7 8 |
| Буденновск              | 6 7 7 | Курсавка          | 8 8 9 | Светлоград       | 6 6 7 |
| Величаевское            | 6 6 7 | Курская           | 7 8 8 | Свободы          | 8 8 9 |
| Винсады                 | 8 8 9 | Ладовская Балка   | 6 6 7 | Советская        | 8 8 8 |
| Георгиевск              | 8 8 9 | Левокумка         | 8 8 9 | Солнечнодольск   | 6 7 7 |
| Георгиевская            | 8 8 9 | Левокумское       | 6 7 7 | Ставрополь       | 7 7 8 |
| Горячеводский           | 8 8 9 | Лермонтов         | 8 8 9 | Старомарьевка    | 7 7 8 |
| Гофицкое                | 6 7 7 | Летняя Ставка     | 6 6 7 | Степное          | 7 7 8 |
| Грачевка                | 7 7 7 | Лысогорская       | 8 8 9 | Суворовская      | 8 8 9 |
| Дивное                  | - 6 6 | Минеральные Воды  | 8 8 9 | Татарка          | 7 7 8 |
| Донское                 | 6 6 7 | Московское        | 6 7 8 | Труновское       | 6 6 7 |
| Ессентуки               | 8 8 9 | Надежда           | 7 7 8 | Чернолесское     | 7 7 8 |
| Железноводск            | 8 8 9 | Незлюбная         | 8 8 9 | Шпаковское       | 7 7 8 |
| Затеречный              | 6 6 7 | Нефтекумск        | 6 7 7 | Эдиссея          | 7 8 8 |
| Зеленокумск             | 7 7 8 | Новоалександровск | 6 7 7 | Юца              | 8 8 9 |
| Изобильный              | 6 7 7 | Новопавловск      | 8 8 9 |                  |       |
| Иноземцево              | 8 8 9 | Новоселицкое      | 7 7 8 |                  |       |
| <b>Хабаровский край</b> |       |                   |       |                  |       |
| Аим                     | 6 6 7 | Вяземский         | 6 6 8 | Иннокентьевка    | 7 8 8 |
| Алгазея                 | 7 8 9 | Гайтер            | 6 7 8 | Казакевичево     | 6 6 7 |
| Амурск                  | 6 7 8 | Галичный          | 6 7 8 | Калиновка        | 7 8 9 |
| Анастасьевка            | 6 6 7 | Гаровка           | 6 6 7 | Кальма           | 7 8 8 |
| Арка                    | 7 7 8 | Гатка             | 7 8 9 | Капитоновка      | 6 6 8 |
| Арсеньев                | 6 7 8 | Гвасюги           | 7 7 8 | Кедрово          | 6 6 8 |
| Аян                     | 7 7 8 | Георгиевка        | 6 6 7 | Кенада           | 7 8 8 |
| Бельго                  | 6 7 8 | Глебово           | 6 6 8 | Кенай            | 7 8 8 |
| Березовый               | 7 8 8 | Горин             | 7 7 8 | Киселевка        | 7 8 9 |
| Бикин                   | 6 7 8 | Горный            | 7 7 8 | Князе-Волконское | 6 6 7 |
| Благодатное             | 6 6 7 | Гурское           | 7 7 8 | Кольчем          | 7 8 8 |

|                  |   |   |   |                   |   |   |   |                      |   |   |   |
|------------------|---|---|---|-------------------|---|---|---|----------------------|---|---|---|
| Богородское      | 7 | 8 | 8 | Дада              | 6 | 7 | 7 | Комсомольск-на-Амуре | 6 | 7 | 8 |
| Бойцово          | 6 | 7 | 8 | Даппы             | 6 | 7 | 8 | Константиновка       | 8 | 8 | 8 |
| Боктор           | 6 | 7 | 8 | Датта             | 8 | 8 | 9 | Корсаково-1          | 6 | 6 | 7 |
| Болонь           | 6 | 7 | 8 | Де-Кастри         | 8 | 8 | 9 | Корфовский           | 6 | 6 | 7 |
| Большая Картель  | 6 | 7 | 8 | Джигда            | 7 | 7 | 8 | Котиково             | 6 | 6 | 8 |
| Большие Санники  | 8 | 8 | 9 | Джонка            | 6 | 7 | 7 | Красицкое            | 6 | 6 | 8 |
| Бриакан          | 7 | 7 | 8 | Джуен             | 6 | 7 | 8 | Красное              | 8 | 8 | 9 |
| Булава           | 7 | 8 | 9 | Добролюбово       | 6 | 6 | 8 | Кругликово           | 6 | 6 | 7 |
| Булгин           | 7 | 7 | 8 | Долми             | 6 | 7 | 8 | Кукан                | 7 | 8 | 9 |
| Бычиха           | 6 | 6 | 7 | Дормидонтовка     | 6 | 6 | 8 | Кукелево             | 6 | 6 | 7 |
| Ванино           | 7 | 8 | 9 | Дружба            | 6 | 6 | 7 | Лазарев              | 8 | 9 | 9 |
| Венюково         | 6 | 6 | 8 | Дубовый Мыс       | 6 | 7 | 7 | Лермонтовка          | 6 | 6 | 8 |
| Верхнетамбовское | 6 | 7 | 8 | Дуди              | 7 | 8 | 8 | Лесопильное          | 6 | 7 | 8 |
| Верхний Нерген   | 6 | 7 | 7 | Дуки              | 7 | 8 | 8 | Лидога               | 6 | 7 | 7 |
| Верхняя Манома   | 6 | 7 | 8 | Дурмин            | 6 | 6 | 7 | Литовко              | 6 | 7 | 8 |
| Верхняя Эконь    | 6 | 7 | 8 | Забайкальское     | 6 | 6 | 8 | Лончаково            | 6 | 6 | 8 |
| Видное           | 6 | 6 | 8 | Заветы Ильича     | 7 | 8 | 9 | Лососина             | 8 | 8 | 9 |
| Виноградовка     | 6 | 6 | 8 | Золотой           | 6 | 7 | 8 | Маго                 | 7 | 8 | 8 |
| Владимировка     | 7 | 8 | 8 | Известковый       | 6 | 7 | 8 | Майский              | 7 | 8 | 9 |
| Власьево         | 8 | 8 | 9 | Ильинка           | 6 | 7 | 7 | Малая Сидима         | 6 | 7 | 8 |
| Вознесенское     | 6 | 7 | 8 | Имени П. Осипенко | 7 | 8 | 8 | Мальшево             | 6 | 6 | 7 |
| Высокогорный     | 7 | 8 | 8 | Имени Тельмана    | 6 | 6 | 7 | Мариинское           | 7 | 8 | 9 |
| Марусино         | 6 | 6 | 7 | Охотск            | 7 | 7 | 8 | Тугур                | 7 | 8 | 9 |
| Медвежий         | 6 | 6 | 8 | Переяславка       | 6 | 6 | 7 | Тулучи               | 7 | 8 | 9 |
| Многовершинный   | 7 | 7 | 8 | Петропавловка     | 6 | 6 | 7 | Тумнин               | 7 | 8 | 9 |
| Могилевка        | 6 | 6 | 7 | Пивань            | 6 | 7 | 8 | Тыр                  | 7 | 8 | 8 |
| Молодежный       | 6 | 7 | 8 | Победа            | 7 | 7 | 8 | Тырма                | 8 | 8 | 9 |
| Монгохто         | 7 | 8 | 9 | Покровка          | 6 | 7 | 8 | Удинск               | 7 | 8 | 8 |
| Мухен            | 6 | 7 | 8 | Полетное          | 6 | 6 | 7 | Удское               | 7 | 8 | 9 |
| Найхин           | 6 | 7 | 7 | Приамурский       | 6 | 6 | 7 | Уктур                | 7 | 8 | 8 |
| Наумовка         | 7 | 8 | 9 | Пуир              | 8 | 8 | 9 | Улика-Национальное   | 6 | 7 | 8 |
| Некрасовка       | 6 | 6 | 7 | Ракитное          | 6 | 6 | 7 | Усть-Ургал           | 7 | 8 | 9 |
| Нелькан          | 7 | 7 | 9 | Резиденция        | 7 | 7 | 8 | Уська-Орочская       | 7 | 8 | 9 |

|                     |       |                  |       |               |       |
|---------------------|-------|------------------|-------|---------------|-------|
| Нигирь              | 8 8 9 | Решающий         | 7 8 9 | Ухта          | 7 8 8 |
| Нижнее Пронге       | 8 8 9 | Савинское        | 7 8 8 | Хабаровск     | 6 6 7 |
| Нижнетамбовское     | 7 7 9 | Санболи          | 6 7 8 | Харпичан      | 7 7 8 |
| Нижние Халбы        | 7 7 8 | Святогорье       | 6 6 7 | Херпучи       | 7 8 8 |
| Нижняя Гавань       | 7 8 8 | Селихино         | 6 7 8 | Хор           | 6 6 7 |
| Николаевск-на-Амуре | 8 8 8 | Сергеевка        | 6 6 7 | Хурба         | 6 7 8 |
| Новая Иня           | 7 7 8 | Сикачи-Алян      | 6 6 7 | Хурмули       | 6 7 8 |
| Новое Устье         | 7 7 8 | Синда            | 6 6 7 | Циммермановка | 7 8 9 |
| Новоильиновка       | 7 8 9 | Сита             | 6 6 7 | Чегдомын      | 7 8 9 |
| Новокуровка         | 6 7 8 | Советская Гавань | 8 8 9 | Чекунда       | 7 8 9 |
| Новый Мир           | 6 7 8 | Согда            | 8 8 9 | Челны         | 6 6 7 |
| Новый Ургал         | 7 8 9 | Солнечный        | 7 7 8 | Черная Речка  | 6 6 7 |
| Обор                | 6 6 7 | Солонцы          | 7 8 8 | Черняево      | 6 6 7 |
| Озерпах             | 8 8 9 | Софийск          | 7 8 9 | Чля           | 7 8 8 |
| Октябрьский         | 7 8 8 | Среднехорский    | 7 7 8 | Чумикан       | 7 8 9 |
| Омми                | 6 7 8 | Средний Ургал    | 7 8 9 | Шахтинский    | 7 8 9 |
| Орель-Чля           | 7 7 8 | Сусанино         | 7 8 8 | Шереметьево   | 6 6 8 |
| Оремиф              | 8 8 9 | Тавлинка         | 7 8 8 | Шумный        | 6 6 8 |
| Осиновая Речка      | 6 6 7 | Тахта            | 7 8 8 | Эворон        | 7 8 8 |
| Отрадное            | 6 6 8 | Тором            | 7 8 9 | Эльбан        | 6 7 8 |
|                     |       | Троицкое         | 6 7 7 | Ягодный       | 7 8 9 |

#### ОБЛАСТИ

#### Амурская область

|              |       |                |       |             |       |
|--------------|-------|----------------|-------|-------------|-------|
| Архара       | 7 7 8 | Магдагачи      | 7 7 8 | Сковородино | 7 7 8 |
| Белогорск    | 6 6 7 | Майский        | 6 6 7 | Солнечное   | 6 6 7 |
| Белогорье    | 6 6 7 | Марково        | 6 6 7 | Соловьевск  | 7 8 9 |
| Березовка    | 6 6 7 | Михайловка     | 6 6 7 | Стойба      | 7 7 9 |
| Благовещенск | 6 6 7 | Моховая Пядь   | 6 6 7 | Талакан     | 6 7 8 |
| Богородское  | 6 6 7 | Невер          | 7 8 8 | Талдан      | 7 7 8 |
| Буря         | 6 7 8 | Николаевка     | 6 6 7 | Тамбовка    | 6 6 7 |
| Варваровка   | 6 6 7 | Новобурейский  | 6 7 8 | Тахтамыгда  | 7 8 8 |
| Волково      | 6 6 7 | Новорайчихинск | 6 7 7 | Токур       | 7 7 9 |
| Гибское      | 6 6 7 | Новотроицкое   | 6 6 7 | Толстовка   | 6 6 7 |



|                              |   |   |   |                 |   |   |   |                 |   |   |   |
|------------------------------|---|---|---|-----------------|---|---|---|-----------------|---|---|---|
| Дмитриевка                   | 6 | 6 | 7 | Огоджа          | 7 | 7 | 9 | Тында           | 7 | 8 | 9 |
| Ерофей Павлович              | 7 | 7 | 8 | Петропавловка   | 6 | 6 | 7 | Уруша           | 7 | 7 | 8 |
| Завитинск                    | 6 | 7 | 7 | Поярково        | 6 | 7 | 7 | Усть-Ивановка   | 6 | 6 | 7 |
| Зея                          | 7 | 8 | 9 | Прогресс        | 6 | 7 | 8 | Ушумун          | 6 | 7 | 7 |
| Златоустовск                 | 7 | 7 | 8 | Раздольное      | 6 | 6 | 7 | Февральск       | 6 | 7 | 8 |
| Ивановка                     | 6 | 6 | 7 | Райчихинск      | 6 | 7 | 7 | Черемхово       | 6 | 6 | 7 |
| Игнатьево                    | 6 | 6 | 7 | Садовое         | 6 | 6 | 7 | Чигири          | 6 | 6 | 7 |
| Коболдо                      | 7 | 7 | 9 | Свободный       | 6 | 6 | 7 | Шимановск       | 6 | 7 | 7 |
| Константиновка               | 6 | 7 | 7 | Семиозерка      | 6 | 6 | 7 | Широкий         | 6 | 7 | 7 |
| Лермонтовка                  | 6 | 6 | 7 | Серышево        | 6 | 6 | 7 | Экимчан         | 7 | 7 | 9 |
| Лозовое                      | 6 | 6 | 7 | Сиваки          | 6 | 7 | 7 |                 |   |   |   |
| <b>Архангельская область</b> |   |   |   |                 |   |   |   |                 |   |   |   |
| Авнюгский                    | - | 6 | 7 | Копачево        | - | 6 | 7 | Ровдино         | - | - | 6 |
| Алферовская                  | - | - | 6 | Коряжма         | - | - | 6 | Рочегда         | - | 6 | 7 |
| Андриановская                | 6 | 6 | 7 | Котлас          | - | - | 6 | Рыбогорская     | - | - | 6 |
| Анциферовский Бор            | - | - | 6 | Кузомень        | 6 | 6 | 7 | Савватия        | - | - | 6 |
| Архангельск                  | 6 | 6 | 8 | Куимиха         | - | - | 6 | Савинский       | - | - | 6 |
| Белогорский                  | 6 | 6 | 7 | Куликово        | - | - | 6 | Самодед         | - | 6 | 7 |
| Березник                     | - | 6 | 7 | Кушкопала       | - | 6 | 7 | Сафоново        | - | 6 | 7 |
| Березонаволоок               | - | - | 6 | Лампожня        | 6 | 6 | 7 | Светлый         | - | 6 | 7 |
| Боброво                      | 6 | 6 | 7 | Левоплоская     | - | - | 6 | Северодвинск    | - | 6 | 7 |
| Большая                      | - | - | 7 | Летнеозерский   | - | - | 6 | Семеновская 1-Я | - | 6 | 7 |
| Бурцевская                   | - | 6 | 7 | Летний Наволок  | - | 6 | 7 | Синники         | - | 6 | 6 |
| Бычье                        | - | - | 7 | Летняя Золотица | - | 6 | 7 | Согра           | - | - | 6 |
| Важский                      | - | 6 | 7 | Лешуконское     | 6 | 6 | 7 | Сольвычегодск   | - | - | 6 |
| Веркола                      | - | 6 | 7 | Лойга           | - | - | 6 | Сояна           | - | 6 | 6 |
| Верхняя Золотица             | - | - | 7 | Ломоносово      | 6 | 6 | 7 | Строевское      | - | - | 6 |
| Верхняя Тойма                | - | - | 7 | Лопшеньга       | - | 6 | 7 | Сура            | - | 6 | 7 |
| Вожгора                      | - | - | 6 | Луковецкий      | 6 | 6 | 7 | Талаги          | 6 | 6 | 8 |
| Вознесенье                   | 6 | 6 | 7 | Малошуйка       | - | - | 6 | Тамица          | - | - | 6 |
| Воронцы                      | - | 6 | 7 | Медведка        | - | - | 6 | Топса           | - | 6 | 7 |
| Вычегодский                  | - | - | 6 | Мезень          | 6 | 6 | 7 | Труфанова       | - | 6 | 7 |
| Гридинская                   | - | 6 | 7 | Мирный          | - | - | 6 | Удимский        | - | - | 6 |

|                             |   |   |   |                 |   |   |   |                  |   |   |   |
|-----------------------------|---|---|---|-----------------|---|---|---|------------------|---|---|---|
| Двинской                    | - | - | 7 | Мосеево         | - | - | 6 | Уемский 6        | 6 | 6 | 8 |
| Долгощелье                  | 6 | 6 | 7 | Мудьюга         | - | - | 6 | Уйта             | - | 6 | 7 |
| Дорогорское                 | 6 | 6 | 7 | Нижняя Золотица | - | 6 | 7 | Усть-Ваеньга     | - | 6 | 7 |
| Дубровская                  | - | - | 6 | Никифоровская   | - | - | 6 | Усть-Кожа        | - | - | 6 |
| Емца                        | - | - | 6 | Нименьга        | - | - | 6 | Усть-Паденьга    | - | - | 6 |
| Жердь                       | 6 | 6 | 7 | Новолавела      | - | 6 | 7 | Усть-Пинега      | - | 6 | 7 |
| Заболотье                   | - | 6 | 7 | Новодвинск      | 6 | 6 | 7 | Федотовская      | - | - | 6 |
| Занюхча                     | - | - | 6 | Носовская       | - | - | 6 | Харитоново       | - | - | 6 |
| Заручей                     | 6 | 6 | 7 | Обозерский      | - | - | 6 | Харлово          | - | 6 | 7 |
| Зеленник                    | - | 6 | 7 | Одиночка        | 6 | 6 | 7 | Хачела           | - | - | 6 |
| Ивановское                  | - | - | 6 | Одинцовская     | - | - | 6 | Холмогоры        | - | 6 | 7 |
| Илеза                       | - | - | 6 | Окуловская      | - | - | 6 | Хомяковская      | 6 | 6 | 7 |
| Исаковская                  | - | - | 7 | Олема           | - | 6 | 7 | Хорьково         | 6 | 6 | 7 |
| Кадыевская                  | - | - | 6 | Онега           | - | - | 6 | Ценогора         | - | - | 7 |
| Каменка                     | 6 | 6 | 7 | Осиново         | - | 6 | 7 | Часовенская      | - | 6 | 7 |
| Карпагоры                   | 6 | 6 | 7 | Патракеевка     | 6 | 6 | 8 | Черевково        | - | 6 | 7 |
| Карьеполье                  | - | 6 | 6 | Пертоминск      | - | 6 | 7 | Черемушский      | - | - | 6 |
| Катунино                    | - | 6 | 7 | Петрова         | - | 6 | 7 | Черный Ручей     | - | - | 7 |
| Кеврола                     | 6 | 6 | 7 | Пинега          | - | 6 | 7 | Чикинская        | - | 6 | 7 |
| Кизема                      | - | - | 6 | Плесецк         | - | - | 6 | Шеговары         | - | 6 | 7 |
| Кобелево                    | 6 | 6 | 7 | Подволочье      | - | - | 6 | Шенкурск         | - | - | 6 |
| Кодино                      | - | - | 6 | Порог           | - | - | 6 | Шидрово          | - | 6 | 7 |
| Козьмогородское             | 6 | 6 | 7 | Посад           | - | - | 6 | Шипицыно         | - | - | 7 |
| Койда                       | 6 | 6 | 7 | Приводино       | - | - | 6 | Шипуновская      | - | - | 6 |
| Койнас                      | - | - | 6 | Прилуки         | - | - | 6 | Шотогорка        | 6 | 6 | 7 |
| Комсомольский               | - | - | 6 | Пуксоозеро      | - | - | 6 | Юрома            | 6 | 6 | 7 |
| Конецгорье                  | - | 6 | 7 | Раковская       | - | - | 6 | Яковлевская      | - | 6 | 7 |
| <b>Астраханская область</b> |   |   |   |                 |   |   |   |                  |   |   |   |
| Астрахань                   | - | - | 6 | Икрыное         | - | - | 6 | Лиман            | - | - | 6 |
| Ахтубинск                   | - | 6 | 7 | Ильинка         | - | - | 6 | Нариманов        | - | 6 | 7 |
| Верхний Баскунчак           | - | 6 | 7 | Камызяк         | - | - | 6 | Нижний Баскунчак | - | 6 | 7 |
| Волго-Каспийский            | - | - | 6 | Капустин Яр     | - | 6 | 7 | Оранжереи        | - | - | 6 |
| Володарский                 | - | - | 6 | Кировский       | - | - | 6 | Трудфронт        | - | - | 6 |

|                              |       |                   |       |                |       |
|------------------------------|-------|-------------------|-------|----------------|-------|
| Енотаевка                    | - 6 7 | Красные Баррикады | - - 6 | Харабали       | - 6 7 |
| Знаменск                     | - 6 7 | Красный Яр        | - - 6 | Черный Яр      | - 6 7 |
| <b>Белгородская область</b>  |       |                   |       |                |       |
| Алексеевка                   | - - 6 | Красногвардейское | - - 6 |                |       |
| <b>Брянская область</b>      |       |                   |       |                |       |
| Вышков                       | - - 6 | Злынка            | - - 6 | Чуровичи       | - - 6 |
| <b>Владимирская область</b>  |       |                   |       |                |       |
| Андреево                     | - - 6 | Ковров            | - - 6 | Нововязники    | - - 6 |
| Анопино                      | - - 6 | Костерево         | - - 6 | Октябрьский    | - - 6 |
| Боголюбово                   | - - 6 | Красное Эхо       | - - 6 | Оргтруд        | - - 6 |
| Владимир                     | - - 6 | Красный Богатырь  | - - 6 | Радужный       | - - 6 |
| Вязники                      | - - 6 | Красный Маяк      | - - 6 | Собинка        | - - 6 |
| Галицы                       | - - 6 | Красный Октябрь   | - - 6 | Сгаврово       | - - 6 |
| Гороховец                    | - - 6 | Лакинск           | - - 6 | Степанцево     | - - 6 |
| Гусевский                    | - - 6 | Лукново           | - - 6 | Судогда        | - - 6 |
| Гусь-Хрустальный             | - - 6 | Мелехово          | - - 6 | Суздаль        | - - 6 |
| Иванищи                      | - - 6 | Мстера            | - - 6 | Уршельский     | - - 6 |
| Имени Воровского             | - - 6 | Никологоры        | - - 6 | Юрьеvec        | - - 6 |
| Камешково                    | - - 6 | Новки             | - - 6 |                |       |
| <b>Волгоградская область</b> |       |                   |       |                |       |
| Быково                       | - 6 7 | Котово            | - 6 7 | Октябрьский    | - - 6 |
| Водстрой                     | - 6 7 | Краснооктябрьский | - 6 7 | Палласовка     | - 6 7 |
| Волгоград                    | - 6 7 | Краснослободск    | - 6 7 | Петров Вал     | - 6 7 |
| Волжский                     | - 6 7 | Красный Яр        | - 6 7 | Приморск       | - 6 7 |
| Городище                     | - 6 7 | Кумылженская      | - - 6 | Романовка      | - - 6 |
| Горьковский                  | - 6 7 | Ленинск           | - 6 7 | Рудня          | - - 7 |
| Гумрак                       | - 6 7 | Линево            | - 6 7 | Светлый Яр     | - 6 7 |
| Даниловка                    | - - 6 | Лог               | - 6 7 | Себрово        | - - 6 |
| Дубовка                      | - 6 7 | Медведица         | - 6 7 | Серафимович    | - - 6 |
| Елань                        | - - 6 | Михайловка        | - - 6 | Средняя Ахтуба | - 6 7 |
| Ерзовка                      | - 6 7 | Нижний Чир        | - - 6 | Суровикино     | - - 6 |
| Жирновск                     | - 6 7 | Николаевск        | - 6 7 | Урюпинск       | - - 6 |
| Иловля                       | - 6 7 | Новоаннинский     | - - 6 | Фролово        | - - 6 |

|                            |   |   |   |                  |   |   |   |               |   |   |   |
|----------------------------|---|---|---|------------------|---|---|---|---------------|---|---|---|
| Калач-на-Дону              | - | - | 7 | Новониколаевский | - | - | 6 | Чернышковский | - | - | 6 |
| Камышин                    | - | 6 | 7 | Новый Рогачик    | - | 6 | 7 | Эльтон        | - | 6 | 7 |
| Клетская                   | - | - | 6 | Обливский        | - | - | 6 | Южный         | - | 6 | 7 |
| <b>Вологодская область</b> |   |   |   |                  |   |   |   |               |   |   |   |
| Великий Устюг              | - | - | 6 | Красавино        | - | - | 6 | Кузино        | - | - | 6 |
| <b>Воронежская область</b> |   |   |   |                  |   |   |   |               |   |   |   |
| Анна                       | - | - | 6 | Кантемировка     | - | - | 6 | Поворино      | - | - | 6 |
| Бобров                     | - | - | 6 | Краснолесный     | - | - | 6 | Подгоренский  | - | - | 6 |
| Богучар                    | - | - | 6 | Латная           | - | - | 6 | Придонской    | - | - | 6 |
| Борисоглебск               | - | - | 6 | Лиски            | - | - | 6 | Рамонь        | - | - | 6 |
| Бутурлиновка               | - | - | 6 | Нижний Кисляй    | - | - | 6 | Россошь       | - | - | 6 |
| Волоконовка                | - | - | 6 | Нововоронеж      | - | - | 6 | Семилуки      | - | - | 6 |
| Воробьевка                 | - | - | 6 | Новохоперский    | - | - | 6 | Слобода       | - | - | 6 |
| Воронеж                    | - | - | 6 | Ольховатка       | - | - | 6 | Сомово        | - | - | 6 |
| Грибановский               | - | - | 6 | Острогожск       | - | - | 6 | Стрелица      | - | - | 6 |
| Давыдовка                  | - | - | 6 | Павловск         | - | - | 6 | Таловая       | - | - | 6 |
| Елань-Коленовский          | - | - | 6 | Панино           | - | - | 6 | Хохольский    | - | - | 6 |
| Калач                      | - | - | 6 | Перелешинский    | - | - | 6 | Шилово        | - | - | 6 |
| Каменка                    | - | - | 6 | Петропавловка    | - | - | 6 | Эртиль        | - | - | 6 |
| <b>Ивановская область</b>  |   |   |   |                  |   |   |   |               |   |   |   |
| Верхний Ландех             | - | - | 6 | Лух              | - | - | 6 | Родники       | - | - | 6 |
| Вичуга                     | - | - | 6 | Моста            | - | - | 6 | Савино        | - | - | 6 |
| Долматовский               | - | - | 6 | Мугреевский      | - | - | 6 | Старая Вичуга | - | - | 6 |
| Заволжск                   | - | - | 6 | Нов. Горки       | - | - | 6 | Талицы        | - | - | 6 |
| Заречный                   | - | - | 6 | Новописцово      | - | - | 6 | Холуй         | - | - | 6 |
| Кинешма                    | - | - | 6 | Палех            | - | - | 6 | Шуя           | - | - | 6 |
| Колобово                   | - | - | 6 | Пестяки          | - | - | 6 | Южа           | - | - | 6 |
| Лежнево                    | - | - | 6 | Пучеж            | - | - | 6 | Юрьевец       | - | - | 6 |
| <b>Иркутская область</b>   |   |   |   |                  |   |   |   |               |   |   |   |
| Аларь                      | 7 | 8 | 9 | Калтук           | - | - | 6 | Ручей         | - | - | 6 |
| Александровское            | 7 | 8 | 9 | Каменка          | 7 | 8 | 8 | Саянск        | 7 | 7 | 8 |
| Алексеевск                 | 6 | 7 | 8 | Камышет          | 6 | 7 | 8 | Свирск        | 7 | 8 | 9 |
| Алехино                    | 7 | 8 | 9 | Карлук           | 8 | 8 | 9 | Семигорск     | - | - | 6 |



|                |   |   |    |                  |   |   |    |                  |   |   |    |
|----------------|---|---|----|------------------|---|---|----|------------------|---|---|----|
| Алзамай        | 6 | 7 | 7  | Карымск          | 7 | 7 | 8  | Слюдянка         | 8 | 9 | 10 |
| Аляты          | 7 | 8 | 9  | Качуг            | 7 | 7 | 8  | Смоленщина       | 8 | 9 | 9  |
| Анга           | 7 | 7 | 8  | Квиток           | - | 6 | 7  | Согдиондон       | 7 | 7 | 8  |
| Ангарск        | 8 | 8 | 9  | Кимильтей        | 7 | 7 | 8  | Соляная          | 6 | 7 | 8  |
| Апхульта       | 7 | 7 | 8  | Киренск          | 6 | 6 | 7  | Сосновка         | 7 | 8 | 9  |
| Артемовский    | 6 | 7 | 8  | Китой            | 8 | 8 | 9  | Средний          | 7 | 8 | 9  |
| Атагай         | 6 | 7 | 7  | Ключи            | 7 | 7 | 8  | Средняя Муя      | 6 | 7 | 7  |
| Байкальск      | 9 | 9 | 10 | Ключи-Булак      | - | 6 | 7  | Суворовский      | - | - | 6  |
| Баклаши        | 8 | 9 | 10 | Коршуновский     | - | - | 6  | Суховская        | 8 | 8 | 9  |
| Балаганск      | 7 | 7 | 8  | Костино          | 6 | 6 | 7  | Тайтурка         | 7 | 8 | 9  |
| Балахнинский   | 6 | 7 | 8  | Котик            | 6 | 7 | 8  | Тайшет           | 6 | 6 | 7  |
| Барлук         | 6 | 7 | 7  | Кропоткин        | 6 | 7 | 8  | Тальяны          | 8 | 9 | 10 |
| Баяндай        | 7 | 8 | 9  | Куватка          | - | 6 | 7  | Тангуй           | 6 | 6 | 7  |
| Белореченский  | 7 | 8 | 9  | Куда             | 8 | 8 | 9  | Тараса           | 7 | 8 | 8  |
| Бельск         | 7 | 8 | 9  | Куйтун           | 6 | 7 | 8  | Тарма            | - | - | 6  |
| Бикей          | - | - | 6  | Култук           | 8 | 9 | 10 | Тельма           | 7 | 8 | 9  |
| Бильчир        | 7 | 7 | 8  | Кумарейка        | 6 | 7 | 7  | Тихоновка        | 7 | 7 | 8  |
| Бирюлька       | 7 | 8 | 8  | Кунерма          | 8 | 8 | 9  | Троицк           | 7 | 8 | 8  |
| Бирюсинск      | 6 | 6 | 7  | Кутулик          | 7 | 8 | 8  | Тугутуй          | 8 | 8 | 9  |
| Бодайбо        | 7 | 7 | 8  | Ленино           | 7 | 7 | 8  | Тулун            | 7 | 7 | 8  |
| Большая Елань  | 8 | 8 | 9  | Листвянка        | 9 | 9 | 10 | Тулюшка          | 6 | 7 | 8  |
| Большая Речка  | 8 | 9 | 10 | Лесогорск        | - | 6 | 7  | Тыреть 1-я       | 7 | 7 | 8  |
| Большеокинское | - | - | 6  | Луговский        | 6 | 7 | 8  | Ук               | 6 | 7 | 8  |
| Большой Луг    | 8 | 9 | 10 | Магистральный    | 7 | 7 | 8  | Улькан           | 7 | 7 | 8  |
| Боровской      | - | - | 6  | Макарово         | 6 | 7 | 7  | Урик             | 8 | 8 | 9  |
| Бохан          | 7 | 8 | 8  | Малое Голоустное | 8 | 9 | 10 | Усолъе-Сибирское | 7 | 8 | 9  |
| Братск         | - | - | 6  | Мальта           | 7 | 8 | 9  | Усть-Кут         | - | 6 | 6  |
| Будагово       | 7 | 7 | 8  | Мама             | 6 | 7 | 8  | Усть-Ордынский   | 7 | 8 | 9  |
| Буреть         | 7 | 8 | 9  | Мамакан          | 7 | 7 | 8  | Усть-Уда         | 6 | 7 | 8  |
| Венгерка       | 6 | 7 | 8  | Мамоны           | 8 | 8 | 9  | Утай             | 7 | 7 | 8  |
| Верхнемарково  | 6 | 6 | 7  | Манзурка         | 7 | 8 | 9  | Утулик           | 9 | 9 | 10 |
| Веселый        | - | 6 | 7  | Марково          | 8 | 8 | 9  | Уховский         | 6 | 7 | 8  |
| Видим          | - | - | 6  | Мегет            | 8 | 8 | 9  | Уян              | 6 | 7 | 8  |

|                                |        |                    |        |                   |        |
|--------------------------------|--------|--------------------|--------|-------------------|--------|
| Витимский                      | 6 7 8  | Михайловка         | 7 8 9  | Ханжиново         | 7 7 8  |
| Вихоревка                      | - - 6  | Мишелевка          | 7 8 9  | Харанжино         | - 6 7  |
| Владимир                       | 7 7 8  | Нижнеудинск        | 7 7 8  | Харбатово         | 7 8 8  |
| Выдрино                        | 9 9 10 | Николаевка         | 6 6 7  | Харик             | 7 7 8  |
| Гадалей                        | 7 7 8  | Новая Уда          | 6 7 8  | Хогот             | 7 8 9  |
| Гаханы                         | 7 8 8  | Новобирюсинский    | - - 6  | Хомутово          | 8 8 9  |
| Голуметь                       | 8 8 9  | Новожилкино        | 8 8 9  | Хребтовая         | - - 6  |
| Горно-Чуйский                  | 7 7 8  | Новоленино         | 7 7 8  | Худоеланское      | 7 7 8  |
| Гуран                          | 6 7 7  | Новомальтинск      | 7 8 9  | Хужир             | 9 9 10 |
| Дзержинск                      | 8 9 9  | Новонкутский       | 7 7 8  | Центральный Хазан | 7 7 8  |
| Еланцы                         | 8 9 10 | Оек                | 8 8 9  | Чекановский       | - - 6  |
| Железнодорожный                | 7 8 9  | Озерный            | - - 6  | Черемхово         | 7 8 9  |
| Жигалово                       | 6 7 7  | Октябрьский        | - 6 7  | Чунский           | - - 6  |
| Забитуй                        | 7 8 9  | Олонки             | 7 8 9  | Шаманка           | 8 9 10 |
| Закулей                        | 7 7 8  | Олха               | 8 9 10 | Шелехов           | 8 9 10 |
| Залари                         | 7 7 8  | Ользоны            | 7 8 9  | Шелехово          | 6 7 8  |
| Замзор                         | 6 7 7  | Оса                | 7 7 8  | Шерагул           | 7 7 8  |
| Заречье                        | 6 6 7  | Осиновка           | - - 6  | Шестаково         | - - 6  |
| Звездный                       | 6 6 7  | Первомайское       | 7 7 8  | Шиткино           | - 6 7  |
| Зима                           | 7 7 8  | Пивовариха         | 8 9 9  | Шумилово          | - - 6  |
| Икей                           | 7 7 8  | Покосное           | - 6 7  | Шумский           | 7 7 8  |
| Илир                           | 6 6 7  | Половино-Черемхово | 6 6 7  | Юрта              | 6 6 7  |
| Иркутск                        | 8 9 9  | Порожский          | - - 6  | Якурим            | 6 6 6  |
| Казарки                        | 6 6 6  | Прибрежный         | 6 6 7  | Янталь            | - 6 6  |
| Казачинское                    | 7 7 8  | Приморский         | 7 7 8  |                   |        |
| Казачье                        | 7 7 8  | Раздолье           | 8 9 10 |                   |        |
| <b>Калининградская область</b> |        |                    |        |                   |        |
| Калининград                    | - 6 7  | Светлогорск        | 6 6 7  | Черняховск        | 6 6 7  |
| <b>Кемеровская область</b>     |        |                    |        |                   |        |
| Абагур                         | 7 7 8  | Киселевск          | 7 7 8  | Прокопьевск       | 7 7 8  |
| Анжеро-Судженск                | 6 6 7  | Кожевниково        | 6 6 7  | Рудничный         | 6 6 7  |
| Артышта                        | 6 7 8  | Комсомольск        | 6 6 7  | Салаир            | 6 7 8  |
| Барзас                         | 6 6 7  | Крапивинский       | 6 6 7  | Спасск            | 7 7 8  |

|                            |   |   |   |                   |   |   |   |               |   |   |   |
|----------------------------|---|---|---|-------------------|---|---|---|---------------|---|---|---|
| Бачатский                  | 6 | 7 | 8 | Краснобродский    | 6 | 7 | 8 | Старобачаты   | 6 | 7 | 8 |
| Белово                     | 6 | 7 | 8 | Красногорский     | 6 | 7 | 8 | Тайга         | 6 | 6 | 7 |
| Белогорск                  | 6 | 6 | 8 | Кузедеево         | 7 | 7 | 8 | Тайжина       | 7 | 7 | 8 |
| Березовский                | 6 | 6 | 7 | Ленинск-Кузнецкий | 6 | 7 | 8 | Таштагол      | 7 | 7 | 8 |
| Берикульский               | 6 | 6 | 7 | Листвяги          | 7 | 7 | 8 | Темиртау      | 7 | 7 | 8 |
| Боровой                    | 6 | 6 | 7 | Макаракский       | 6 | 6 | 7 | Тисуль        | 6 | 6 | 7 |
| Верх-Чебула                | 6 | 6 | 7 | Малиновка         | 7 | 7 | 8 | Топки         | 6 | 6 | 7 |
| Грамотеино                 | 6 | 7 | 8 | Мариинск          | 6 | 6 | 7 | Трудармейский | 6 | 7 | 8 |
| Гурьевск                   | 6 | 7 | 8 | Междуреченск      | 7 | 7 | 8 | Тяжинский     | 6 | 6 | 7 |
| Зеленогорский              | 6 | 6 | 7 | Мундыбаш          | 7 | 7 | 8 | Урск          | 6 | 7 | 8 |
| Ижморский                  | 6 | 6 | 7 | Мыски             | 7 | 7 | 8 | Центральный   | 6 | 6 | 7 |
| Инской                     | 6 | 7 | 8 | Никитинский       | 6 | 7 | 8 | Чистогорский  | 7 | 7 | 8 |
| Итатский                   | 6 | 6 | 7 | Новокузнецк       | 7 | 7 | 8 | Чугунаш       | 7 | 7 | 8 |
| Каз                        | 7 | 7 | 8 | Новый Городок     | 6 | 7 | 8 | Шерегеш       | 7 | 7 | 8 |
| Калтан                     | 7 | 7 | 8 | Осинники          | 7 | 7 | 8 | Юрга          | 6 | 6 | 7 |
| Карагайлинский             | 6 | 7 | 8 | Пионер            | 6 | 6 | 7 | Ягуновский    | 6 | 6 | 7 |
| Кедровка                   | 6 | 6 | 7 | Полысаево         | 6 | 7 | 8 | Яшкино        | 6 | 6 | 7 |
| Кемерово                   | 6 | 6 | 7 | Притомский        | 7 | 7 | 8 | Яя            | 6 | 6 | 7 |
| <b>Кировская область</b>   |   |   |   |                   |   |   |   |               |   |   |   |
| Белая Холуница             | - | - | 6 | Красная Поляна    | - | 6 | 7 | Орлов         | - | - | 6 |
| Боровой                    | - | - | 6 | Ленинское         | - | - | 7 | Первомайский  | - | - | 6 |
| Вятские Поляны             | - | 6 | 7 | Лянгасово         | - | - | 6 | Подосиновец   | - | - | 6 |
| Даровской                  | - | - | 6 | Маромица          | - | - | 6 | Радужный      | - | - | 6 |
| Демьяново                  | - | - | 6 | Мирный            | - | - | 6 | Санчурск      | - | - | 6 |
| Заря                       | - | - | 6 | Мураши            | - | - | 6 | Свеча         | - | - | 7 |
| Кикнур                     | - | - | 6 | Мурыгино          | - | - | 7 | Слободской    | - | - | 6 |
| Кильмезь                   | - | - | 6 | Нагорск           | - | - | 6 | Стрижи        | - | - | 6 |
| Киров                      | - | - | 6 | Нижнеивкино       | - | - | 6 | Торфяной      | - | - | 6 |
| Кирово-Чепецк              | - | - | 6 | Опарино           | - | - | 6 | Тужа          | - | - | 6 |
| Котельнич                  | - | - | 6 |                   |   |   |   | Юрья          | - | - | 7 |
| <b>Костромская область</b> |   |   |   |                   |   |   |   |               |   |   |   |
| Ветлужский                 | - | - | 6 | Мантурово         | - | - | 6 | Шарья         | - | - | 6 |
| Зебляки                    | - | - | 6 | Октябрьский       | - | - | 6 | Шекшема       | - | - | 6 |

|                              |   |   |    |             |   |   |    |                |   |   |    |
|------------------------------|---|---|----|-------------|---|---|----|----------------|---|---|----|
| Кадый                        | - | - | 6  | Полдневица  | - | - | 6  | Якшанга        | - | - | 6  |
| Макарьев                     | - | - | 6  | Поназырево  | - | - | 6  |                |   |   |    |
| <b>Курская область</b>       |   |   |    |             |   |   |    |                |   |   |    |
| Горшечное                    | - | - | 6  | Касторное   | - | - | 6  | Олымский       | - | - | 6  |
| <b>Ленинградская область</b> |   |   |    |             |   |   |    |                |   |   |    |
| Вейно                        | - | - | 6  | Курголово   | - | - | 6  | Липово         | - | - | 6  |
| <b>Липецкая область</b>      |   |   |    |             |   |   |    |                |   |   |    |
| Грязи                        | - | - | 6  | Казинка     | - | - | 6  | Матырский      | - | - | 6  |
| Добринка                     | - | - | 6  | Лебедянь    | - | - | 6  | Сырское        | - | - | 6  |
| Елец                         | - | - | 6  | Лев Толстой | - | - | 6  | Усмань         | - | - | 6  |
| Задонск                      | - | - | 6  | Липецк      | - | - | 6  | Чаплыгин       | - | - | 6  |
| <b>Магаданская область</b>   |   |   |    |             |   |   |    |                |   |   |    |
| Адыгалах                     | 8 | 9 | 10 | Карамкен    | 8 | 8 | 9  | Сплавная       | 8 | 8 | 9  |
| Армань                       | 8 | 8 | 9  | Клепка      | 8 | 9 | 10 | Спорное        | 8 | 8 | 9  |
| Атка                         | 8 | 8 | 9  | Колымское   | 8 | 8 | 9  | Стекольный     | 8 | 8 | 9  |
| Балаганное                   | 7 | 8 | 8  | Кулу        | 8 | 8 | 9  | Сусуман        | 8 | 8 | 10 |
| Балыгычан                    | 6 | 6 | 7  | Магадан     | 8 | 8 | 9  | Талая          | 8 | 8 | 9  |
| Беличан                      | 8 | 9 | 10 | Мадаун      | 8 | 8 | 9  | Талон          | 7 | 8 | 8  |
| Большевик                    | 8 | 9 | 10 | Меренга     | 7 | 8 | 9  | Таскан         | 8 | 8 | 9  |
| Буксунда                     | 7 | 7 | 8  | Мой-Уруста  | 8 | 8 | 9  | Тауйск         | 7 | 8 | 8  |
| Буркандья                    | 8 | 9 | 10 | Мякит       | 8 | 8 | 9  | Тахтоямск      | 8 | 8 | 10 |
| Бурхала                      | 8 | 8 | 9  | Мяунджа     | 8 | 9 | 10 | Тополовка      | 7 | 8 | 9  |
| Верх. Парень                 | 6 | 7 | 8  | Нексикан    | 8 | 8 | 10 | Уптар          | 8 | 8 | 9  |
| Верхний Ат-Урях              | 8 | 8 | 9  | Нелькоба    | 8 | 8 | 9  | Усть-Омчуг     | 8 | 8 | 9  |
| Верхний Балыгычан            | 7 | 8 | 9  | Озерное     | 9 | 9 | 10 | Усть-Среднекан | 7 | 8 | 9  |
| Верхний Сеймчан              | 7 | 8 | 9  | Ола         | 8 | 9 | 10 | Усть-Хакчан    | 9 | 9 | 10 |
| Гадля                        | 8 | 9 | 10 | Омсукчан    | 7 | 7 | 9  | Холодный       | 8 | 9 | 10 |
| Галимый                      | 7 | 7 | 9  | Омчак       | 8 | 8 | 9  | Чайбуха        | 7 | 8 | 9  |
| Гарманда                     | 7 | 7 | 8  | Оротук      | 8 | 8 | 9  | Широкий        | 8 | 9 | 10 |
| Гвардеец                     | 8 | 8 | 9  | Оротукан    | 8 | 8 | 9  | Штурмовой      | 8 | 8 | 9  |
| Гижига                       | 7 | 7 | 8  | Палатка     | 8 | 8 | 9  | Эвенск         | 7 | 7 | 8  |
| Глухариный                   | 6 | 6 | 7  | Сеймчан     | 7 | 8 | 9  | Эльген         | 7 | 8 | 9  |
| Дебин                        | 8 | 8 | 9  | Синегорье   | 8 | 8 | 9  | Ягодное        | 8 | 8 | 9  |



|                              |        |               |       |                   |       |
|------------------------------|--------|---------------|-------|-------------------|-------|
| Дукат                        | 7 7 9  | Сокол         | 8 8 9 |                   |       |
| Кадыкчан                     | 8 9 10 | Солнечный     | 8 8 9 |                   |       |
| <b>Московская область</b>    |        |               |       |                   |       |
| Бакшеево                     | - - 6  | Мишеронский   | - - 6 | Туголесский бор   | - - 6 |
| Керва                        | - - 6  | Рошаль        | - - 6 | Черусти           | - - 6 |
| <b>Мурманская область</b>    |        |               |       |                   |       |
| Апатиты                      | - 6 7  | Кола          | - 6 7 | Приречный         | 6 6 7 |
| Африканда                    | 6 6 7  | Молочный      | 6 6 7 | Ревда             | - 6 7 |
| Верхнетуломский              | - 6 7  | Мончегорск    | - 6 7 | Росляково         | - 6 7 |
| Заозерск                     | 6 6 7  | Мурманск      | - 6 7 | Сафоново          | - 6 7 |
| Заполярный                   | 6 6 7  | Мурмаши       | - 6 7 | Североморск       | - 6 7 |
| Зашеек                       | 6 6 7  | Никель        | 6 6 7 | Скалистый         | 6 6 7 |
| Зеленоборский                | 6 6 7  | Оленегорск    | - 6 7 | Снежногорск       | 6 6 7 |
| Кандалакша                   | 6 6 7  | Островной     | 6 6 7 | Териберка         | 6 6 7 |
| Кильдинстрой                 | - 6 7  | Печенга       | 6 6 7 | Туманный          | 6 6 7 |
| Кировск                      | - 6 7  | Полярные Зори | 6 6 7 | Умба              | 6 6 7 |
| Ковдор                       | 6 6 7  | Полярный      | 6 6 7 | Шонгуй            | - 6 7 |
| <b>Нижегородская область</b> |        |               |       |                   |       |
| Арья                         | - - 7  | Ветлужский    | - 6 7 | Имени Калинина    | - - 6 |
| Бабино                       | - - 6  | Володарск     | - - 6 | Катунки           | - - 6 |
| Балахна                      | - 6 6  | Воротынец     | - 6 7 | Керженец          | - 6 7 |
| Богородск                    | - - 6  | Воскресенское | - 6 7 | Княгинино         | - - 6 |
| Большое Козино               | - - 6  | Гавриловка    | - - 6 | Ковернино         | - - 7 |
| Большое Мурашкино            | - - 6  | Гидроторф     | - - 6 | Красная Горка     | - - 6 |
| Большое Пикино               | - 6 7  | Горбатовка    | - - 6 | Красные Баки      | - 6 7 |
| Бор                          | - 6 7  | Городец       | - 6 6 | Кстово            | - - 6 |
| Варнавино                    | - 6 7  | Желнино       | - - 6 | Ленинская Слобода | - 6 6 |
| Васильсурск                  | 6 6 7  | Заволжье      | - - 6 | Линда             | - 6 7 |
| Вахтан                       | - - 7  | Зеленый Город | 7 8 8 | Лукино            | - - 6 |
| Ветлуга                      | - - 7  | Ильиногорск   | - - 6 | Лысково           | - 6 7 |
| Макарьево                    | - 6 7  | Решетиха      | - - 6 | Урень             | - - 7 |
| Малое Козино                 | - - 6  | Семенов       | - 6 7 | Фролищи           | - - 6 |
| Неклюдово                    | - 6 7  | Ситники       | - 6 7 | Центральный       | - - 6 |

|                              |   |   |   |               |   |   |   |            |   |   |   |
|------------------------------|---|---|---|---------------|---|---|---|------------|---|---|---|
| Нижний Новгород              | - | - | 6 | Смолино       | - | - | 6 | Чистое     | - | - | 6 |
| Октябрьский                  | - | 6 | 7 | Сокольское    | - | - | 6 | Чкаловск   | - | - | 6 |
| Первомайский                 | - | - | 6 | Сухобезводное | - | 6 | 7 | Шайгино    | - | - | 6 |
| Пижма                        | - | - | 6 | Сява          | - |   | 7 | Шаранга    | - | - | 6 |
| Пильна                       | - | - | 6 | Тонкино       | - |   | 6 | Шахунья    | - | - | 6 |
| Пыра                         | - | - | 6 | Тоншаево      | - | - | 6 | Юганец     | - | - | 6 |
| <b>Новосибирская область</b> |   |   |   |               |   |   |   |            |   |   |   |
| Бердск                       | 6 | 7 | 8 | Коченево      | 6 | 6 | 7 | Ордынское  | 6 | 7 | 8 |
| Болотное                     | 6 | 6 | 7 | Краснозерское | - | 6 | 7 | Пашино     | 6 | 6 | 7 |
| Горный                       | 6 | 6 | 7 | Краснообск    | 6 | 6 | 7 | Посевная   | 6 | 7 | 8 |
| Довольное                    | - | - | 6 | Криводановка  | 6 | 6 | 7 | Прокудское | 6 | 6 | 7 |
| Дорогино                     | 6 | 7 | 8 | Линево        | 6 | 7 | 8 | Сузун      | 6 | 7 | 8 |
| Искитим                      | 6 | 7 | 8 | Листвянский   | 6 | 7 | 8 | Тальменка  | 6 | 7 | 8 |
| Карасук                      | - | - | 6 | Маслянино     | 6 | 7 | 8 | Тогучин    | 6 | 6 | 7 |
| Каргат                       | - | - | 6 | Мошково       | 6 | 6 | 7 | Черепаново | 6 | 7 | 8 |
| Колывань                     | 6 | 6 | 7 | Новосибирск   | 6 | 6 | 7 | Чик        | 6 | 6 | 7 |
| Кольцово                     | 6 | 6 | 8 | Обь           | 6 | 6 | 7 | Чулым      | - | 6 | 7 |
| <b>Омская область</b>        |   |   |   |               |   |   |   |            |   |   |   |
| Большая Бича                 | - | - | 6 | Колосовка     | - | - | 7 | Тевриз     | - | - | 6 |
| Большеречье                  | - | - | 6 | Крутинка      | - | - | 6 | Тюкалинск  | - | - | 6 |
| Большие Уки                  | - | - | 7 | Моторово      | - | - | 7 | Усть-Ишим  | - | - | 6 |
| Евгачино                     | - | - | 6 | Муромцево     | - | - | 6 | Усть-Тара  | - | - | 6 |
| Ермиловка                    | - | - | 6 | Седельниково  | - | - | 6 |            |   |   |   |
| Знаменское                   | - | - | 6 | Тара          | - | - | 6 |            |   |   |   |
| <b>Оренбургская область</b>  |   |   |   |               |   |   |   |            |   |   |   |
| Акбулак                      | - | - | 6 | Кувандык      | - | - | 6 | Ракитянка  | - | - | 6 |
| Аккермановка                 | - | - | 6 | Медногорск    | - | - | 6 | Саракташ   | - | - | 6 |
| Бугуруслан                   | - | - | 6 | Новорудный    | - | - | 6 | Соль-Илецк | - | - | 6 |
| Бузулук                      | - | - | 6 | Новосергиевка | - | - | 6 | Сорочинск  | - | - | 6 |
| Гай                          | - | - | 6 | Новотроицк    | - | - | 6 | Ташла      | - | - | 6 |
| Грачевка                     | - | - | 6 | Октябрьское   | - | - | 6 | Тоцкое     | - | - | 6 |
| Дубенский                    | - | - | 6 | Оренбург      | - | - | 6 | Тюльган    | - | - | 6 |
| Илек                         | - | - | 6 | Орск          | - | - | 6 | Халилово   | - | - | 6 |

|                           |   |   |   |                    |   |   |   |                |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|--------------------|---|---|---|----------------|---|---|---|
| Ириклинский               | - | - | 6 | Первомайский       | - | - | 6 | Шарлык         | - | - | 6 |
| Каргала                   | - | - | 6 | Переволоцкий       | - | - | 6 | Энергетик      | - | - | 6 |
| Колтубановский            | - | - | 6 | Пономаревка        | - | - | 6 |                |   |   |   |
| <b>Пензенская область</b> |   |   |   |                    |   |   |   |                |   |   |   |
| Верхозим                  | - | - | 6 | Кузнецк            | - | - | 6 | Сосновоборск   | - | - | 6 |
| Евлашево                  | - | - | 6 | Радищево           | - | - | 6 |                |   |   |   |
| <b>Ростовская область</b> |   |   |   |                    |   |   |   |                |   |   |   |
| Азов                      | 6 | 6 | 7 | Заветное           | - | - | 6 | Новошахтинск   | - | - | 6 |
| Аксай                     | 6 | 6 | 7 | Заводской          | - | - | 6 | Орловский      | - | - | 6 |
| Алмазный                  | - | - | 6 | Зверево            | - | - | 6 | Песчанокопское | 6 | 6 | 6 |
| Аютинский                 | - | - | 6 | Зерноград          | - | 6 | 6 | Покровское     | - | 6 | 6 |
| Багаевская                | - | - | 7 | Кагальницкая       | - | 6 | 6 | Пролетарск     | - | - | 6 |
| Батайск                   | 6 | 6 | 7 | Казанская          | - | - | 6 | Ремонтное      | - | - | 6 |
| Белая Калитва             | - | - | 6 | Каменоломни        | - | - | 6 | Ростов-на-Дону | 6 | 6 | 7 |
| Боковская                 | - | - | 6 | Каменск-Шахтинский | - | - | 6 | Сальск         | - | - | 6 |
| Больш. Мартыновка         | - | - | 6 | Кашары             | - | - | 6 | Самбек         | - | 6 | 6 |
| Вешенская                 | - | - | 6 | Коксовый           | - | - | 6 | Семикаракорск  | - | - | 6 |
| Гигант                    | - | - | 6 | Константиновск     | - | - | 6 | Синегорский    | - | - | 6 |
| Глубокий                  | - | - | 6 | Красный            | - | - | 6 | Таганрог       | 6 | 6 | 7 |
| Горный                    | - | - | 6 | Красный Сулин      | - | - | 6 | Таловый        | - | - | 6 |
| Гуково                    | - | - | 6 | Куйбышево          | - | - | 6 | Углеродовский  | - | - | 6 |
| Гундоровский              | - | - | 6 | Кулешовка          | 6 | 6 | 7 | Усть-Донецкий  | - | - | 6 |
| Донецк                    | - | - | 6 | Лиховской          | - | - | 6 | Целина         | - | 6 | 6 |
| Донской                   | 6 | 6 | 7 | Майский            | - | - | 6 | Чалтырь        | 6 | 6 | 7 |
| Егорлыкская               | - | 6 | 6 | Новочеркасск       | - | - | 7 | Шахты          | - | - | 6 |
| <b>Рязанская область</b>  |   |   |   |                    |   |   |   |                |   |   |   |
| Александро-Невский        | - | - | 6 |                    |   |   |   |                |   |   |   |
| <b>Самарская область</b>  |   |   |   |                    |   |   |   |                |   |   |   |
| Алексеевка                | - | - | 6 | Красный Яр         | - | - | 6 | Прибрежный     | - | - | 7 |
| Балашейка                 | - | 6 | 7 | Междуреченск       | - | 6 | 7 | Рождествено    | - | - | 6 |
| Безенчук                  | - | - | 6 | Мирный             | - | - | 6 | Самара         | - | - | 6 |
| Богатое                   | - | - | 6 | Нефтегорск         | - | - | 6 | Сергиевск      | - | - | 6 |
| Богатырь                  | - | - | 6 | Новокашпирский     | - | 6 | 7 | Смышляевка     | - | - | 6 |

|                            |   |   |    |                 |    |    |    |                    |   |    |    |
|----------------------------|---|---|----|-----------------|----|----|----|--------------------|---|----|----|
| Борское                    | - | - | 6  | Новокуйбышевск  | -  | -  | 6  | Суходол            | - | -  | 6  |
| Волжский                   | - | - | 6  | Новосемейкино   | -  | -  | 6  | Сызрань            | - | 6  | 7  |
| Жигулевск                  | - | - | 7  | Октябрьск       | -  | 6  | 7  | Тимашево           | - | -  | 6  |
| Зольное                    | - | - | 7  | Осинки          | -  | -  | 6  | Тольятти           | - | 6  | 7  |
| Зубчаниновка               | - | - | 7  | Отрадный        | -  | -  | 6  | Усть-Кинельский    | - | -  | 7  |
| Кинель                     | - | - | 6  | Первомайский    | -  | -  | 6  | Чапаевск           | - | -  | 7  |
| Клявлино                   | - | - | 6  | Петра-Дубрава   | -  | -  | 6  | Челно-Вершины      | - | 6  | 7  |
| Кошки                      | - | 6 | 7  | Поволжский      | -  | -  | 7  | Шентала            | - | -  | 7  |
| Красноармейское            | - | - | 6  | Похвистнево     | -  | -  | 6  | Яблоневый Овраг    | - | -  | 6  |
| <b>Саратовская область</b> |   |   |    |                 |    |    |    |                    |   |    |    |
| Александров Гай            | - | - | 6  | Вольск          | -  | 6  | 7  | Красноармейск      | - | 6  | 7  |
| Алексеевка                 | - | - | 7  | Дергачи         | -  | -  | 6  | Красн. Текстильщик | - | 6  | 7  |
| Аткарск                    | - | - | 6  | Духовницкое     | -  | -  | 7  | Маркс              | - | 6  | 7  |
| Базарный Карабулак         | - | 6 | 7  | Жасминный       | -  | 6  | 7  | Мокроус            | - | -  | 6  |
| Балаково                   | - |   | 6  | Калининск       | -  | -  | 6  | Новые Бурасы       | - | 6  | 7  |
| Балтай                     | - | 6 | 7  | Каменский       | -  | 6  | 7  | Новоузенск         | - | -  | 6  |
| Возрождение                | - | 6 | 7  | Красный Октябрь | -  | 6  | 7  | Озинки             | - | -  | 6  |
| Орлов Гай                  | - | - | 6  | Ровное          | -  | 6  | 7  | Степное            | - | 6  | 7  |
| Павловка                   | - | - | 6  | Саратов         | -  | 6  | 7  | Татищево           | - | 6  | 7  |
| Петровск                   | - | - | 6  | Светлый         | -  | 6  | 7  | Хвалынский         | - | -  | 7  |
| Питерка                    | - | - | 6  | Свободный       | -  | 6  | 7  | Хватовка           | - | 6  | 7  |
| Приволжский                | - | 6 | 7  | Сенной          | -  | 6  | 7  | Черкасское         | - | 6  | 7  |
| Пугачев                    | - | - | 6  | Советское       | -  | -  | 7  | Шиханы             | - | 6  | 7  |
| Пушкино                    | - | - | 6  | Соколовый       | -  | 6  | 7  | Энгельс            | - | 6  | 7  |
| <b>Сахалинская область</b> |   |   |    |                 |    |    |    |                    |   |    |    |
| Александровск-Сахалинский  | 9 | 9 | 10 | Леонидово       | 8  | 9  | 9  | Тихменево          | 8 | 9  | 9  |
| Анива                      | 8 | 9 | 9  | Лесогорское     | 9  | 10 | 10 | Томари             | 8 | 8  | 9  |
| Бошняково                  | 9 | 9 | 10 | Макаров         | 8  | 9  | 9  | Троицкое           | 8 | 9  | 9  |
| Буюклы                     | 8 | 9 | 9  | Малокурильское  | 10 | 10 | 10 | Тунгор             | 9 | 10 | 10 |
| Быков                      | 8 | 9 | 9  | Мгачи           | 9  | 9  | 10 | Тымовское          | 9 | 9  | 10 |
| Вахрушев                   | 8 | 9 | 9  | Невельск        | 9  | 9  | 9  | Углегорск          | 9 | 9  | 10 |
| Взморье                    | 8 | 9 | 9  | Новиково        | 8  | 8  | 9  | Углезаводск        | 8 | 9  | 9  |
| Восток                     | 8 | 9 | 9  | Ноглики         | 9  | 9  | 10 | Ударный            | 9 | 9  | 10 |



|                             |         |                 |         |                   |         |
|-----------------------------|---------|-----------------|---------|-------------------|---------|
| Гастелло                    | 8 9 9   | Озерский        | 8 8 9   | Холмск            | 8 9 9   |
| Горнозаводск                | 9 9 9   | Оха             | 9 10 10 | Хомутово          | 8 8 9   |
| Горный                      | 9 10 10 | Погиби          | 8 9 10  | Чапаево           | 8 8 9   |
| Горячие Ключи               | 9 10 10 | Поронайск       | 8 9 9   | Чехов             | 8 9 9   |
| Долинск                     | 8 8 9   | Правда          | 9 9 9   | Шахтерск          | 9 9 10  |
| Дуэ                         | 9 9 10  | Рейдово         | 9 10 10 | Шебунино          | 9 9 9   |
| Ильинский                   | 8 9 9   | Северо-Курильск | 9 10 10 | Эхаби             | 9 10 10 |
| Катангли                    | 9 9 10  | Синегорск       | 8 9 9   | Южно-Курильск     | 9 10 10 |
| Китовый                     | 9 10 10 | Смирных         | 8 9 9   | Южно-Сахалинск    | 8 8 9   |
| Колендо                     | 9 10 10 | Соболиное       | 8 9 9   | Яблочный          | 8 9 9   |
| Корсаков                    | 8 8 9   | Сокол           | 8 8 9   | Ясноморский       | 9 9 9   |
| Красногорск                 | 8 9 10  | Соловьевка      | 8 8 9   |                   |         |
| Курильск                    | 9 10 10 | Тельновский     | 9 10 10 |                   |         |
| <b>Свердловская область</b> |         |                 |         |                   |         |
| Алапаевск                   | - - 6   | Верхняя Тура    | - 6 7   | Карпушиха         | 6 6 7   |
| Арамилъ                     | - 6 8   | Веселовка       | - 6 7   | Качканар          | - 6 7   |
| Артемовский                 | - - 6   | Висим           | 6 6 7   | Кедровое          | - 6 7   |
| Арти                        | 6 6 7   | Висимо-Уткинск  | 6 6 7   | Кировград         | 6 6 7   |
| Адбестовский                | - - 6   | Волчанок        | - - 7   | Ключевск          | - 6 7   |
| Атиг                        | 6 6 8   | Воронцовка      | - 6 7   | Кольцово          | - 6 8   |
| Ачит                        | 6 6 7   | Восточный       | - - 7   | Косья             | - 6 7   |
| Аять                        | 6 6 8   | Гари            | - - 7   | Красногвардейский | - - 6   |
| Байкалово                   | - - 6   | Горноуральский  | - 6 7   | Краснотурьинск    | - - 7   |
| Баранчинский                | 6 6 7   | Двуреченск      | - 6 7   | Красноуфимск      | - 6 7   |
| Басьяновский                | - - 6   | Дегтярск        | 6 6 8   | Красноуральск     | - 6 7   |
| Белоречка                   | 6 6 7   | Дружинино       | 6 6 8   | Кузино            | 6 6 8   |
| Белоярский                  | - 6 7   | Екатеринбург    | - 6 8   | Кушва             | - 6 7   |
| Березовский                 | - 6 8   | Елкино          | - 6 7   | Кытлым            | - 6 7   |
| Билимбай                    | 6 6 8   | Зайково         | - - 6   | Левиха            | 6 6 7   |
| Бисертъ                     | 6 6 8   | Заречный        | - 6 7   | Лесной            | - 6 7   |
| Бобровский                  | - 6 8   | Зыряновский     | - - 6   | Лобва             | - 6 7   |
| Богданович                  | - - 6   | Зюзельский      | 6 6 8   | Лосиный           | - 6 7   |
| Большой Исток               | - 6 8   | Ивдель          | - - 6   | Малышева          | - - 7   |

|                           |   |   |   |                   |   |   |   |                   |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|-------------------|---|---|---|-------------------|---|---|---|
| Валериановск              | - | 6 | 7 | Изумруд           | - | - | 7 | Марсяты           | - | - | 7 |
| Верх-Нейвинский           | 6 | 6 | 8 | Ирбит             | - | - | 6 | Маслово           | - | - | 7 |
| Верхнее Дуброво           | - | 6 | 7 | Ис                | - | 6 | 7 | Махнево           | - | - | 6 |
| Верхняя Пышма             | - | 6 | 8 | Исеть             | 6 | 6 | 8 | Межевая           | 6 | 6 | 7 |
| Верхние Серги             | 6 | 6 | 8 | Калиново          | 6 | 6 | 8 | Михайловск        | 6 | 6 | 7 |
| Верхний Тагил             | 6 | 6 | 7 | Калья             | - | - | 7 | Монетный          | - | 6 | 7 |
| Верхняя Салда             | - | 6 | 7 | Каменск-Уральский | - | - | 6 | Натальинск        | - | 6 | 7 |
| Верхняя Синячиха          | - | - | 6 | Карпинск          | - | 6 | 7 | Невьянск          | 6 | 6 | 7 |
| Верхняя Сысерть           | - | 6 | 7 | Карпунинский      | - | - | 6 | Нейво-Рудянка     | 6 | 6 | 7 |
| Нейво-Шайтанский          | - | - | 6 | Ревда             | 6 | 6 | 8 | Таватуй           | 6 | 6 | 8 |
| Нижние Серги              | 6 | 6 | 8 | Реж               | - | - | 6 | Третий Северный   | - | - | 7 |
| Нижний Тагил              | 6 | 6 | 7 | Рефтинский        | - | - | 6 | Тугулым           | - | - | 6 |
| Нижняя Салда              | - | - | 6 | Рудничный         | - | 6 | 7 | Туринск           | - | - | 7 |
| Нижняя Тура               | - | 6 | 7 | Сарана            | - | 6 | 6 | Туринская Слобода | - | - | 6 |
| Новая Ляля                | - | 6 | 7 | Сарапулка         | - | 6 | 7 | Уралец            | 6 | 6 | 7 |
| Новоасбест                | - | 6 | 7 | Свободный         | - | 6 | 7 | Уральский         | - | 6 | 7 |
| Новоуральск               | 6 | 6 | 8 | Северка           | 6 | 6 | 8 | Уфимский          | 6 | 6 | 7 |
| Новоуткинский             | 6 | 6 | 8 | Североуральск     | - | - | 7 | Цементный         | 6 | 6 | 7 |
| Озерный                   | - | - | 7 | Синегорский       | 6 | 6 | 7 | Черноисточинск    | 6 | 6 | 7 |
| Пелым                     | - | - | 6 | Сосьва            | - | - | 7 | Шабровский        | - | 6 | 8 |
| Первоуральск              | 6 | 6 | 8 | Среднеуральск     | 6 | 6 | 8 | Шаля              | 6 | 6 | 8 |
| Покровск-Уральский        | - | - | 7 | Старопышминск     | - | 6 | 7 | Шамары            | 6 | 6 | 8 |
| Полуночное                | - | - | 6 | Староуткинский    | 6 | 6 | 8 | Широкая Речка     | 6 | 6 | 8 |
| Привокзальный             | - | 6 | 7 | Сухой Лог         | - | - | 6 |                   |   |   |   |
| <b>Тамбовская область</b> |   |   |   |                   |   |   |   |                   |   |   |   |
| Дмитриевка                | - | - | 6 | Мордова           | - | - | 6 | Ржакса            | - | - | 6 |
| Жердевка                  | - | - | 6 | Мучкапский        | - | - | 6 | Сосновка          | - | - | 6 |
| Знаменка                  | - | - | 6 | Новая Ляда        | - | - | 6 | Тамбов            | - | - | 6 |
| Инжавино                  | - | - | 6 | Новопокровка      | - | - | 6 | Токаревка         | - | - | 6 |
| Котовск                   | - | - | 6 | Первомайский      | - | - | 6 | Уварово           | - | - | 6 |
| Мичуринск                 | - | - | 6 | Рассказово        | - | - | 6 |                   |   |   |   |
| <b>Томская область</b>    |   |   |   |                   |   |   |   |                   |   |   |   |
| Асино                     | 6 | 6 | 7 | Кривошеино        | - | - | 6 | Северск           | 6 | 6 | 7 |

|                            |   |   |   |                  |   |   |   |                |   |   |   |
|----------------------------|---|---|---|------------------|---|---|---|----------------|---|---|---|
| Дзержинский                | 6 | 6 | 7 | Молчаново        | - | - | 6 | Тахтамышево    | 6 | 6 | 7 |
| Зоркальцево                | 6 | 6 | 7 | Нелюбино         | 6 | 6 | 7 | Тимирязевский  | 6 | 6 | 7 |
| Зырянское                  | 6 | 6 | 7 | Первомайское     | 6 | 6 | 7 | Томск          | 6 | 6 | 7 |
| Кафтанчиково               | 6 | 6 | 7 | Поросино         | 6 | 6 | 7 | Черная Речка   | 6 | 6 | 7 |
| Кожевниково                | 6 | 6 | 7 | Рыбалово         | 6 | 6 | 7 | Эушта          | 6 | 6 | 7 |
| <b>Тюменская область</b>   |   |   |   |                  |   |   |   |                |   |   |   |
| Абатское                   | - | - | 7 | Голышманово      | - | - | 6 | Омутинское     | - | - | 6 |
| Аромашево                  | - | - | 7 | Заводоуковск     | - | - | 6 | Сумкино        | - | - | 6 |
| Богандинский               | - | - | 6 | Ишим             | - | - | 6 | Тобольск       | - | - | 6 |
| Боровский                  | - | - | 6 | Красный Гуляй    | - | 6 | 7 | Тюмень         | - | - | 6 |
| Вагаево                    | - | - | 6 | Лебедевка        | - | - | 6 | Юргинское      | - | - | 7 |
| Викулово                   | - | - | 7 | Мелиораторов     | - | - | 6 | Ялуторовск     | - | - | 6 |
| Винзили                    | - | - | 6 | Нижняя Тавда     | - | - | 6 | Ярково         | - | - | 7 |
| <b>Ульяновская область</b> |   |   |   |                  |   |   |   |                |   |   |   |
| Базарный Сызган            | - | - | 6 | Кузоватово       | - | 6 | 7 | Сенгилей       | - | 6 | 7 |
| Барыш                      | - | - | 6 | Майна            | - | - | 6 | Силикатный     | - | 6 | 7 |
| Вешкайма                   | - | - | 6 | Мулловка         | - | 6 | 7 | Старая Кулатка | - | 6 | 7 |
| Димитровград               | - | 6 | 7 | Николаевка       | - | 6 | 7 | Старая Майна   | - | 6 | 7 |
| Жадовка                    | - | - | 6 | Новая Майна      | - | 6 | 7 | Старотимошкино | - | - | 6 |
| Игнатовка                  | - | - | 6 | Новоспасское     | - | 6 | 7 | Тереньга       | - | 6 | 7 |
| Измайлово                  | - | - | 6 | Новоульяновск    | - | 6 | 7 | Ульяновск      | - | - | 7 |
| Имени В.И. Ленина          | - | - | 6 | Новочеремшанск   | - | 6 | 7 | Цемзавод       | - | 6 | 7 |
| Ишеевка                    | - | - | 6 | Октябрьский      | - | 6 | 7 | Чердаклы       | - | 6 | 7 |
| Канадой                    | - | 6 | 7 | Павловка         | - | 6 | 7 | Чуфарово       | - | - | 6 |
| Карсун                     | - | - | 6 | Радищево         | - | 6 | 7 | Языково        | - | - | 6 |
| <b>Челябинская область</b> |   |   |   |                  |   |   |   |                |   |   |   |
| Агаповка                   | - | - | 6 | Долгодеревенское | - | - | 6 | Кыштым         | - | 6 | 7 |
| Аргаяш                     | - | 6 | 7 | Златоуст         | - | 6 | 6 | Ленинск        | - | - | 6 |
| Аша                        | - | - | 6 | Карабаш          | - | 6 | 7 | Магнитка       | - | 6 | 7 |
| Бакал                      | - | - | 6 | Касли            | - | 6 | 7 | Магнитогорск   | - | - | 6 |
| Бердяш                     | - | - | 6 | Катав-Ивановск   | - | - | 6 | Межевой        | - | - | 6 |
| Верхнеуральск              | - | - | 6 | Кизимльское      | - | - | 6 | Межозерный     | - | - | 6 |
| Верхний Уфалей             | 6 | 6 | 7 | Кропачево        | - | - | 6 | Миасс          | - | - | 6 |

|              |   |   |   |            |   |   |   |               |   |   |   |
|--------------|---|---|---|------------|---|---|---|---------------|---|---|---|
| Вишневогорск | - | 6 | 7 | Кунашак    | - | - | 6 | Миньяр        | - | - | 6 |
| Вязовая      | - | - | 6 | Куса       | - | 6 | 6 | Нижний Уфалей | 6 | 6 | 7 |
| Новогорный   | - | 6 | 7 | Сим        | - | - | 6 | Тургояк       | - | 6 | 6 |
| Нязепетровск | 6 | 6 | 7 | Снежинск   | - | 6 | 7 | Усть-Катав    | - | - | 6 |
| Озерск       | - | 6 | 7 | Сулея      | - | - | 6 | Чебаркуль     | - | 6 | 6 |
| Сатка        | - | - | 6 | Трехгорный | - | - | 6 | Юрюзань       | - | - | 6 |

#### АВТОНОМНЫЕ ОБЛАСТИ И ОКРУГА

##### Еврейская автономная область

|             |   |   |    |                |   |   |    |             |   |   |    |
|-------------|---|---|----|----------------|---|---|----|-------------|---|---|----|
| Амурзет     | 8 | 8 | 9  | Имени Тельмана | 6 | 6 | 7  | Облучье     | 8 | 8 | 9  |
| Бира        | 8 | 8 | 10 | Кульдур        | 8 | 8 | 9  | Приамурский | 6 | 6 | 7  |
| Биракан     | 8 | 8 | 10 | Ленинское      | 7 | 7 | 8  | Смидович    | 6 | 7 | 8  |
| Биробиджан  | 7 | 8 | 9  | Лондоко        | 8 | 8 | 10 | Теплоозерск | 8 | 8 | 10 |
| Известковый | 8 | 8 | 9  | Николаевка     | 6 | 7 | 7  | Хинганск    | 8 | 8 | 9  |

##### Чукотский автономный округ

|              |   |   |   |               |   |   |   |               |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---------------|---|---|---|---------------|---|---|---|
| Айон         | - | - | 7 | Канчалан      | 6 | 6 | 7 | Рыркапий      | 6 | 6 | 7 |
| Алискерово   | 6 | 6 | 7 | Кепервеем     | 6 | 6 | 7 | Рыткучи       | 6 | 6 | 7 |
| Альткатваам  | 6 | 7 | 8 | Комсомольский | 6 | 6 | 7 | Сиреники      | 6 | 7 | 7 |
| Амгуэма      | 6 | 7 | 8 | Конергино     | 6 | 6 | 7 | Снежное       | 6 | 6 | 8 |
| Анадырь      | 6 | 6 | 7 | Краснено      | 6 | 6 | 7 | Тавайваам     | 6 | 6 | 7 |
| Апальгино    | - | 6 | 7 | Лаврентия     | 6 | 7 | 8 | Угольные Копи | 6 | 6 | 7 |
| Бараниха     | 6 | 6 | 7 | Ламутское     | 6 | 6 | 8 | Урелики       | 6 | 6 | 7 |
| Беринговский | 6 | 7 | 8 | Ленинградский | 6 | 6 | 7 | Усть-Белая    | 6 | 6 | 8 |
| Билибино     | 6 | 6 | 7 | Лорино        | 6 | 7 | 8 | Уэлькаль      | 6 | 6 | 7 |
| Биллинго     | - | 6 | 7 | Марково       | 6 | 7 | 8 | Хатырка       | 6 | 7 | 8 |
| Быстрый      | 6 | 6 | 7 | Мыс Шмидта    | 6 | 6 | 7 | Чуванское     | 6 | 6 | 7 |
| Ваеги        | 6 | 7 | 8 | Нешкан        | 7 | 7 | 8 | Эгвекино      | 6 | 7 | 7 |
| Ванкарем     | 7 | 8 | 9 | Новое Чаплино | 6 | 6 | 7 | Энмелен       | 6 | 7 | 7 |
| Весенний     | 6 | 6 | 7 | Нунлигран     | 6 | 7 | 7 | Энурмино      | 6 | 7 | 8 |
| Встречный    | 6 | 6 | 7 | Нутэпэльмен   | 7 | 8 | 9 | Янракинот     | 6 | 7 | 8 |
| Второй       | 6 | 6 | 7 | Омолон        | - | - | 6 | Янранай       | - | - | 7 |
| Илирней      | 6 | 6 | 7 | Островное     | 6 | 6 | 7 |               |   |   |   |
| Инчоун       | 6 | 7 | 8 | Певек         | - | 6 | 7 |               |   |   |   |

Примечание - Степень сейсмической опасности, указанная арабскими цифрами 6 - 10 в графах А, В и С, соответствует 6 - 10 баллам шкалы MSK-64 и вероятности возможного превышения 10 % (карта ОСР-2015-А), 5 % (карта ОСР-2015-В) и 1 % (карта ОСР-2015-С) (или 90 %, 95 % и 99 % непревышения) расчетной сейсмической интенсивности в каждом из пунктов в течение 50 лет. Эти же оценки отражают 90 %-ю вероят-

ность непревышения указанных значений сейсмической интенсивности в течение интервалов времени 50; 100 и 500 лет и соответствуют повторяемости таких сотрясений в среднем один раз в 500 (карта А), 1000 (карта В) и 5000 лет (карта С).

Каждая из карт, входящих в комплект ОСР-2015 (А, В, С), позволяет обеспечивать одинаковую степень инженерного риска на всей территории Российской Федерации и предназначена для осуществления антисейсмических мероприятий при строительстве объектов разных категорий ответственности и сроков службы.

В связи с тем, что расчет карт ОСР-2015 проводился по сетке  $25 \times 25$  км<sup>2</sup>, оценка сейсмической опасности пунктов, расположенных на расстоянии до 30 км от границ между зонами балльности, должна уточняться (ДСР и т.п.) или они должны быть отнесены к более сейсмоопасной зоне.

Субъекты Российской Федерации, их города и населенные пункты, территории которых расположены в пределах зон, характеризующихся сейсмической интенсивностью менее 6 баллов, в приведенный список не помещены (это Республика Мордовия, Удмуртская Республика, Калужская, Курганская, Новгородская, Орловская, Псковская, Смоленская, Тверская, Тульская и Ярославская области; города Москва и Санкт-Петербург; Ханты-Мансийский, Эвенкийский и Ямало-Ненецкий автономные округа).

## Приложение Б (справочное)

### Обозначения

$a_p$  - максимальное пиковое ускорение основания (максимальное значение модуля ускорения за время землетрясения), м·с<sup>-2</sup>;

$a_p^{DLE}$  - максимальное пиковое ускорение основания при максимальном расчетном землетрясении, м·с<sup>-2</sup>;

$a_p^{SLE}$  - максимальное пиковое ускорение основания при проектном землетрясении, м·с<sup>-2</sup>;

$I$  - интенсивность сейсмического воздействия;

$I^{beg}$  - исходная сейсмичность;

$I^{nor}$  - нормативная сейсмичность;

$I^{des}$  - расчетная сейсмичность площадки;

$T_{max}^{DLE}$  - период колебаний, соответствующий максимальному пиковому ускорению при максимальном расчетном землетрясении, с;

$T_{max}^{SLE}$  - период колебаний, соответствующий максимальному пиковому ускорению при проектном землетрясении, с;

$T_{0,5}^{DLE}, T_{0,3}^{DLE}$  - преобладающий период колебаний при максимальном расчетном землетрясении для фазы сейсмических колебаний длительностью  $\tau_{0,5}^{DLE}, \tau_{0,3}^{DLE}$  соответственно, с;

$T_{0,5}^{SLE}, T_{0,3}^{SLE}$  - преобладающий период колебаний при проектном землетрясении для фазы сейсмических колебаний длительностью  $\tau_{0,5}^{SLE}, \tau_{0,3}^{SLE}$  соответственно, с;

$T_{ret}^{DLE}$  - принятое значение среднего периода повторяемости (лет) максимального расчетного землетрясения;

$T_{ret}^{nor}$  - нормативные периоды повторяемости (лет) землетрясений, принятые в ОСР-2015 и равные 500 лет ( $T_{ret}^{500}$ ; карта А) и 5000 лет ( $T_{ret}^{5000}$ ; карта С);

$T_{ret}^{500}, T_{ret}^{5000}$  - смотри 8.2.5;

$T_{ret}^{SLE}$  - принятое значение среднего периода повторяемости (в годах) проектного землетрясения;

$T_{ser}$  - назначенный срок службы сооружения (в годах), определяемый действующими нормативными документами или техническими условиями заказчика;

$\tau^{DLE}$  - общая длительность сейсмических колебаний при максимальном расчетном землетрясении, с;

$\tau^{SLE}$  - общая длительность сейсмических колебаний при проектном землетрясении, с;

$\tau_{0,5}^{DLE}, \tau_{0,3}^{DLE}$  - длительность фазы сейсмических колебаний основания, в течение которой пиковые ускорения при максимальном расчетном землетрясении достигают значений не менее  $0,5 a_p^{DLE}$  и  $0,3 a_p^{DLE}$  соответственно, с;

$\tau_{0,5}^{SLE}, \tau_{0,3}^{SLE}$  - длительность фазы сейсмических колебаний основания, в течение которой пиковые ускорения при проектном землетрясении достигают значений не менее  $0,5 a_p^{SLE}$  и  $0,3 a_p^{SLE}$  соответственно, с.

### Сокращения

ВОЗ - возможные очаги землетрясений.

ВСФ - водоподпорные сооружения в составе напорного фронта.

ГТС - гидротехнические сооружения.

ДТ - динамическая теория расчета сооружений на сейсмические воздействия.

ЛСТ - линейно-спектральная теория расчета сооружений на сейсмические воздействия.

МНГС - морские нефтегазопромысловые сооружения.

SLE - strength level earthquake (ПЗ - проектное землетрясение).

DLE - ductility level earthquake (МПЗ - максимальное расчетное землетрясение).

ser - service life (срок службы).

ret - return period (период повторяемости).

p - peak acceleration (пиковое ускорение).

des - design (расчетный).

beg - beginning (исходный, начальный).



## Приложение 12

### Буквенные обозначения

$a_p$  - максимальное пиковое ускорение основания (максимальное значение модуля ускорения за время землетрясения),  $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ ;  
 $a_p^{DLE}$  - максимальное пиковое ускорение основания при максимальном расчетном землетрясении,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ ;  
 $a_p^{SLE}$  - максимальное пиковое ускорение основания при проектном землетрясении,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ ;  
 $I$  - интенсивность сейсмического воздействия;  
 $I^{beg}$  - исходная сейсмичность;  
 $I^{nor}$  - нормативная сейсмичность;  
 $I^{des}$  - расчетная сейсмичность площадки;  
 $T_{max}^{DLE}$  - период колебаний, соответствующий максимальному пиковому ускорению при максимальном расчетном землетрясении, с;  
 $T_{max}^{SLE}$  - период колебаний, соответствующий максимальному пиковому ускорению при проектном землетрясении, с;  
 $T_{0,5}^{DLE}, T_{0,3}^{DLE}$  - преобладающий период колебаний при максимальном расчетном землетрясении для фазы сейсмических колебаний длительностью  $\tau_{0,5}^{DLE}, \tau_{0,3}^{DLE}$  соответственно, с;  
 $T_{0,5}^{SLE}, T_{0,3}^{SLE}$  - преобладающий период колебаний при проектном землетрясении для фазы сейсмических колебаний длительностью  $\tau_{0,5}^{SLE}, \tau_{0,3}^{SLE}$  соответственно, с;  
 $T_{ret}^{DLE}$  - принятое значение среднего периода повторяемости (лет) максимального расчетного землетрясения;  
 $T_{ret}^{nor}$  - нормативные периоды повторяемости (лет) землетрясений, принятые в ОСП-2015 и равные 500 лет ( $T_{ret}^{500}$ ; карта А) и 5000 лет ( $T_{ret}^{5000}$ ; карта С);  
 $T_{ret}^{500}, T_{ret}^{5000}$  - смотри 8.2.5;  
 $T_{ret}^{SLE}$  - принятое значение среднего периода повторяемости (в годах) проектного землетрясения;  
 $T_{ser}$  - назначенный срок службы сооружения (в годах), определяемый действующими нормативными документами или техническими условиями заказчика;  
 $\tau^{DLE}$  - общая длительность сейсмических колебаний при максимальном расчетном землетрясении, с;  
 $\tau^{SLE}$  - общая длительность сейсмических колебаний при проектном землетрясении, с;  
 $\tau_{0,5}^{DLE}, \tau_{0,3}^{DLE}$  - длительность фазы сейсмических колебаний основания, в течение которой пиковые ускорения при максимальном расчетном землетрясении достигают значений не менее  $0,5 a_p^{DLE}$  и  $0,3 a_p^{DLE}$  соответственно, с;  
 $\tau_{0,5}^{SLE}, \tau_{0,3}^{SLE}$  - длительность фазы сейсмических колебаний основания, в течение которой пиковые ускорения при проектном землетрясении достигают значений не менее  $0,5 a_p^{SLE}$  и  $0,3 a_p^{SLE}$ , с.

### Сокращения

ВОЗ - возможные очаги землетрясений.  
ВСФ - водоподпорные сооружения в составе напорного фронта.  
ГТС - гидротехнические сооружения.  
ДТ - динамическая теория расчета сооружений на сейсмические воздействия.  
ЛСТ - линейно-спектральная теория расчета сооружений на сейсмические воздействия.  
МНГС - морские нефтегазопромысловые сооружения.  
SLE - strength level earthquake (ПЗ - проектное землетрясение).  
DLE - ductility level earthquake (МПЗ - максимальное расчетное землетрясение).  
*ser* - service life (срок службы).  
*ret* - return period (период повторяемости).  
*p* - peak acceleration (пиковое ускорение).  
*des* - design (расчетный).  
*beg* - beginning (исходный, начальный).

## Литература

1. Айзенберг Я.М. Сооружения с выключающимися связями для сейсмических районов. – М.: Стройиздат, 1976.
2. Акбиев Р.Т., Байказиев М.Х., Сутырин Ю.А., Вайдуров А.В. Технология сейсмоусиления объектов незавершенного строительства.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. № 3, 2006, с. 37–41.
3. Башкиров А.С. Антисейсизм древней архитектуры. Т.3. Изд-во педагогического ин-та. 1948, с. 294-398.
4. Брунов Н.Н. Очерки по истории архитектуры. М.,Л.; 1937. Т 1. 442 с.
5. Бадалян Р.А. Сейсмостойкие дома повышенной этажности с пространственным сборно-монолитным решением каркаса. – М.:1973, 47 с.
6. Всеобщая история архитектуры. М.: Стройиздат, 1966. Т. 3. С. 512 – 712.
7. Кузнецов А.Н. Тектоника и конструкция центральных зданий. М.: Архитектура и градостроительство, 1951, 274 с.
8. Поляков С.В. Основные направления в развитии сейсмостойких зданий. // Жилищное строительство, 1976, № 10.
9. Поляков С.В. Основные этапы развития методов обеспечения сейсмостойкости зданий в СССР. // Строительство и архитектура Узбекистана, 1979, № 8, С. 7 – 10.
10. Castellano M.G. et al. 2001, “Viscoelastic Dampers for Seismic Protection of Buildings: an Application to an Existing Building, N.T. 1555, Proceedings of the 5th World Congress on Joints, Bearings and Seismic Systems for Concrete Structures, Rome, Italy, October 7 - 11, 12 p.
11. Castellano M.G., Infanti S. 2005, “Italian Technologies for Seismic Isolation and Energy Dissipation”, N.T. 1644, Proceedings of the 9th World Conference on Seismic Isolation, Passive Energy Dissipation and Active Vibration Control of Structures, Kobe, Japan, June 13 - 16, 11 p.
12. Истории Древнего Востока. М.: Высш. шк., 1988, 416 с.
13. MAURER Seismic Isolation Systems. Products and Technical Information. 02.05.2003/ VTE – p. 1 – 18.
14. MAURER Seismic Building Protection. Products and Technical Information. 02.05.2004/SPS – p.1 – 16.
15. Мустакимов В.Р. Цементогрунт модифицированный АЦФ-3М-65. Курилиш аше-буюмлари технологиясининг самарадорлигини ошириш. (Анжуман якуни буйича илмий маколалар туплами, 12 – 14 апрел, 1995-й.) Сам ГАСИ, Самарканд, 1995г., С.134 – 136.
16. Мустакимов В.Р., Мирсаяпов И.Т. Совершенствование расчета грунта основания, армированного вертикальными элементами. Международная научно-техническая конференция «Геотехника Беларуси: наука и практика». «БУДАУНІЦТВА·СТРОИТЕЛЬСТВО·CONSTRAC TION» №1 – 2, БНТУ, Минск. 2003, С. 131 – 145.
17. Мирсаяпов И.Т., Мустакимов В.Р. Напряженно-деформированное состояние, прочность и деформативность просадочных грунтов

- оснований, армированных вертикальными элементами. Труды международной научно-практической конференции по проблемам механики грунтов и фундаментостроению. Т. I и т. II. ПГТУ. Пермь, 2004, С. 122 – 128.
18. Мирсаяпов И.Т., Мустакимов В.Р. Алгоритм расчета геомассивов. Актуальные проблемы проектирования и устройства оснований и фундаментов зданий и сооружений. Сборник научных статей. Пенза, 2004, С. 167 – 171.
  19. Ньюмарк Н. М., Розенблюэт Э. Основы сейсмостойкого строительства. – М.: Стройиздат, 1980, 344 с.
  20. Смирнов В.И. Международный семинар по сейсмоизоляции высоких зданий (Ереван, Армения, 15-17 июня 2006 г.). // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2006, № 4, С.33 – 38.
  21. Смирнов В.И., Никитина Е.А. Демпфирование как элемент сейсмозащиты зданий. / / Сейсмостойкое строительство безопасность сооружений. 2007, № 4.
  22. Saito K., Kuroda H State of the art concerning high-rise buildings with base isolation and / or damping. / 10th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibrations Control of Structures, Istanbul, Turkey, May 28 - 31, 2007.
  23. Токин А.Н., Мустакимов В.Р. Лессовые породы Узбекистана и возможности их закрепления. I Региональная конференция СНГ. Строительство на структурно неустойчивых грунтах. СамГАСИ им. М. Улугбека. Самарканд. 1992, С. 20 – 22.
  24. Хасанов А.З., Мустакимов В.Р. Теоретические исследования НДС основания, армированного вертикальными элементами. Материалы второго межрегионального научно-практического семинара. Эксплуатация и реконструкция зданий. МОРФ ЧГУ, СФ. Чебоксары, 2001, С. 109 – 115.
  25. Хасанов А.З., Зайналов Н.Р., Мустакимов В.Р. Расчет несущей способности грунтоцементных свай в основании, сложенном лессовыми просадочными грунтами. I Центрально-Азиатский геотехнический симпозиум. Астана, 25 – 28 мая, 2000.
  26. Хасанов А.З., Мустакимов В.Р. Приближенный метод определения напряжений в грунте вокруг вертикального армоэлемента. Усиление оснований и фундаментов аварийных зданий и сооружений. Материалы Международной научно-практич. конференц. – Пенза, 2000, С. 176–178.
  27. Eisenberg J., Smirnov V., Vasileva A. Current status of civil structures and cultural centers seismic isolation in Russia. / 10th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibrations Control of Structures, Istanbul, Turkey, May 28 - 31, 2007.
  28. Якобсон А.Л. Закономерности в развитии раннесредневековой

- архитектуры. Л.: Наука, 1983, 172 с.
29. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
  30. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании». Градостроительный кодекс Российской Федерации.
  31. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
  32. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
  33. ГОСТ 30247.0-94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.
  34. ГОСТ 30403-96 Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности.
  35. ГОСТ 14098-91 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры.
  36. ГОСТ Р 53292-2009 Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний.
  37. ГОСТ Р 53295-2009 Средства огнезащиты для стальных конструкций.
  38. СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства.
  39. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.
  40. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81\*. МС и ЖКХ РФ. – М., 2014. – 142 с.
  41. СП 15.13330.2010 «СНиП II-22-81\* Каменные и армокаменные конструкции».
  42. СП 20.13330.2010 «СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия».
  43. СП 22.13330. 2011 «СНиП 2.02.01-83\* Основания зданий и сооружений».
  44. СП 23-101-2000 Свод правил к СНиП II-3-79\* «Теплозащита зданий».
  45. СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты».
  46. СП 25.13330.2010 «СНиП 2.01.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».
  47. СП 50-102-2003 Проектирование и устройство свайных фундаментов.
  48. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.
  49. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.
  50. СП 52-103-2007 Железобетонные монолитные конструктивные системы и несущие конструкции зданий.
  51. СП 52-102-2004 Предварительно напряженные железобетонные конструкции.
  52. СП 58.13330.2010 «СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения».
  53. СП 63.13330.2010 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции».

54. СП 64.13330.2011 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.
55. СП 64.13330.2011 «СНиП II-25-80 Деревянные конструкции».
56. НПБ 104-95. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях.
57. НПБ 110-99\*. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. \*Действует НПБ 110-03. – Примечание «КОДЕКС».
58. НПБ 248-97. Кабели и провода электрические. Показатели пожарной опасности. Методы испытаний.
59. НПБ 250-97. Лифты для транспортирования пожарных подразделений в зданиях и сооружениях. Общие технические требования.
60. МДС 21-1-98. Предотвращение распространения пожара.
61. МДС 41-1-99. Рекомендации по противодымной защите при пожаре.
62. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов» М-85 (1988).
63. ПУЭ. «Правила устройства электроустановок», изд. 6 и 7.
64. НПБ 160-97. Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Виды, размеры, общие технические требования.
65. Р 78.36.008-99. Проектирование и монтаж систем охранного телевидения и домофонов.
66. Р 78.36.007-99. Выбор и применение средств охранной пожарной сигнализации и средств технической укреплённости для оборудования объектов
67. Р 78.143-92. Элементы технической укреплённости объектов.
68. Р 78.36.001-99. Обозначения условных графических элементов систем.
69. РМ 2798-00. Инструкции по проектированию систем связи, информатизации и диспетчеризации объектов жилищного строительства.
70. ГУП ЦНИИСК им. Кучеренко. Рекомендации по уточненному динамическому расчету зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки» (автор Попов Н.А.), М., 2000 г.
71. Правительство Москвы «Рекомендации по проектированию и устройству оснований и фундаментов при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки в Москве», М., 1999.
72. Рекомендации по проектированию энергоэкономичных технических решений систем отопления, вентиляции и водоснабжения встроено-пристроенных в ж/з помещений общественного назначения», М., 1998.
73. Правительство Москвы «Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции», М., 1998.



74. Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 м. М., 2002.
75. Серия 1-243-3, выпуск 3с «Панели перекрытий ж/б беспустотные».
76. Серия 2.130-6с. Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 2.130-6с.
77. Серия 2.140-5с. Узлы перекрытий жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов. Выпуск I. Перекрытия из многопустотных панелей в кирпичных зданиях. Рабочие чертежи. Таш3НИИЭП, Ташкент, 59 с.
78. Серия 2.260-3с. Узлы крыш общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов.
79. Серия 1-141.1-19с, выпуск 0, 1, 2, 3 «Панели перекрытий железобетонные многопустотные, армированные стержнями из стали класса Ат-V для строительства жилых и общественных зданий в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов».
80. Серия 1-141.1-22с, выпуск 0, 1, 2, 3, 4 «Панели перекрытий железобетонные многопустотные, армированные стержнями из стали класса А-III для строительства жилых и общественных зданий в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов».
81. Серия 1-141.1-23с, выпуск 0, 1, 2, 3, 4 «Панели перекрытий железобетонные многопустотные, армированные стержнями из стали класса Вр-I для строительства жилых и общественных зданий в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов».
82. Серия 0.00-2.96с. Повышение сейсмостойкости зданий. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. М.: ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко ГП НИЦ «Строительство» Минстроя России, 1997.
83. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-АР.

Примечание к списку литературы – При пользовании вышеприведенным списком рекомендуемой литературы целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 01 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим списком литературы следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## Содержание

|                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Введение.....</b>                                                                                                    | <b>3</b>  |
| <b>Глава 1. Сейсмичность как явление природного происхождения и ее влияние на устойчивость зданий и сооружений.....</b> | <b>4</b>  |
| 1.1. История формирования, развития и совершенствования сейсмостойкого строительства зданий и сооружений.....           | 12        |
| 1.2. История зарождения и развития теории сейсмостойкости.....                                                          | 26        |
| 1.3. Основы современного сейсмостойкого строительства.....                                                              | 28        |
| <b>Глава 2. Основные положения сейсмостойкого проектирования .....</b>                                                  | <b>34</b> |
| 2.1. Современные требования при проектировании сейсмостойких зданий .....                                               | 34        |
| 2.2. Расчетные сейсмические нагрузки.....                                                                               | 43        |
| <b>Глава 3. Сейсмостойкое проектирование жилых, общественных и производственных зданий и сооружений.....</b>            | <b>56</b> |
| 3.1. Основания, фундаменты и стены подвалов.....                                                                        | 62        |
| 3.2. Конструкции междуэтажных перекрытий и покрытий сейсмостойких зданий и сооружений.....                              | 70        |
| 3.3. Объемно-планировочные и конструктивные решения внутренних лестниц зданий и сооружений сейсмостойких зданий.....    | 73        |
| 3.4. Конструкции сейсмостойких и устойчивых перегородок.....                                                            | 77        |
| 3.5. Балконы, лоджии и эркеры сейсмостойких зданий.....                                                                 | 82        |
| 3.6. Особенности проектирования железобетонных конструкций зданий и сооружений в сейсмических районах.....              | 85        |
| 3.6.1. Особенности проектирования зданий и сооружений в сейсмических районах с остовом из железобетонного каркаса.....  | 89        |
| 3.6.2. Конструкции комбинированных колонн со стальными обоями                                                           | 97        |
| 3.6.3. Железобетонные балки каркаса с жесткой арматурой.....                                                            | 98        |
| 3.6.4. Железобетонные стены-диафрагмы с жесткой арматурой.....                                                          | 99        |
| 3.7. Особенности проектирования сейсмостойких зданий и сооружений с остовом из стального каркаса.....                   | 99        |
| 3.8. Проектирование крупнопанельных зданий в сейсмических районах .....                                                 | 101       |
| 3.9. Сейсмостойкие здания с несущим остовом из монолитного железобетона.....                                            | 104       |
| 3.10. Объемно-блочные и панельно-блочные здания в сейсмических районах.....                                             | 106       |
| 3.11. Здания со стенами из крупных блоков в сейсмических районах.....                                                   | 111       |
| 3.12. Здания со стенами из кирпича или каменной кладки в сейс-                                                          |           |

|                                                                                                                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| мических районах.....                                                                                                                                                            | 115        |
| 3.13. Деревянные здания в сейсмических районах.....                                                                                                                              | 123        |
| 3.14. Сейсмостойкие здания и сооружения из местных материалов                                                                                                                    | 128        |
| <b>Глава 4. Сейсмоизоляция и сейсмозащита зданий и сооружений.....</b>                                                                                                           | <b>130</b> |
| <b>Глава 5. Особенности проектирования стационарного оборудова-</b><br><b>ния, размещаемого в сейсмостойких зданиях и сооружениях.....</b>                                       | <b>141</b> |
| <b>Глава 6. Восстановление и усиление конструкций в сейсмических</b><br><b>районах.....</b>                                                                                      | <b>141</b> |
| <b>Глава 7. Противопожарные мероприятия при проектировании зда-</b><br><b>ний в сейсмических районах.....</b>                                                                    | <b>143</b> |
| <b>Глава 8. Оборудование технологической части автоматических ус-</b><br><b>тановок пожаротушения.....</b>                                                                       | <b>147</b> |
| <b>Приложение 1. Обзор хронологии сейсмических событий, воздействий</b><br><b>и разрушений зданий и сооружений за последние 10 лет в период с 2006</b><br><b>по 2015 гг.....</b> | <b>149</b> |
| <b>Приложение 2. Термины и определения.....</b>                                                                                                                                  | <b>192</b> |
| <b>Приложение 3. Сейсмоизоляция и сейсмозащита конструкций фунда-</b><br><b>ментов и оснований зданий.....</b>                                                                   | <b>195</b> |
| П.3.1. Инновационные технологии сейсмозащиты зданий в сейсмиче-                                                                                                                  | 195        |
| ских районах.....                                                                                                                                                                |            |
| П.3.2. Отечественный опыт проектирования и строительства сейсмои-                                                                                                                | 196        |
| золированных зданий.....                                                                                                                                                         |            |
| П.3.3. Взаимодействие зданий и сооружений с упругим полупростран-                                                                                                                | 197        |
| ством грунтового основания.....                                                                                                                                                  |            |
| П.3.4. Активная и пассивная системы сейсмозащиты .....                                                                                                                           | 198        |
| П.3.5. Сейсмоизолированные здания и сооружения с адаптивной систе-                                                                                                               | 199        |
| мой сейсмозащиты.....                                                                                                                                                            |            |
| П.3.6. Огнестойкость сейсмоизолирующих резинометаллических опор                                                                                                                  | 200        |
| П.3.7. Сейсмостойкий железобетонный плитный фундамент с искусст-                                                                                                                 | 201        |
| венным основанием.....                                                                                                                                                           |            |
| П.3.8. Зарубежный опыт проектирования и строительства сейсмоизоли-                                                                                                               | 202        |
| рованных зданий в США.....                                                                                                                                                       |            |
| П.3.9. Зарубежный опыт проектирования и строительства сейсмоизоли-                                                                                                               | 203        |
| рованных зданий в Японии.....                                                                                                                                                    |            |
| П.3.10. Сейсмоизоляция каркасных зданий с использованием конструк-                                                                                                               | 204        |
| тивных шарниров.....                                                                                                                                                             |            |
| П.3.11. Сейсмоизоляция кирпичных зданий.....                                                                                                                                     | 205        |
| П.3.12. Повышение сейсмостойкости зданий, возводимых на просадоч-                                                                                                                | 206        |
| ных грунтах.....                                                                                                                                                                 |            |
| <b>Приложение 4. Сейсмоусиление зданий и сооружений при их реконст-</b><br><b>рукции.....</b>                                                                                    | <b>207</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Приложение 5.</b> Конструктивные требования к сейсмостойкости навесных вентилируемых фасадов.....                                                                                                                                                                                                                                                                            | 222 |
| <b>Приложение 6.</b> Справочные данные к расчетам железобетонных и стальных конструкций.....                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 223 |
| <b>Приложение 7.</b> Узлы многопустотных панелей перекрытий в кирпичных зданиях, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 2.140-5с.....                                                                                                                                                                                                                      | 265 |
| <b>Приложение 8.</b> Узлы стен жилых и общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 2.130-6с.....                                                                                                                                                                                                                                           | 277 |
| <b>Приложение 9.</b> Узлы крыш общественных зданий, возводимых в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 2.260-3с.....                                                                                                                                                                                                                                                   | 284 |
| <b>Приложение 10.</b> Предварительно напряженные (с электротермическим методом натяжения арматуры класса Ат-V) сборные железобетонные плиты перекрытий с круглыми пустотами длиной 6280, 5980, 5680, 5380, 5080 и 4780 мм, шириной 1790, 1490, 1190 и 990 мм для строительства жилых и общественных зданий в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов по серии 1.141.1-19с/85..... | 288 |
| <b>Приложение 11.</b> Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации ОСР-2015. Список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием фоновой сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности - А (10%), В(5%), С(1%) в течение 50 лет.....  | 299 |
| <b>Приложение 12.</b> Буквенные обозначения и сокращения.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 335 |
| <b>Литература</b> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 336 |

Ключевые слова: землетрясение, сейсмичность, сейсмическое районирование, сейсмичность площадки, микросейсморайонирование, карты сейсмического районирования, сейсмическое воздействие, балл, магнитуда, сейсмическое событие, акселерограмма, акселерограмма землетрясения, проектное землетрясение, максимальное расчетное землетрясение, расчётная динамическая модель, коэффициент динамичности, форма колебаний, сейсмический шов, сейсмический пояс, сейсмостойкость, сейсмостойкость сооружения, пассивная сейсмозащита, активная сейсмозащита, демпфирование, сейсмоизоляция, антисейсмические мероприятия, гибкие стойки, качающиеся опоры; резино-металлические опоры, диссипация.

Мустакимов Валерий Раифович

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ**

Учебное пособие