



ниц строительство
научно-исследовательский центр

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «СТРОИТЕЛЬСТВО».
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ИМЕНИ В. А. КУЧЕРЕНКО



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора
по научной работе
АО «НИЦ «Строительство»



А.И. Звездов

_____ 2021г

Изменение №2 к СП 14.13330.2018
«СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах»

Вторая редакция

Москва 2021г.

Директор
ЦНИИСК им В.А. Кучеренко



д.т.н., профессор
И.И. Ведяков

Руководитель ЦИСС,
руководитель разработки



д.т.н, профессор,
член-корр. РАН
Б.В. Гусев

Зам. руководителя ЦИСС
ответственный исполнитель



А.А. Бубис

исполнитель



к.т.н. Л.Н. Смирнова

исполнитель



М.Р. Чупанов

исполнитель



И.Р. Гизятуллин

Содержание

1 Область применения	6
2 Нормативные ссылки	6
3 Термины, определения и сокращения.....	8
4 Основные положения	14
5 Расчетные сейсмические нагрузки	18
6 Жилые, общественные, производственные здания и сооружения	27
6.1 Общие положения	27
6.2 Основания, фундаменты и стены подвалов	29
6.3 Перекрытия и покрытия	30
6.4 Лестницы	31
6.5 Перегородки	32
6.6 Балконы, лоджии и эркеры	32
6.7 Особенности проектирования железобетонных конструкций	33
6.8 Железобетонные каркасные здания	35
6.9 Особенности проектирования зданий со стальным каркасом	37
6.10 Крупнопанельные здания	38
6.11 Здания с несущими стенами из монолитного железобетона	39
6.12 Объемно-блочные и панельно-блочные здания	40
6.13 Здания со стенами из крупных блоков	42
6.14 Здания со стенами из кирпича или каменной кладки	43
6.15 Деревянные здания	47
6.16 Здания и сооружения из местных материалов	49
6.17 (Исключен, Изм. № 2).	
6.18 Оборудование	49
6.19 Сейсмическая безопасность эксплуатируемых зданий (сооружений)	49
6.20 Светопрозрачные и навесные фасадные системы.....	51
7 Транспортные сооружения	54
8 Гидротехнические сооружения	55
9 Противопожарные мероприятия	57
9.1 Основные положения	57
9.2 Обеспечение огнестойкости объектов защиты	57
9.3. Требования к сейсмостойкости систем пожарной сигнализации, передачи извещений о пожаре, оповещения и управления эвакуацией людей, противодымной вентиляции, установок автоматического пожаротушения (далее - системы пожарной автоматики).....	59
Приложение А (Исключено, Изм. № 2).	
Приложение Б (Исключено, Изм. № 2).	
Приложение В (Исключено, Изм. № 2).	
Приложение Г Методика расчета сооружений на воздействия, соответствующие контрольному землетрясению, во временной области с применением инструментальных или синтезированных акселерограмм	60
Библиография	64

Введение

Настоящий свод правил составлен с учетом требований федеральных законов от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», от 29 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Работа по пересмотру СП выполнена Центром исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – института ОАО «НИЦ «Строительство» (руководитель работы – д-р техн. наук, член-корр. РАН, проф. Гусев Б.В; научный руководитель рабочей группы - д.т.н., проф., **Айзенберг Я.М.** ответственный исполнитель – инженер Бубис А.А) при участии рабочей группы в составе: д.т.н., проф., **Беляев В. С.**, д.т.н., проф. Белаш Т. А, к.т.н, М.А. Клячко, д.т.н, проф Ю.В. Кривцов, д.ф.-м.н., проф., Ф.Ф. Аптикаев, к.т.н, Грановский А.В, д.т.н, проф., **Назаров Ю.П.**, к.т.н, Смирнова Л.Н, инж. **Вахрина Г.Н.** д.т.н, проф, Травуш В.И, д.ф.-м.н, Татевосян Р.Э, д.т.н Тихонов И.Н., д.т.н, проф., Семенов В.А., д.т.н, Богданов М.И, д.т.н, проф., Уздин А.М., к.г.-м.н, Стром А.Л, д.т.н, проф., Ставницер Л.Р., д.т.н, проф., Кабанцев О.В, д.т.н, проф, Дорман И.Я., д.т.н, проф. Мкртычев О.В.

Раздел 6.19 подготовлен при участии: проф, к.т.н, Клячко М.А.;

Раздел 6.20 подготовлен при участии инж. Гизятуллина И.Р.;

Раздел 7 подготовлен проф, д.г.-м.н. Шестоперовым Г.С.;

Раздел 8 подготовлен АО «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники им. Б.Е. Веденеева (д.т.н. Беллендир Е.Н., д.т.н. Глаговский В.Б., д.т.н. Храпков А.А., к.т.н. Пак А.П., к.т.н. Ламкин М.С.) и Центром службы геодезических наблюдений в электроэнергетической отрасли» - филиалом АО «Институт Гидропроект» (д.ф.-м.н. Савич А.И., к.т.н. Речицкий В.В., к.ф.-м.н. Бугаевский А.Г., к.г.-м.н. Стром А.Л.);

Раздел 9 подготовлен при участии д.т.н, проф Кривцова Ю.В., к.т.н. Пронина Д. Г., к.т.н, Пивоварова В.В.;

Приложение Г подготовлено при участии инж. **Вахриной Г.Н.**

СВОД ПРАВИЛ**СТРОИТЕЛЬСТВО В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ****Seismic Building Design Code****1 Область применения**

Настоящий свод правил устанавливает требования по расчету с учетом сейсмических нагрузок, по объемно-планировочным решениям и конструированию элементов и их соединений, зданий и сооружений, обеспечивающие их сейсмостойкость.

Настоящий свод правил распространяется на область проектирования, строительства, реконструкции зданий и сооружений на площадках с расчетной сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов.

На площадках, сейсмичность которых превышает 9 баллов, проектирование и строительство зданий или сооружения осуществляются в порядке, установленном уполномоченным федеральным органом исполнительной власти.

П р и м е ч а н и е – Разделы 4, 5 и 6 относятся к проектированию жилых, общественных, производственных зданий и сооружений, транспортных и гидротехнических зданий; раздел 7 распространяется на транспортные сооружения, раздел 8 на гидротехнические сооружения, раздел 9 на все объекты, при проектировании которых следует предусматривать меры противопожарной защиты.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Общие положения.

ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

ГОСТ 30247.0–94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.

ГОСТ 30403-2012 Конструкции строительные. Метод испытаний на пожарную опасность

ГОСТ 14098-2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры.

ГОСТ 32019-2012 Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений. Правила проектирования и установки стационарных систем (станций) мониторинга.

ГОСТ 34081-2017 Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний.

ГОСТ Р 53292–2009 Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний.

ГОСТ Р 53295–2009 Средства огнезащиты для стальных конструкций.

СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

СП 15.13330.2012 СНиП II-22-81* Каменные и армокаменные конструкции.

СП 16.13330.2017 СНиП II-23-81* Стальные конструкции,

СП 20.13330.2016 СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия.

СП 22.13330.2016 СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений.

СП 23.13330.2011 СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений.

СП 24.13330.2011 СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты.

СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88.

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

СП 35.13330.2011 СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы.

СП 39.13330.2012 СНиП 2.06.05-84 Плотины из грунтовых материалов.

СП 40.13330.2012 СНиП 2.06.06-85 Плотины бетонные и железобетонные.

СП 41.13330.2012 СНиП 2.06.08-87 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений.

СП 58.13330.2012 СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения.

СП 63.13330.2012 СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции

СП 64.13330.2017 СНиП II-25-80 Деревянные конструкции.

СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003 (с Изменением N 1).

СП 122.13330.2012 Тоннели железнодорожные и автодорожные. Актуализированная редакция СНиП 32-04-97

СП 255.1325800.2016 Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения.

СП 268.1325800.2016 Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования.

СП 269.1325800.2016 Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила уточнения исходной сейсмичности и сейсмического микрорайонирования.

СП 270.1325800.2016 Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила оценки повреждений дорог при землетрясениях в отдаленных и труднодоступных районах.

СП 283.1325800.2016 Объекты строительные повышенной ответственности. Правила сейсмического микрорайонирования».

СП 286.1325800.2016 Объекты строительные повышенной ответственности. Правила детального сейсмического районирования.

СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия.

СП 330.1325800.2017 Здания и сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования инженерно-сейсмометрических станций.

СП 358.1325800.2017 Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и строительства в сейсмических районах.

СП 385.1325800.2017 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения.

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил и/или классификаторов) в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил можно проверить в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем своде правил применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 абсолютное движение: Движение точек сооружения, определяемое как сумма переносного и относительного движений во время землетрясения.

3.2 акселерограмма (велосиграмма, сейсмограмма): Зависимость от времени ускорения (скорости, смещения) точки основания или сооружения в процессе землетрясения, имеющая одну, две или три компоненты.

3.3 акселерограмма землетрясения: Запись во времени процесса изменения ускорения колебаний грунта (основания) для определенного направления.

3.4 акселерограмма синтезированная: Акселерограмма, полученная с помощью расчетных методов, в том числе, на основе статистической обработки и анализа ряда акселерограмм и/или спектров реальных землетрясений с учетом местных сейсмологических условий.

3.5 активный разлом: Тектоническое нарушение с признаками постоянных или периодических перемещений бортов разлома в позднем плейстоцене – голоцене (за последние 100 000 лет), величина (скорость) которых такова, что она представляет опасность для сооружений и требует специальных конструктивных и/или компоновочных мероприятий для обеспечения их безопасности.

3.6 антисейсмические мероприятия: Совокупность конструктивных и планировочных решений, основанных на выполнении требований, обеспечивающая определенный, регламентированный нормами, уровень сейсмостойкости зданий и сооружений.

3.7 балка: изгибаемый или сжато-изогнутый стержневой конструктивный элемент, линейный размер которого (пролет L) существенно, не менее чем в 6 раз, превышает максимальный размер его сечения (высоту h). При этом соотношение между размерами сечения (высотой h и шириной b) должно составлять, не менее, $b/h=0,3$.

3.8 балка-стенка: Изгибаемый или сжато-изогнутый плосконапряженный конструктивный элемент, линейный размер которого (пролет L) незначительно (до 6 раз), превышает максимальный размер его сечения (высоту h). При этом соотношение между размерами сечения (шириной b и высотой h) должно составлять, не более $b/h=0,3$.

3.9 вторичная схема: Расчетная схема, отражающая состояние сооружения в период времени от момента окончания землетрясения до начала ремонтных работ.

3.10 детальное сейсмическое районирование (ДСР): Метод сейсмического районирования, который применяют для определения возможных сейсмических воздействий, в том числе в инженерных терминах, на конкретные существующие и проектируемые сооружения, территории населенных пунктов и отдельных районов.

3.11 динамический метод анализа: Метод расчета на воздействие, задаваемое в виде акселерограмм колебаний грунта в основании сооружения путем численного интегрирования уравнений движения.

3.12 диафрагма жесткости: Плосконапряженный конструктивный элемент здания, обеспечивающий горизонтальную жесткость и неизменяемость конструктивной системы за счет сдвигового характера деформирования. Допускается изгибно-сдвиговой характер работы конструкции, при этом изгибная жесткость должна составлять не более 30% от сдвиговой жесткости.

3.13 железобетонный каркас с железобетонными диафрагмами, ядрами жесткости или стальными связями: Конструктивная система, в которой восприятие вертикальных нагрузок обеспечивается, в основном, пространственным каркасом, а сопротивление горизонтальным нагрузкам, обеспечиваемое железобетонными диафрагмами, ядрами жесткости или стальными связями, составляет более 35 %, но менее 65 % общего сопротивления горизонтальным нагрузкам всей конструктивной системы.

3.14 интенсивность землетрясения: Оценка воздействия землетрясения в баллах 12-балльной шкалы MSK-64, определяемая по макросейсмическим описаниям разрушений и повреждений природных объектов, грунта, зданий и сооружений, движений тел, а также по

наблюдениям и ощущениям людей.

3.15 исходная сейсмичность: см. нормативная сейсмичность.

3.16 каркасные здания: Конструктивная система, в которой как вертикальным, так и нагрузкам в любом из горизонтальных направлений в основном противодействует пространственный каркас, а его сопротивление горизонтальным нагрузкам составляет более 65 % общего сопротивления горизонтальным нагрузкам всей конструктивной системы.

3.17 каркасно-каменные здания: Здания с монолитными железобетонными каркасами, при возведении которых применяют специфическую технологию: вначале возводят кладку, которую используют в качестве опалубки при бетонировании элементов каркаса.

3.18 категория грунта по сейсмическим свойствам (I, II III или IV): Характеристика, выражающая способность грунта в примыкающей к сооружению части основания ослаблять (или усиливать) интенсивность сейсмических воздействий, передающихся от грунтового основания на сооружение.

3.19 колонна: Вертикальный сжато-изогнутый или внецентренно сжатый стержневой конструктивный элемент, линейный размер которого (высота H) существенно, не менее чем в 3 раза, превышает максимальный размер сечения его основания (длину h). При этом соотношение между размерами сечения (длиной h и шириной b) должно составлять, не менее, $b/h=0,3$.

3.20 комплексная конструкция: 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).

3.21 конструктивная нелинейность: Изменение расчетной схемы сооружения в процессе его нагружения, связанное с взаимными смещениями (например, раскрытием швов и трещин, проскальзыванием) отдельных частей сооружения и основания.

3.22 контрольное землетрясение (КЗ): Землетрясение, на действие которого рассчитываются законструированные по результатам расчета на РЗ сечения и элементы здания, сооружения. Интенсивность КЗ принимается с учетом положений настоящих норм по картам ОСР, с учетом СМР и специализированных сейсмологических и сеймотектонических исследований. Целью расчетов на КЗ является оценка общей устойчивости, неизменяемости, однородности конструкций сооружения, допустимость уровня ускорений, перемещений, скоростей в элементах здания, сооружения, способность конструкций здания к перераспределению внешнего сейсмического воздействия за счет формирования пластических шарниров и иных нелинейных эффектов. При расчете на КЗ следует задавать жесткостные характеристики конструкций здания, соответствующие прогнозируемому или назначаемому уровню деформирования или повреждения его элементов. Учет нелинейного характера зависимости между величиной внешнего воздействия и деформациями (перемещениями) конструкций может выполняться как путем прямого задания диаграммы деформирования, так и с применением различных способов линеаризации.

3.23 линейно-спектральный метод анализа (ЛСМ): Метод расчета на сейсмостойкость, в котором значения сейсмических нагрузок определяют по коэффициентам динамичности в зависимости от частот и форм собственных колебаний конструкции. Возможность возникновения нелинейных эффектов в конструкциях зданий учитывается введением эмпирических коэффициентов.

3.24 линейный временной динамический анализ (линейный динамический анализ): Временной динамический анализ, при котором материалы сооружения и грунты основания принимаются линейно-упругими, а геометрическая и конструктивная нелинейность в поведении системы «сооружение – основание» отсутствует.

3.25 максимальное расчетное землетрясение (МРЗ): Землетрясение (сейсмическое воздействие) максимальной интенсивности на площадке строительства со средней повторяемостью один раз в 5000 лет для сооружений, указанных в п. 5.2.3, водоподпорных

сооружений классов I, II и III и морских нефтегазопромысловых сооружений; повторяемостью один раз в 1000 лет - для всех остальных гидротехнических сооружений.

3.26 монолитно-каменные здания: Здания с трехслойными или многослойными стенами, в которых бетонирование основного несущего слоя из монолитного железобетона осуществляют с применением двух наружных слоев кладки с применением естественных или искусственных камней, используемых в качестве несъемной опалубки. В необходимых случаях устраиваются дополнительные термоизолирующие слои.

3.27 нарушение нормальной эксплуатации: Нарушение в работе строительного объекта, при котором произошло отклонение от установленных эксплуатационных пределов и условий.

3.28 нелинейный временной динамический анализ (нелинейный динамический анализ): Временной динамический анализ, при котором учитывают зависимость механических характеристик материалов сооружения и грунтов основания от уровня напряжений и характера динамического воздействия. Также возможно учесть геометрическую и конструктивную нелинейности в поведении системы «сооружение–основание».

3.29 нормальная эксплуатация: Эксплуатация объекта строительства в определенных проектом эксплуатационных пределах и условиях.

3.30 нормативная сейсмичность: Сейсмичность района строительства, определяемая для нормативных периодов повторяемости и средних грунтовых условий с помощью ОСР.

3.31 общее сейсмическое районирование (ОСР): Выделение в масштабах страны территорий, однородных с точки зрения сейсмической опасности, для целей планирования развития регионов, размещения и проектирования объектов массового строительства, выполняемое в общем случае без проведения полевых работ.

3.32 осциллятор: Одномассовая линейно-упругая динамическая система, состоящая из массы, пружины и демпфера.

3.33 относительное движение: Движение точек сооружения относительно основания во время землетрясения под влиянием сейсмических сил (нагрузок).

3.34 пассивная система сейсмоизоляции: Система, параметры которой зависят только от свойств образующих ее сейсмоизолирующих элементов, обеспечивающих снижение механической энергии, передающейся конструктивной системе при землетрясении, без использования дополнительных источников энергии.

3.35 переносное движение: Совместное движение сооружения и основания во время землетрясения как единого недеформируемого целого с ускорениями (скоростями или смещениями) основания.

3.36 плита: Изгибаемый плосконапряженный конструктивный элемент, линейный размер которого (пролет L) существенно, не менее чем в 6 раз, превышает минимальный размер его сечения (высоту h). При этом соотношение между размерами сечения (высотой h и шириной b) должно составлять, не менее, $b/h=3$.

3.37 площадка гидротехнического сооружения (площадка строительства): Территория, на которой проектируется (или размещается) гидротехническое сооружение.

3.38 пожарная сейсмостойкость: Состояние здания, сооружения, конструкции, при котором требования по несущей способности и огнестойкости конструкций зданий и сооружений с учётом пожара, возможного как последствие землетрясения, обеспечиваются на уровне, установленном требованиями технических регламентов с учетом раздела 9 настоящего СП.

3.39 полная сейсмоизоляция сооружения: Часть здания считается полностью сейсмоизолированной, если при сейсмической расчетной ситуации она работает в области упругих деформаций. В противном случае, часть здания считается частично сейсмоизолированной.

3.40 предельное состояние по ограничению ущерба: Состояние, связанное с повреждениями конструкций, при котором выполняется требование эксплуатационной пригодности и/или сохранения окружающей среды.

3.41 проектное землетрясение (ПЗ): Землетрясение максимальной интенсивности на площадке строительства с повторяемостью один раз в 500 лет.

3.42 прямой динамический метод расчета сейсмостойкости (ПДМ): Метод численного интегрирования уравнений движения, применяемый для анализа вынужденных колебаний конструкций при сейсмическом воздействии, заданном акселерограммами землетрясений. При ПДМ матрицы жесткости и масс системы используются в исходном виде, без модальных преобразований.

3.43 рамно-связевая система: Система, состоящая из рам (каркаса) и вертикальных диафрагм, стен или ядер жесткости и воспринимающая горизонтальные и вертикальные нагрузки. Горизонтальную и вертикальную нагрузки распределяют между рамами (каркасами) и вертикальными диафрагмами (и другими элементами) в зависимости от соотношения жесткостей этих элементов.

3.44 расчетная сейсмичность здания (сооружения): Значение интенсивности сейсмических воздействий, выраженное в целочисленных баллах макросейсмической шкалы, соответствующих уровню, при котором обеспечиваются установленные нормами требования сейсмостойкости и сейсmobезопасности.

3.45 расчетное землетрясение (РЗ): Землетрясение, на действие которого проектируются сечения и элементы здания и сооружения. Интенсивность РЗ, принимается с учетом положений настоящих норм по картам ОСР, в необходимых случаях, с учетом СМР. Расчет на действие РЗ выполняется с использованием линейно-спектрального метода, с допущением повреждений ненесущих конструкций, и повреждением несущих конструкций, не приводящих к их разрушению и обрушению сооружения или его частей, допускающих ремонт и восстановление сооружения.

3.46 расчетная сейсмичность площадки строительства: Значение интенсивности сейсмических воздействий, выраженное в целочисленных баллах макросейсмической шкалы с учетом заданного периода повторяемости землетрясений, параметров грунтов, слагающих основание площадки объекта капитального строительства, имеющихся данных специальных сейсмологических исследований;

3.47 расчетные сейсмические воздействия: Кинематические параметры движения грунта, определяющие возможную интенсивность нагрузочного эффекта от расчетного землетрясения на конкретной площадке строительства и конкретного объекта капитального строительства применяемые в расчетах сейсмостойкости сооружений: (ускорения, скорости, смещения) в уровне основания, а также зависимости изменения таких параметров во времени (акселерограммы, велосигramмы, сейсмограммы и их основные параметры – амплитуда, длительность, спектральный состав). Могут быть выражены как в соответствующих единицах СИ, так и в баллах шкалы MSK-64 с точностью дискретизации 0,1 балла.

3.48 резонансная характеристика грунта: Совокупность характерных периодов (или частот), на которых достигается резонансное усиление колебаний основания сооружения при прохождении сейсмических волн.

3.49 связевая система: 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.

3.50 сейсмическое воздействие: Движение грунта, вызванное природными или техногенными факторами (землетрясения, взрывы, движение транспорта, работа промышленного оборудования), обуславливающее движение, деформации, иногда разрушение сооружений и других объектов.

3.51 сейсмическое микрорайонирование (СМР): Оценивает влияние свойств грунтов на сейсмические колебания в пределах площадей расположения конкретных сооружений и на территории населенных пунктов. Масштаб карт СМР – 1:50000 и крупнее.

3.52 сейсмическая (инерционная) сила, сейсмическая нагрузка: Сила (нагрузка),

возникающая в системе «сооружение–основание» при колебаниях основания сооружения во время землетрясения.

3.53 сейсмический район: Район с установленными и возможными очагами землетрясений, вызывающими на площадке строительства сейсмические воздействия интенсивностью 6 и более баллов.

3.54 сейсмическое районирование (СР): Картирование сейсмической опасности, основанное на выявлении зон возникновения очагов землетрясений (зон ВОЗ) и определении сейсмического эффекта, создаваемого ими на земной поверхности.

Примечание – Карты СР служат для осуществления сейсмостойкого строительства, обеспечения безопасности населения, охраны окружающей среды и других мероприятий, направленных на снижение ущерба при сильных землетрясениях.

3.55 сейсмическая изоляция: Изменение сейсмической реакции здания или сооружения от сейсмических колебаний грунта достигаемое за счет снижения их взаимодействия и повышения затухания колебаний изолированного сооружения.

3.56 сейсмичность территории: Максимальная интенсивность сейсмических воздействий в баллах на рассматриваемой территории для принятого периода повторяемости землетрясения (в том числе площадки гидротехнического сооружения).

3.57 сейсмогенерирующий разлом: Тектонический разлом, с которым связаны возможные очаги землетрясений.

3.58 скоростные характеристики грунта: Скорости распространения сейсмических (продольных V_p и поперечных V_s) волн в грунтах оснований, измеряемые в м·с⁻¹.

3.59 сейсмостойкость сооружения: Способность сооружения сохранять после расчетного землетрясения функции, предусмотренные проектом, например:

отсутствие глобальных обрушений или разрушений сооружения или его частей, способных обусловить гибель и травматизм людей;

эксплуатация сооружения после восстановления или ремонта;

пожарную безопасность здания (с учетом положений раздела 9);

отсутствие обрушения сооружения в случае повторных толчков с интенсивностью на один балл меньших расчетного землетрясения до восстановления или ремонта.

3.60 спектр отклика однокомпонентной акселерограммы: Функция, связывающая между собой максимальное по модулю ускорение осциллятора и соответствующий этому ускорению период (либо частоту) собственных колебаний того же осциллятора, основание которого движется по закону, определенному данной акселерограммой. Зависит также от величины затухания осциллятора.

3.61 средние грунтовые условия: Грунты категории II по сейсмическим свойствам.

3.62 стена: вертикальный внецентренно сжатый или сжатоизогнутый конструктивный элемент здания, не отвечающий определению колонна. При соответствующих параметрах может одновременно с восприятием вертикальных нагрузок выполнять функцию диафрагмы жесткости. Как правило, непрерывна от фундамента до верха здания. Угол между плоскостью стены и вертикальной плоскостью не превышает 45 градусов.

3.63 стеновая система: Конструктивная система, в которой, как вертикальным, так и нагрузкам в любом из горизонтальных направлений в основном противодействуют вертикальные несущие стены, прочность на сдвиг которых в основании здания составляет более 65 % общей прочности на сдвиг всей конструктивной системы.

3.64 степень сохранности объекта: описательная характеристика объекта капитального строительства, устанавливающая допустимые виды повреждений после расчетного сейсмического воздействия и уровень пригодности его к дальнейшей эксплуатации. Выделяются три степени сохранности:

- степень 1 - отсутствие повреждений несущих конструкций, возможность нормальной эксплуатации без ограничений;

- степень 2 – отсутствие повреждений несущих конструкций выше второй категории по действующей макросейсмической шкале, возможность продолжения эксплуатации после выполнения ремонтно-восстановительных работ;

- степень 3 - сохранение жизни и здоровья людей и ценного оборудования на период эвакуации (демонтажа оборудования), невозможность дальнейшей эксплуатации объекта.

3.65 эффективная модальная масса: Доля массы сооружения, участвующей в динамической реакции по определенной форме колебаний при заданном направлении сейсмического воздействия в виде смещения основания как абсолютно жесткого тела. Значение эффективной массы в долях единицы вычисляют по формуле

$$\mu_i = \frac{\sum_{p=1}^n \sum_{j=1}^6 m_p^j (\eta_{ip}^j)^2}{\sum_{p=1}^n \sum_{l=1}^3 m_p^l r_l^2}.$$

Наряду с безразмерной величиной можно применять значение эффективной модальной массы в % ($\mu_i \cdot 100\%$).

3.66 суммарная эффективная модальная масса: Сумма эффективных модальных масс по учитываемым в расчете форм колебаний

$$\bar{\mu} = \sum_{i=1}^{\bar{n}} \mu_i,$$

где \bar{n} – число учтенных в расчете форм колебаний.

При учете всех форм должно выполняться условие

$$\mu = \sum_{i=1}^n \mu_i = 1,$$

где n – число всех форм колебаний (число динамических степеней свободы системы).

3.67 специализированная организация (здесь): лицо, уполномоченное действующим законодательством и (или) сертифицированное в установленном государством порядке на проведение определенного вида работ, осуществляющее в качестве основной деятельности научную или научно-техническую деятельность, включающую выполнение функций по научно-техническому сопровождению, комплексным изысканиям для строительства, проектирования несущих и ограждающих конструкций, фундаментов и подземных частей сооружений, имеющее в своём составе научно-исследовательскую и опытно-экспериментальную базу, необходимое контрольно-измерительное оборудование, сертифицированное программное обеспечение, располагающее квалифицированным и опытным персоналом, оценка квалификации которого подтверждена государственной системой научной аттестации [8].

Сокращения

В настоящем своде правил применены следующие сокращения:

ВОЗ – возможные очаги землетрясений;

ВСНФ – водоподпорное сооружение в составе напорного фронта;

ГТС – гидротехническое сооружение;

ДСР – детальное сейсморайонирование;

КЗ – контрольное землетрясение;

ЛЭП – линия электропередачи;

МГН – маломобильные группы населения;

МНГС – морские нефтегазопромысловые сооружения;
МРЗ – максимальное расчетное землетрясение;
МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;
НТС – научно-техническое сопровождение;
ОСР – общее сейсмическое районирование;
ПЗ – проектное землетрясение;
РА – расчетная акселерограмма;
РДМ – расчетные динамические модели;
УИС – уточнение исходной сейсмичности;
ЗД – многокомпонентный (ВД).

4 Основные положения

4.1. При проектировании зданий и сооружений надлежит:

- при сравнении вариантов отдавать предпочтение материалам, конструкциям и конструктивным схемам, обеспечивающим снижение сейсмических нагрузок;
- принимать наиболее симметричные конструктивные и объемно-планировочные решения из рассматриваемых объемно-планировочных концепций, с равномерным распределением нагрузок на перекрытия, масс и жесткостей конструкций в плане и по высоте;
- располагать стыки элементов вне зоны максимальных усилий, обеспечивать монолитность, однородность и непрерывность конструкций;
- предусматривать условия, позволяющие развитие в элементах конструкций и их соединениях пластических деформаций и обеспечивающие устойчивость сооружения без его повреждения и разрушения.

Не следует применять конструктивные решения, допускающие обрушение сооружения в случае разрушения или недопустимого деформирования одного несущего элемента.

Примечания

1 Для сооружений, состоящих из более, чем одного динамически независимого блока, классификация и соответствующие признаки относятся к каждому отдельному динамически независимому блоку. Под «отдельным динамически независимым блоком» подразумевают «здание».

2 Расчеты на прогрессирующее обрушение зданий и сооружений выполняются в предусмотренных законами Российской Федерации случаях, по СП 385.1325800 с учетом СП 296.1325800.

4.2. Проектирование зданий высотой более 75 м должно осуществляться при научном сопровождении специализированной организации.

4.3. Нормативную интенсивность сейсмических воздействий в баллах (фоновую сейсмичность) для района строительства следует принимать на основе комплекта карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР), утвержденных в установленном порядке. Указанный комплект карт предусматривает осуществление антисейсмических мероприятий при строительстве объектов и отражает карта А – 10 %, карта В – 5 %, карта С – 1 % вероятности возможного превышения (или 90 %, 95 % и 99 % вероятности непревышения) в течение 50 лет указанных на картах значений сейсмической интенсивности. Указанным значениям вероятностей соответствуют следующие средние интервалы времени между землетрясениями расчетной интенсивности: 500 лет (карта А), 1000 лет (карта В), 5000 лет (карта С).

Карта А ОСР предназначена для оценки нормативной сейсмичности района при проектировании объектов, приведенных в позициях 3 и 4 таблицы 4.2. Заказчик вправе принять для проектирования объектов нормального уровня ответственности карту В при соответствующем обосновании.

Карта В ОСР предназначена для оценки нормативной сейсмичности района при проектировании объектов, приведенных в позиции 2 таблицы 4.2. При проектировании объекта нормального уровня ответственности, приведенного в позиции 2 таблицы 4.2. Заказчиком, по представлению генерального проектировщика, при необходимости, основываясь на заключениях компетентной организации, может быть принята карта А ОСР.

Карта С ОСР предназначена для оценки нормативной сейсмичности района при проектировании объектов, приведенных в позиции 1 таблицы 4.2.

Для уточнения сейсмичности района строительства объектов повышенного уровня ответственности, перечисленных в позициях 1 и 2 таблицы 4.2, дополнительно проводят специализированные сейсмологические и сеймотектонические исследования (ДСР).

4.4. Расчетную сейсмичность площадки строительства объекта повышенного уровня ответственности при нормативной сейсмичности района строительства 6 баллов и более следует устанавливать по результатам СМР, выполняемого в составе инженерных изысканий, с учетом сеймотектонических, грунтовых и гидрогеологических условий.

Расчетную сейсмичность площадки строительства объектов, проектируемых по карте А ОСР, при отсутствии карт СМР следует определять по таблице 4.1.

4.5. Площадки строительства, в пределах которых отмечены тектонические нарушения, перекрытые чехлом рыхлых отложений мощностью менее 10 м, участки с крутизной склонов более 15°, с оползнями, обвалами, осыпями, карстом, селями, участки, сложенные грунтами категорий III и IV, являются неблагоприятными в сейсмическом отношении.

При необходимости строительства зданий и сооружений на таких площадках следует принимать дополнительные меры по укреплению их оснований, усилению конструкций и инженерной защите территории от опасных геологических процессов.

4.6. Тип фундамента, его конструктивные особенности и глубина заложения, не могут быть основой для изменения категории площадки строительства по сейсмическим свойствам.

При выполнении специальных инженерных мероприятий по укреплению грунтов оснований на локальном участке категория грунта по сейсмическим свойствам должна быть определена по результатам СМР.

4.7. Системы сейсмоизоляции следует предусматривать с применением одного или нескольких типов сейсмоизолирующих и (или) демпфирующих устройств, в зависимости от конструктивного решения и назначения сооружения (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.

Здания и сооружения с применением систем сейсмоизоляции следует возводить, как правило, на грунтах категорий I и II по сейсмическим свойствам. В случае необходимости строительства на площадках, сложенных грунтами категорий III и IV, необходимо специальное обоснование.

Проектирование зданий и сооружений с системами сейсмоизоляции следует выполнять при научно-техническом сопровождении специализированной организации.

4.8. Для получения достоверной информации о работе конструкций и колебаниях грунтов, прилегающих к зданиям и сооружениям, при интенсивных землетрясениях в проектах зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, перечисленных в позиции 1 таблицы 4.2, следует предусматривать установку инженерно-сейсмометрических станций наблюдения за динамическим поведением конструкций и прилегающих грунтов.

Т а б л и ц а 4.1 — Расчетная сейсмичность площадки строительства

Категория грунта по сейсмическим свойствам	Грунты	Дополнительная характеристика сейсмических свойств грунтов		Расчетная сейсмичность площадки при сейсмичности района, баллы		
		Сейсмическая жесткость $\rho \cdot V_s$, г/см ³ ·м/с	Скорость поперечных волн V_s , м/с. Отношение скоростей продольных и поперечных	7	8	9

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

			волн, V_p/V_s			
I	Скальные грунты (в том числе многолетнемерзлые и многолетнемерзлые оттаявшие) неветрелые и слабоветрелые; крупнообломочные грунты плотные, маловлажные из магматических пород, содержащие до 30 % песчано-глинистого заполнителя; ветрелые и сильноветрелые 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 1,7–2,2	7	7	8
II	Скальные грунты ветрелые и сильноветрелые, в том числе многолетнемерзлые, кроме отнесенных к категории I; крупнообломочные грунты, за исключением отнесенных к категории I, пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; 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; многолетнемерзлые нескальные грунты пластичномерзлые или сыпучемерзлые, а также твердомерзлые при температуре выше минус 2 °С при строительстве и эксплуатации по принципу I	350–1500	250–700 1,7–2,2 (неводонасыщенные) 2,2–3,5 (водонасыщенные)	7	8	9
III	Пески рыхлые независимо от степени влажности и крупности; пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности водонасыщенные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные; 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; многолетнемерзлые дисперсные грунты при строительстве и эксплуатации по принципу II (допускается оттаивание грунтов основания)	200–350	150–250 3,5–7	8	9	>9
IV	Наиболее динамически неустойчивые разновидности песчано-глинистых грунтов, указанные в категории III, склонные к разжижению при сейсмических воздействиях	<200	60–150 7–15	8*	9*	>9*

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

Примечания

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

2 В случае многослойного строения грунтовой толщи грунтовые условия участка относят 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 многолетнемерзлых грунтах по принципу II грунты основания следует рассматривать по фактическому их состоянию после оттаивания.

6 Если по результатам инженерных изысканий на площадке, расположенной в районе с нормативной сейсмичностью 6 баллов по карте А ОСР, грунты по их описанию соответствуют грунтам категории III или IV по сейсмическим свойствам, расчетную сейсмичность площадки следует определять по результатам СМР, выполняемого в составе инженерных изысканий.

Т а б л и ц а 4.2 – Коэффициенты K_0 , определяемые назначением сооружения

Номер графы	Назначение сооружения или здания	Значение коэффициента K_0	
		при расчете на РЗ, не менее	при расчете на КЗ
1	<p>А) Здания, отнесенные к особо опасным и технически сложным объектам, перечисленные в подпунктах 1), 4), 5), 6), 9), 10.1), 11а) пункта 1 Статьи 48.1 кодекса [1] за исключением сооружений, и подпунктах 1), 2) пункта 2 Статьи 48.1 кодекса [1];</p> <p>Б) объекты (здания, сооружения и коммуникации) жизнеобеспечения городов и населенных пунктов;</p> <p>В) монументальные здания и сооружения;</p> <p>Г) правительственные здания повышенного уровня ответственности;</p> <p>Д) жилые, общественные и административные здания высотой более 200 м</p> <p>Е) мачты и башни сооружений связи и телерадиовещания высотой более 200 м</p>	1,2	2,0
2	<p>Здания и сооружения:</p> <p>А) объекты, перечисленные в подпунктах 7), 8), 10.2), 11б), 11в) пункта 1 и в подпунктах 3), 4) пункта 2 Статьи 48.1 кодекса [1];</p> <p>Б) функционирование которых необходимо при землетрясении и ликвидации 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 помещения и оборудование для применения в аварийных ситуациях);</p> <p>В) 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 75 м; трубы высотой более 75 м;</p> <p>Г) здания: дошкольных образовательных учреждений, общеобразовательных учреждений, для маломобильных групп населения, спальных корпусов интернатов; лечебных учреждений со стационаром, медицинских центров.</p> <p>Д) другие здания и сооружения, разрушения которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям, отнесенные к классу КС 3 по ГОСТ 27751-2014</p>	1,1	1,5

3	Другие здания и сооружения, не указанные в позициях 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, предоставленных для индивидуального жилищного строительства	0,8	–
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 Заказчик по указаниям нормативных и ведомственных документов или по представлению генерального проектировщика относит сооружения по назначению к позиции таблицы 4.2.</p> <p>2 Идентификация зданий и сооружений по принадлежности к опасным производственным объектам – в соответствии с [2].</p>			

5. Расчетные сейсмические нагрузки

5.1. Расчет конструкций и оснований зданий и сооружений, проектируемых для строительства в сейсмических районах, должен выполняться на основные и особые сочетания нагрузок с учетом расчетной сейсмической нагрузки.

При расчете зданий и сооружений на особое сочетание нагрузок значения расчетных нагрузок следует умножать на коэффициенты сочетаний, принимаемые по таблице 5.1. Нагрузки, соответствующие сейсмическому воздействию, следует рассматривать как знакопеременные нагрузки.

Т а б л и ц а 5.1 – Коэффициенты сочетаний нагрузок

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

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 при этом не учитываются.

При определении расчетной вертикальной сейсмической нагрузки следует учитывать массу моста крана, массу тележки, а также массу груза, равного грузоподъемности крана, с коэффициентом 0,3.

Расчетную горизонтальную сейсмическую нагрузку от массы мостов кранов следует учитывать в направлении, перпендикулярном оси подкрановых балок. Снижение крановых нагрузок, предусмотренное СП 20.13330, при этом не учитывают.

5.2. При выполнении расчетов сооружений с учетом сейсмических воздействий следует применять две расчетные ситуации:

а) сейсмические нагрузки соответствуют РЗ. Целью расчетов на воздействие РЗ является определение (принятие) проектных решений, позволяющих предотвратить частичную или полную потерю эксплуатационных свойств сооружением. Расчетные модели сооружений следует принимать соответствующими упругой области деформирования. Расчеты зданий и сооружений на особые сочетания нагрузок следует выполнять на нагрузки, определяемые в

соответствии с 5.5, 5.9, 5.11. При выполнении расчета в частотной области суммарные инерционные нагрузки (усилия, моменты, напряжения, перемещения), соответствующие сейсмическому воздействию, следует вычислять по формулам (5.8), (5.9). Требуемый уровень сохранности объекта принимать по степени 2;

б) сейсмические нагрузки соответствуют КЗ. На действие КЗ рассчитываются законструированные по результатам РЗ сечения и элементы здания, сооружения. Целью расчетов на КЗ является оценка общей устойчивости, неизменяемости, однородности конструкций сооружения, допустимость уровня ускорений, перемещений, скоростей в элементах здания, сооружения, способность конструкций здания к перераспределению внешнего сейсмического воздействия за счет формирования пластических шарниров и иных нелинейных эффектов. Требуемый уровень сохранности объекта принимать по степени 3.

5.2.1 Расчеты по 5.2,а) следует выполнять для всех зданий и сооружений.

Расчеты по 5.2,б) следует применять для зданий и сооружений, перечисленных в позициях пунктов 1 и 2а), 2б), 2в), 2д) таблицы 4.2.

При выполнении расчетов по РЗ и КЗ зданий и сооружений, обозначенных в графах 2, 3, 4 Табл. 4.2 принимают одну карту сейсмичности района строительства в соответствие с 4.3.

5.2.2. Расчеты, соответствующие КЗ, следует выполнять: во временной области с применением инструментальных или синтезированных акселерограмм, по теории предельного равновесия с учетом 5.5 или с использованием иных научно обоснованных методов. При расчете на КЗ следует задавать жесткостные характеристики конструкций здания, соответствующие прогнозируемому или назначаемому уровню деформирования или повреждения его элементов. Учет нелинейного характера зависимости между величиной внешнего воздействия и деформациями (перемещениями) конструкций может выполняться как путем прямого задания диаграммы деформирования, так и с применением различных способов линеаризации. Для расчетов во временной области максимальные амплитуды инструментальных или синтезированных ускорений в уровне основания сооружения следует принимать не менее 1,0; 2,0 или 4,0 м/с² при сейсмичности площадок строительства 7, 8 и 9 баллов соответственно и умножать на коэффициент K_0 по таблице 4.2.

При выполнении расчетов по теории предельного равновесия суммарные инерционные нагрузки, соответствующие сейсмическому воздействию, следует вычислять по формулам (5.8), (5.9) и умножать на коэффициент K_0 по таблице 4.2.

В расчетах с учетом нагрузок, соответствующих КЗ, во временной области следует принимать коэффициент $K_1 = 1$.

5.2.3 При расчетах на РЗ объектов, обозначенных в графе 1 Табл. 4.2 следует выполнять двухуровневый расчет на сейсмические воздействия ПЗ и МРЗ. Нормативную интенсивность сейсмического воздействия для уровня ПЗ следует принимать по карте А ОСР, для уровня МРЗ по карте С ОСР. Описание особого предельного состояния, интенсивность и параметры задания сейсмических воздействий, допускаемые повреждения отдельных элементов и конструкций следует производить при НТС, исходя из требуемых степеней сохранности объекта. Степени сохранности для оценки допускаемых повреждений конструктивных элементов принимать: для ПЗ – степень 1, для МРЗ – степень 2, для КЗ – степень 3.

5.3. Сейсмические воздействия могут иметь любое направление в пространстве.

Для зданий и сооружений с простым конструктивно-планировочным решением допускается принимать расчетные сейсмические воздействия, действующие горизонтально в направлении их продольных и поперечных осей. Сейсмические воздействия в указанных направлениях допускается учитывать раздельно.

При расчете сооружений со сложным конструктивно-планировочным решением следует учитывать наиболее опасные с точки зрения максимальных значений сейсмической реакции сооружения или его частей направления сейсмических воздействий.

Примечание – Конструктивно-планировочное решение зданий и сооружений считается простым, если выполняются все 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) выполнены требования 4.1;
- д) выполнены требования таблицы 6.1;
- е) в перекрытиях отсутствуют большие проемы, ослабляющие диски перекрытий;
- ж) фундаменты здания, сооружения или их отсеков, возводимые на нескальных грунтах, устроены на одном уровне;
- и) перекрытия и (или) покрытия выполнены как жесткие горизонтальные диски, расположенные на одном уровне в пределах одного отсека.

5.4. Вертикальную сейсмическую нагрузку необходимо учитывать совместно с горизонтальной при расчете:

- горизонтальных и наклонных консольных конструкций;
- рам, арок, ферм, пространственных покрытий зданий и сооружений пролетом 24 м и более;
- сооружений на устойчивость против опрокидывания или против скольжения;
- каменных конструкций (по 6.14.4).

5.5. При определении расчетных сейсмических нагрузок на здания и сооружения следует принимать РДМ конструкций, согласованные с расчетными статическими моделями конструкций и учитывающие особенности распределения нагрузок, масс и жесткостей зданий и сооружений в плане и по высоте, а также пространственный характер деформирования конструкций при сейсмических воздействиях.

Массы (вес) нагрузок и элементов конструкций в РДМ допускается принимать сосредоточенными в узлах расчетных схем. При вычислении массы необходимо учитывать только нагрузки, создающие инерционные силы.

Для зданий и сооружений с простым конструктивно-планировочным решением для расчетной ситуации РЗ расчетные сейсмические нагрузки допускается определять с применением консольной РДМ (рисунок 5.1).

При расчетной ситуации КЗ необходимо применять пространственные РДМ конструкций и учитывать пространственный характер сейсмических воздействий.

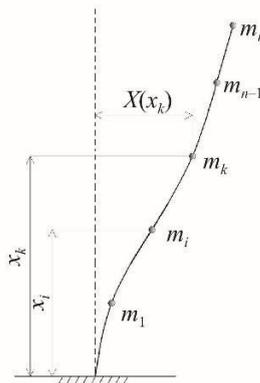


Рисунок 5.1

Расчетные сейсмические нагрузки на здания и сооружения, имеющие сложное конструктивно-планировочное решение, следует определять с применением пространственных РДМ зданий и с учетом пространственного характера сейсмических воздействий.

Расчетная сейсмическая нагрузка (силовая или моментная) S_{ik}^j по направлению обобщенной координаты с номером j , приложенная к узловой точке k РДМ и соответствующая i -й форме собственных колебаний зданий или сооружений, определяется по формуле

$$S_{ik}^j = K_0 K_1 S_{0ik}^j, \quad (5.1)$$

где K_0 – коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность, принимаемый по таблице 4.2;

K_1 – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений, принимаемый по таблице 5.2;

S_{0ik}^j – значение сейсмической нагрузки для i -й формы собственных колебаний здания или сооружения, определяемое в предположении упругого деформирования конструкций по формуле

$$S_{0ik}^j = m_k^j A \beta_i K_\psi \eta_{ik}^j, \quad (5.2)$$

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 5.1;

A – значение ускорения в уровне основания, принимаемое равным 1,0; 2,0; 4,0 м/с² для расчетной сейсмичности 7, 8, 9 баллов соответственно;

β_i – коэффициент динамичности, соответствующий i -й форме собственных колебаний зданий или сооружений, принимаемый в соответствии с 5.6;

K_ψ – коэффициент, принимаемый по таблице 5;

η_{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 5.7, 5.8.

Примечания

1 При сейсмичности площадки 8 баллов и более, повышенной только в связи с наличием грунтов категорий III и IV, при отсутствии данных СМР к значению S_{ik} вводится множитель 0,7, учитывающий нелинейное деформирование грунтов при сейсмических воздействиях.

2 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.

3 При вычислении силовой сейсмической нагрузки S_{0ik}^j ($j = 1, 2, 3$) приняты следующие размерности: S_{0ik}^j [Н], m_k^j [кг]; коэффициенты, входящие в формулу (2), – безразмерные.

4 При вычислении моментной сейсмической нагрузки S_{0ik}^j ($j = 4, 5, 6$) приняты следующие размерности: S_{0ik}^j [Н·м], m_k^j [кг·м²], η_{ik}^j $\left[\frac{1}{\text{м}} \right]$; остальные коэффициенты, входящие в формулу (2), – безразмерные.

5 $m_k^4 = J_k^1$; $m_k^5 = J_k^2$; $m_k^6 = J_k^3$, 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.

5.6. Значения коэффициента динамичности β_i в зависимости от расчетного периода собственных колебаний T_i здания или сооружения по i -й форме при определении сейсмических нагрузок следует принимать по формулам (5.3) и (5.4) или согласно рисунку 5.2.

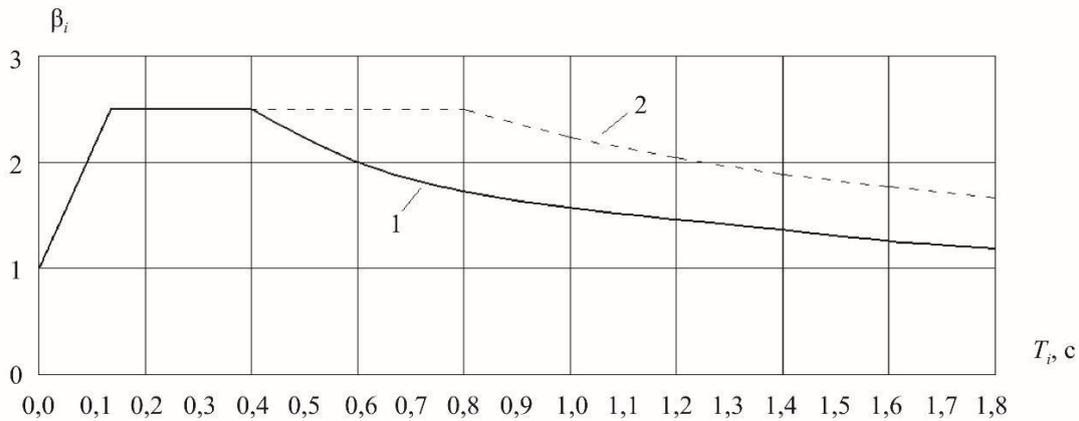


Рисунок 5.2

Для грунтов категорий I и II по сейсмическим свойствам (кривая 1) при:

$$\begin{aligned} T_i \leq 0,1 \text{ с } \beta_i &= 1+15 T_i; \\ 0,1 \text{ с } < T_i < 0,4 \text{ с } \beta_i &= 2,5; \\ T_i \geq 0,4 \text{ с } \beta_i &= 2,5(0,4 / T_i)^{0,5}. \end{aligned} \quad (5.3)$$

Для грунтов категорий III и IV по сейсмическим свойствам (кривая 2) при:

$$\begin{aligned} T_i \leq 0,1 \text{ с } \beta_i &= 1+15 T_i; \\ 0,1 \text{ с } < T_i < 0,8 \text{ с } \beta_i &= 2,5; \\ T_i \geq 0,8 \text{ с } \beta_i &= 2,5(0,8 / T_i)^{0,5}. \end{aligned} \quad (5.4)$$

При назначении по графикам рисунка 5.2 или формулам 5.3), 5.4) значения β_i должны приниматься не менее 0,8.

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

5.7 Для зданий и сооружений, рассчитываемых по пространственной РДМ, значение η_{ik}^j при равномерном поступательном сейсмическом воздействии следует определять по формуле

$$\eta_{ik}^j = \frac{U_{ik}^j \sum_{p=1}^n \sum_{l=1}^3 m_p^l U_{ip}^l r_l}{\sum_{p=1}^n \sum_{j=1}^6 m_p^j (U_{ip}^j)^2}, \quad (5.5)$$

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);

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 α – угол между направлением сейсмического воздействия и обобщенной координатой $l = 1$, β – угол между направлением сейсмического воздействия и горизонтальной плоскостью.

Т а б л и ц а 5.2 – Коэффициент K_1 , учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений

Тип здания или сооружения	Значения K_1
1 Здания и сооружения, в конструкциях которых повреждения или неупругие деформации не допускаются или развитие таких деформаций конструкционно не представляется возможным.	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:	
- из деревянных конструкций	0,15
- со стальным каркасом без вертикальных диафрагм или связей	0,25
- то же, с диафрагмами или связями	0,22
- со стенами из железобетонных крупнопанельных или монолитных конструкций	0,25
- из железобетонных объемно-блочных и панельно-блочных конструкций	0,3
- с железобетонным каркасом без вертикальных диафрагм или связей	0,35
- то же, с заполнением из кирпичной или каменной кладки	0,4
- то же, с диафрагмами или связями	0,3
- из кирпичной или каменной кладки	0,4
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
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 Отнесение зданий и сооружений к 1-му типу проводится заказчиком по представлению генерального проектировщика.</p> <p>2 При выполнении расчета деформаций конструкций при сейсмическом воздействии в частотной области коэффициент K_1 следует принимать равным 1,0.</p>	

5.8 Для зданий и сооружений, рассчитываемых по консольной схеме, значение η_{ik} при поступательном горизонтальном (вертикальном) сейсмическом воздействии без учета моментов инерции массы следует определять по формуле

$$\eta_{ik} = \frac{X_i(x_k) \sum_{j=1}^n m_j X_i(x_j)}{\sum_{j=1}^n m_j X_i^2(x_j)}, \quad (5.6)$$

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 масса принята

сосредоточенной;

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

Для зданий высотой до пяти этажей включительно с незначительно изменяющимися по высоте массами и жесткостями этажей при T_1 менее 0,4 с коэффициент η_k , при использовании консольной схемы для поступательного горизонтального (вертикального) сейсмического воздействия без учета моментов инерции массы, допускается определять по упрощенной формуле

$$\eta_k = \frac{x_k \sum_{j=1}^n m_j x_j}{\sum_{j=1}^n m_j x_j^2}, \quad (5.7)$$

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

Т а б л и ц а 5.3 – Коэффициент, учитывающий способность зданий и сооружений к рассеиванию энергии

Характеристика зданий и сооружений	K_ψ
1 Высокие сооружения небольших размеров в плане (башни, мачты, дымовые трубы, отдельно стоящие шахты лифтов и т. п.)	1,5
2 Каркасные бессвязевые здания, стеновое заполнение которых не оказывает влияния на их деформируемость	1,3
3 Здания и сооружения, не указанные в позициях 1–2	1

5.9. Усилия в конструкциях зданий и сооружений, проектируемых для строительства в сейсмических районах, а также в их элементах следует определять с учетом высших форм их собственных колебаний. Минимальное число форм собственных колебаний, учитываемых в расчете, рекомендуется назначать 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. Должны быть учтены все формы собственных колебаний, эффективная модальная масса которых превышает 5 %. При этом для сложных систем с неравномерным распределением жесткостей и масс необходимо учитывать остаточный член от отброшенных форм колебаний.

Для зданий и сооружений простой конструктивной формы при применении консольной РДМ усилия в конструкциях допускается определять с учетом не менее трех форм собственных колебаний, если период первой (нижней) формы собственных колебаний значение T_1 более 0,4 с, и с учетом только первой формы, если значение T_1 равно или менее 0,4 с.

5.10. При использовании консольной РДМ взаимодействие сооружения с основанием следует принимать в виде жесткого защемления. В пространственной РДМ следует учитывать динамическое взаимодействие сооружения с основанием. Динамические нагрузки, передаваемые сооружением на основание, следует принимать пропорциональными перемещениям самого сооружения. Коэффициенты пропорциональности (коэффициенты упругой жесткости основания) следует определять на основе упругих параметров грунтов, вычисляемых по данным о скоростях упругих волн в грунте или на основе корреляционных связей этих параметров с физико-механическими свойствами грунтов.

П р и м е ч а н и е – При учете взаимодействия сооружения и основания возможно как снижение, так и повышение сейсмических нагрузок.

5.11 Расчетные значения поперечных и продольного усилий, изгибающих и крутящих моментов, нормальных и касательных напряжений N_p в конструкциях от сейсмической нагрузки

при условии статического действия ее на сооружение, а также расчетные значения перемещений следует определять по формуле

$$N_p = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^2}, \quad (5.8)$$

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 следует назначать по знакам значений соответствующих факторов для форм с максимальными модальными массами.

Если периоды i -й и $(i + 1)$ -й форм собственных колебаний сооружения отличаются менее чем на 10 %, то расчетные значения соответствующих факторов необходимо вычислять с учетом их взаимной корреляции. Для этого следует применять формулу

$$N_p = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \rho_i |N_i N_{i+1}|}, \quad (5.9)$$

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

5.12 Вертикальную сейсмическую нагрузку в случаях, предусмотренных в 5.4 (кроме каменных конструкций), следует определять по формулам (5.1) и (5.2), при этом коэффициент K_ψ принимают равным единице, а значение вертикальной сейсмической нагрузки умножают на 0,75.

Консольные конструкции, масса которых по сравнению с массой здания незначительна (балконы, козырьки, консоли для навесных стен и т. п. и их крепления), следует рассчитывать на вертикальную сейсмическую нагрузку при значении $\beta\eta = 5$.

5.13 Конструкции, возвышающиеся над зданием или сооружением и имеющие по сравнению с ним незначительные сечения и массу (парапеты, фронтоны и т.п.), а также крепления памятников, тяжелого оборудования, устанавливаемого на первом этаже, следует рассчитывать с учетом горизонтальной сейсмической нагрузки, вычисленной по формулам (5.1) и (5.2) при $\beta\eta = 5$. Расчет и проектирование навесных фасадных систем, самонесущих и несущих светопрозрачных ограждающих конструкций выполняется с учетом положений раздела 6.20.

5.14 Самонесущие и несущие стены, панели, перегородки, соединения между отдельными конструкциями, а также крепления технологического оборудования следует рассчитывать на горизонтальную сейсмическую нагрузку по формулам (5.1) и (5.2) при значениях $\beta\eta$, соответствующих рассматриваемой отметке сооружения, но не менее 2. При расчете горизонтальных стыковых соединений в крупнопанельных зданиях силы трения, как правило, не учитывают.

5.15 При расчете конструкций на прочность и устойчивость помимо коэффициентов условий работы, принимаемых в соответствии с другими действующими нормативными документами, следует вводить дополнительно коэффициент условий работы m_{tr} , определяемый по таблице 5.4. На коэффициент m_{tr} умножают расчетное сопротивление соответствующего материала конструкции.

5.16 При расчете зданий и сооружений длиной или шириной более 30 м по консольной РДМ помимо сейсмической нагрузки, определяемой по 5.5, необходимо учитывать крутящий момент относительно вертикальной оси здания или сооружения, проходящей через его центр жесткости. Значение расчетного эксцентриситета между центрами жесткостей и масс зданий или сооружений в рассматриваемом уровне следует принимать не менее $0,1B$, где B – размер здания или сооружения в плане в направлении, перпендикулярном действию силы S_{ik} .

Т а б л и ц а 5.4 – Коэффициент условий работы

Характеристика конструкций	Значение m_{tr}
При расчетах на прочность	
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
При расчетах на устойчивость	
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
<p>П р и м е ч а н и е – При расчете стальных и железобетонных конструкций, подлежащих эксплуатации в неотапливаемых помещениях или на открытом воздухе при расчетной температуре ниже минус 40 °С, следует принимать $m_{tr} = 0,9$, в случае проверки прочности наклонных сечений $m_{tr} = 0,8$.</p>	

5.17 При расчете подпорных стен необходимо учитывать сейсмическое давление грунта, значение которого допускается определять с применением квазистатических расчетных схем, принимая ускорение грунта равным произведению $K_0 K_1 A$. Допускается принимать $K_1 = 0,5$ при отсутствии других данных.

5.18 Расчет зданий и сооружений с учетом сейсмического воздействия, как правило, выполняют по предельным состояниям первой группы. В случаях, установленных разделом 6.17 или обусловленных технологическими требованиями, допускается выполнять расчет по второй группе предельных состояний.

5.19 Необходимость учета сейсмических воздействий при проектировании зданий и сооружений пониженного уровня 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 временных зданий и сооружений устанавливается заказчиком.

5.20 Расчет зданий с сейсмоизолирующими системами необходимо выполнять на сейсмические нагрузки, соответствующие уровням РЗ и КЗ, а также на эксплуатационную пригодность.

Расчет системы сейсмоизоляции на сейсмические нагрузки, соответствующие уровню РЗ, следует выполнять по перечислению а) 5.2. Повреждения элементов конструкций сейсмической изоляции не допускаются.

Расчет системы сейсмоизоляции на сейсмические нагрузки, отвечающие уровню КЗ, следует выполнять в соответствии с перечислением б) 5.2 и 5.2.2. При выполнении расчета на КЗ необходима проверка по перемещениям. Необходимо применять реальные акселерограммы, характерные для района строительства, а в случае их отсутствия – генерировать искусственные акселерограммы с учетом грунтовых условий площадки строительства.

Расчет сейсмоизолирующей системы на эксплуатационную пригодность следует выполнять на воздействия вертикальных статических и ветровой нагрузок.

Каждый элемент системы изоляции должен быть спроектирован так, чтобы при максимальных горизонтальных перемещениях воспринимались максимальные и минимальные статические вертикальные нагрузки.

6 Жилые, общественные, производственные здания и сооружения

6.1 Общие положения

6.1.1 Требования раздела 6 должны выполняться независимо от результатов расчета в соответствии с разделом 5.

Требования раздела 6 следует применять в зависимости от расчетной сейсмичности, выраженной в целочисленных баллах сейсмической шкалы интенсивности MSK-64. Если в результате геологических изысканий при СМР получены дробные значения сейсмической интенсивности, расчетные значения сейсмической балльности следует принимать путем математического округления до целого значения.

6.1.2 Здания и сооружения следует разделять антисейсмическими швами в случаях, если смежные участки здания или сооружения имеют перепады высоты 5 м и более, а также существенные отличия друг от друга по жесткости и (или) массе.

Допускается устройство антисейсмических швов между высокой частью и 1–2-этажными пристраиваемыми частями зданий путем шарнирного опирания перекрытия пристройки на консоль высокой части. Глубина опирания должна быть не менее суммы взаимных перемещений и минимальной глубины опирания с обязательным устройством аварийных связей.

Для случаев, когда устройство осадочного шва не требуется, допускается не устраивать антисейсмические швы между зданием и стилобатом при расчетном обосновании совместности их работы и выполнении соответствующих конструктивных мероприятий.

Не допускается устройство антисейсмических швов внутри помещений, которые предназначены для постоянного проживания или длительного нахождения МГН.

В одноэтажных зданиях высотой до 10 м при расчетной сейсмичности 7 баллов антисейсмические швы допускается не устраивать.

6.1.3 Антисейсмические швы должны разделять здания или сооружения по всей высоте. Допускается не устраивать швов в фундаменте, за исключением случаев, когда антисейсмический шов совпадает с осадочным.

6.1.4 Расстояния между антисейсмическими швами не должны превышать для зданий и сооружений: из стальных каркасов – по требованиям для несейсмических районов, но не более 150 м; из деревянных конструкций и мелких ячеистых блоков – 40 м при расчетной сейсмичности 7–8 баллов и 30 м – при расчетной сейсмичности 9 баллов. Для зданий иных конструктивных решений, приведенных в таблице 6.1, – 80 м при расчетной сейсмичности 7–8 баллов и 60 м – при расчетной сейсмичности 9 баллов.

В случае превышения расстояний между антисейсмическими швами сверх установленных расчет сооружений следует выполнять с учетом волнового характера сейсмического воздействия, неоднородности и неравномерности сейсмического воздействия в плане сооружения по

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

методикам, согласованным в установленном порядке.

6.1.5 Высота (этажность) зданий не должна превышать параметров, указанных в таблице 6.1. При различных конструктивно-планировочных решениях разных этажей здания следует применять меньшее из приведенных в таблице 6.1 и 6.1.4 значение параметров для соответствующих несущих конструкций.

Т а б л и ц а 6.1 – Предельные высоты (этажность) зданий в зависимости от конструктивного решения

Несущая конструкция	Предельная высота, м (этажность), при сейсмичности площадки, баллы		
	7	8	9
1 Стальной каркас	Не более 200 м		
2 Железобетонный каркас:			
- рамно-связевый, в т.ч. с балочными элементами, размещаемыми в толще перекрытий (с железобетонными диафрагмами, ядрами жесткости или стальными связями)	57 (16)	50 (14)	34 (9)
- безригельный связевый (с железобетонными диафрагмами, ядрами жесткости или стальными связями)	57 (16)	43 (12)	34 (9)
- безригельный без диафрагм и ядер жесткости	14 (4)	11 (3)	8 (2)
- рамный с заполнением из штучной кладки, воспринимающей горизонтальные нагрузки, в том числе каркасно-каменной конструкции	34 (9)	24 (7)	18 (5)
- рамный без заполнения и с заполнением, отделенным от каркаса	24 (7)	18 (5)	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:			
- 1-й категории	20 (6)	17 (5)	14 (4)
- 2-й категории	17 (5)	14 (4)	11 (3)
8 Стены из керамических кирпичей и камней, бетонных блоков, природных камней правильной формы и мелких блоков, кроме указанных в позиции 7:			
- 1-й категории	17 (5)	15 (4)	12 (3)
- 2-й категории	14 (4)	11 (3)	8 (2)
9 Стены из мелких ячеистых и легкобетонных блоков	8 (2)	8 (2)	4 (1)
10 Деревянные бревенчатые стены, брусчатые, щитовые	8 (2)	8 (2)	4 (1)
П р и м е ч а н и я			
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.			
2 В случаях, когда подземная часть здания конструктивно отделена от грунтовой			

засыпки или конструкций примыкающих участков подземной застройки, подземные этажи включают в этажность и предельную высоту здания.

3 Верхний этаж с массой покрытия менее 50 % средней массы перекрытий здания в этажность и предельную высоту, определяемые по настоящей таблице, не включают.

4 Этажность зданий общеобразовательных организаций (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 повышения этажности проектируемого здания сверх указанной, следует применять специальные системы сейсмозащиты (сейсмоизоляция, демпфирование и т. п.) для снижения сейсмических нагрузок.

6.1.6 Антисейсмические швы следует выполнять путем возведения парных стен или рам, либо рам и стен.

Ширину антисейсмического шва следует назначать по результатам расчетов в соответствии с 5.5, при этом ширина шва на каждом рассматриваемом уровне должна быть не менее суммы амплитуд колебаний смежных отсеков здания.

При высоте здания или сооружения до 5 м ширина такого шва должна быть не менее 30 мм. Ширину антисейсмического шва здания или сооружения большей высоты следует увеличивать на 20 мм на каждые 5 м высоты.

6.1.7 Конструкции примыкания отсеков здания или сооружения в зоне антисейсмических швов, в том числе по фасадам и в местах переходов между отсеками, не должны препятствовать их взаимным горизонтальным перемещениям.

6.1.8 Конструкция перехода между отсеками здания может быть выполнена в виде:

- двух консолей из сопрягающихся блоков с устройством расчетного шва между концами консолей;

- переходов, надежно соединенных с элементами одного из смежных отсеков, опирающихся на несущие конструкции другого отсека. Конструкция опирания должна обеспечивать взаимное расчетное смещение отсеков, исключать возможность соударения при сейсмическом воздействии, не повреждаться и не разрушаться при сейсмическом событии.

Путь эвакуации из динамически независимого блока не должен проходить через антисейсмический шов. При устройстве двух и более путей эвакуации допускается, чтобы не более 50 % из них проходило через антисейсмические швы.

6.2 Основания, фундаменты и стены подвалов

6.2.1 Проектирование фундаментов зданий следует выполнять в соответствии с требованиями нормативных документов на основания и фундаменты зданий и сооружений (СП 22.13330, СП 24.13330, СП 25.13330).

6.2.2 Фундаменты зданий и сооружений или их отсеков, возводимые на нескальных грунтах, должны, как правило, устраиваться на одном уровне.

В случае заложения смежных отсеков зданий на разных отметках переход от более углубленной части к менее углубленной делают уступами; при этом фундаменты примыкающих частей отсеков должны иметь одинаковое заглубление на протяжении не менее 1 м от шва, а отдельные столбчатые фундаменты под колонны, разделенные осадочным швом, должны располагаться на одном уровне. Уступы подошв фундаментов выполняют высотой до 0,6 м и заложением до 1:2 (высота к длине) для связных и до 1:3 для несвязных грунтов в местах переходов от глубоко заложённых фундаментов к фундаментам с меньшей глубиной

заложения. Уступы в скальных грунтах допускается не устраивать.

При устройстве подвала под частью здания (отсека) следует стремиться к его симметричному расположению относительно главных осей.

6.2.3 Фундаменты высоких зданий (более 16 этажей) на нескальных грунтах следует выполнять свайными, свайно-плитными или в виде сплошной фундаментной плиты с заглублением подошвы фундаментов относительно отметки отмостки не менее 2,5 м.

Вертикальная арматура стен и элементов каркаса, в которой расчетом на особое сочетание нагрузок допускается растяжение, должна быть надежно заанкерена в фундаменте.

6.2.4 При строительстве в сейсмических районах по верху сборных ленточных фундаментов из бетонных блоков следует укладывать слой цементного раствора марки 100 или мелкозернистого бетона класса В10 толщиной не менее 40 мм и продольную арматуру диаметром 10 мм из трех, четырех и шести стержней при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно. Через каждые 300–400 мм продольные стержни должны быть соединены поперечными стержнями диаметром не ниже 6 мм.

В случае выполнения стен подвалов из сборных панелей, конструктивно связанных с ленточными фундаментами, укладка указанного слоя раствора не требуется.

6.2.5 В фундаментах и стенах подвалов из крупных блоков должна быть обеспечена перевязка кладки в каждом ряду, а также во всех углах и пересечениях на глубину не менее 1/2 высоты блока; фундаментные блоки следует укладывать в виде непрерывной ленты.

Для заполнения швов между блоками следует применять цементный раствор марки не ниже М50.

6.2.6 В зданиях при расчетной сейсмичности 9 баллов должна быть предусмотрена укладка в горизонтальные швы в углах и пересечениях стен подвалов арматурных сеток длиной 2 м с продольной арматурой общей площадью сечения не менее 1 см².

В зданиях до трех этажей включительно и сооружениях соответствующей высоты при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов допускается применение для кладки стен подвалов блоков пустотностью до 50 %.

6.3 Перекрытия и покрытия

6.3.1 Железобетонные перекрытия и (или) покрытия могут выполняться как жесткие горизонтальные диски, соединенными с вертикальными конструкциями здания и обеспечивающими их совместную работу при сейсмических воздействиях или не создающими жесткий диск элементами, шарнирно опирающимися на несущую систему, не вносящими вклад в распределение жесткостей между вертикальными конструкциями здания. Поэтажная масса должна быть приложена к каждому соответствующему уровню перекрытия.

6.3.2 Жесткость железобетонных перекрытий и покрытий следует обеспечивать:

- анкерровкой арматуры перекрытий в конструкции стен, колонн, балок и других несущих элементов;

- устройством сварных соединений плит между собой, элементами каркаса или стенами;

- устройством болтовых соединений (с применением накладных деталей);

- соединением плит путем устройства замоноличиваемых шпонок с арматурной скобой, соединяющей петлевые арматурные выпуски из плит перекрытия;

- устройством монолитных железобетонных обвязок (антисейсмических поясов) с анкерровкой в них выпусков арматуры из плит;

- замоноличиванием швов между элементами перекрытий мелкозернистым бетоном.

6.3.3 Конструкция и число соединений элементов перекрытий должны быть рассчитаны на восприятие усилий растяжения и сдвига, возникающих в швах между плитами, а также в элементах каркаса или стенах. Для перекрытий, не создающих жесткий диск, расчетом следует проверять сечение и количество креплений к каркасу здания.

Боковые грани панелей (плит) перекрытий и покрытий должны иметь шпоночную или рифленую поверхность. Для соединения с антисейсмическим поясом или для связи с элементами каркаса в панелях (плитах) следует предусматривать выпуски арматуры или закладные детали.

6.3.4 Длину участка опирания сборных плит перекрытий и покрытий на несущие конструкции принимают, мм, не менее:

- для кирпичных и каменных стен 120;
- для стен из вибрированных кирпичных блоков 90;
- для железобетонных и бетонных стен,

стальных и железобетонных балок (ригелей):

- при опирании по двум сторонам 80;
- » » » трем и четырем » 60;
- для стен крупнопанельных зданий при опирании по двум противоположным сторонам 70.

6.3.5 Длина опирания деревянных, металлических и железобетонных балок на стены из штучных материалов и бетона должно быть не менее 200 мм. Опорные части балок должны быть надежно закреплены в несущих конструкциях здания.

Перекрытия в виде прогонов (балок с вкладышами между ними) должны быть усилены с помощью слоя монолитного армированного бетона класса не ниже В15 толщиной не менее 40 мм.

6.3.6 В зданиях до двух этажей включительно для площадок с сейсмичностью 7 баллов и одноэтажных зданиях для площадок сейсмичностью 8 баллов при расстояниях между стенами не более 6 м в обоих направлениях допускается устройство деревянных перекрытий (покрытий). Балки перекрытий (покрытий) следует конструктивно связывать с антисейсмическим поясом и устраивать по ним сплошной дощатый диагональный настил.

6.4 Лестницы

6.4.1 В зданиях высотой более трех этажей не менее одной лестничной клетки для эвакуации в режиме чрезвычайных ситуаций в каждом динамически независимом блоке следует выполнять закрытой, с естественным освещением через окна в наружных стенах на каждом этаже.

Устройство лестничных клеток, являющихся путем эвакуации, в виде отдельно стоящих сооружений не допускается.

6.4.2 Лестничные клетки и лифтовые шахты каркасных зданий с заполнением, не участвующим в работе, следует устраивать в виде ядер жесткости, воспринимающих сейсмическую нагрузку, или в виде встроенных конструкций с поэтажной разрезкой, не влияющих на жесткость каркаса, а для зданий высотой до пяти этажей при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов их допускается устраивать в пределах плана здания в виде конструкций, отделенных от каркаса здания.

Конструкции сборных лестничных маршей и узлов их креплений к несущим элементам зданий, как правило, не должны препятствовать взаимным горизонтальным смещениям смежных перекрытий. При этом лестничные марши должны быть надежно закреплены с одного конца, а конструкция опирания другого конца должна обеспечивать свободное смещение марша относительно опоры, не допуская его обрушения.

Допускается применять конструкции лестничных маршей, связанные с перекрытиями по обоим концам, при этом несущая способность лестничных маршей и узлов их креплений должна быть рассчитана на восприятие нагрузок, возникающих при взаимном смещении перекрытий.

6.4.3 Лестницы следует выполнять из монолитного железобетона, крупных сборных железобетонных элементов, соединяемых между собой с помощью сварки. Допускается устройство лестниц с применением металлических или железобетонных косоуров с наборными

ступенями при условии соединения с помощью сварки или на болтах косоуров с площадками и ступеней с косоурами и деревянных лестниц в деревянных зданиях.

6.4.4 Междуэтажные лестничные площадки следует заделывать в стены. В каменных зданиях площадки следует заделывать на глубину не менее 250 мм и заанкеривать. Лестничные площадки, располагаемые в уровне междуэтажных перекрытий, должны надежно связываться с антисейсмическими поясами или непосредственно с перекрытиями.

Устройство консольных ступеней, заделанных в каменную кладку, не допускается.

6.4.5 Конструкции лестничных клеток и узлы крепления должны обеспечивать условия безопасного использования лестниц при эвакуации в режиме чрезвычайных ситуаций.

6.5 Перегородки

6.5.1 Перегородки следует выполнять ненесущими. Перегородки следует соединять с колоннами, несущими стенами или перекрытиями. При длине перегородки более 3,0 м крепление к перекрытию является обязательным. Допускается выполнять перегородки из штучной кладки в соответствии с требованиями 6.5.5 и 6.14.

6.5.2 Конструкция крепления перегородок к несущим элементам здания и узлов их примыкания должна исключать возможность передачи на них горизонтальных нагрузок, действующих в их плоскости. Крепления, обеспечивающие устойчивость перегородок из плоскости, должны быть жесткими.

Прочность перегородок и их креплений должна быть в соответствии с 5.5 подтверждена расчетом на действие расчетных сейсмических нагрузок из плоскости.

6.5.3 Для обеспечения независимого деформирования перегородок следует предусматривать антисейсмические швы между вертикальными торцевыми и верхней горизонтальной гранями перегородок и несущими конструкциями здания. Ширину швов принимают по максимальному значению перегиба этажей здания при действии расчетных нагрузок с учетом прогиба перекрытия в эксплуатационной стадии, но не менее 20 мм. Швы заполняют упругим эластичным материалом.

6.5.4 Крепление перегородок к несущим железобетонным конструкциям следует выполнять соединительными элементами, приваренными к закладным изделиям или накладным элементам, а также анкерными болтами или стержнями.

Крепление перегородок к несущим элементам пристрелкой дюбелями не допускается.

6.5.5 Перегородки из кирпича или камня при их применении на площадках сейсмичностью 7 баллов следует горизонтально армировать на всю длину не реже, чем через 700 мм по высоте арматурными стержнями общим сечением в шве не менее 0,2 см².

Кирпичную (каменную) кладку перегородок на площадках сейсмичностью 8 и 9 баллов в дополнение к горизонтальному армированию следует усиливать вертикальными двухсторонними арматурными сетками, установленными в слоях цементного раствора марки не ниже М100 толщиной 25–30 мм. Арматурные сетки должны иметь надежное соединение с кладкой.

6.5.6 Дверные проемы в кирпичных (каменных) перегородках на площадках сейсмичностью 8 и 9 баллов должны иметь железобетонное или металлическое обрамление.

6.6 Балконы, лоджии и эркеры

6.6.1 В зданиях, приведенных в поз. 6-9 таблицы 7 устройство эркеров допускается в районах сейсмичностью до 8 баллов включительно с усилением образованных в стенах проемов железобетонными рамами и установкой металлических связей стен эркеров с основными стенами.

6.6.2 Устройство встроенных лоджий допускается с установкой жесткого решетчатого или рамного ограждения в плоскости наружных стен. Устройство пристроенных лоджий допускается с установкой металлических связей с несущими стенами, сечение которых определяется по расчету, но не менее 1 см^2 на 1 м.

6.6.3 Конструкции балконов в зданиях, приведенных в позициях 2, 4 таблицы 6.1, и их соединения с перекрытиями должны быть рассчитаны как консольные балки или плиты.

6.6.4 Вынос стен лоджий и эркеров, заделанных в каменные стены, не должен превышать 1,5 м. Вынос плит балконов, лоджий, эркеров, заделанных в каменные стены, не являющихся продолжением перекрытий, не должен превышать 1,5 м.

6.6.5 Конструкции перекрытий лоджий и эркеров в зданиях, приведенных в позициях 2, 4 таблицы 6.1, должны быть связаны с закладными деталями стеновых элементов или антисейсмическими поясами, устроенными в стенах лоджий и эркеров и связанными с антисейсмическими поясами примыкающих стен или непосредственно с внутренними перекрытиями.

6.7 Особенности проектирования железобетонных конструкций

6.7.1 Проектирование элементов железобетонных конструкций следует выполнять в соответствии с требованиями СП 63.13330 и с учетом требований настоящего свода правил.

6.7.2 При расчете на прочность нормальных сечений изгибаемых и внецентренно сжатых элементов по предельным усилиям значения граничной относительной высоты сжатой зоны бетона ξ_R следует принимать по действующим нормативным документам на бетонные и железобетонные конструкции, умноженными на коэффициент, равный при расчетной сейсмичности: 7 баллов – 0,85; 8 баллов – 0,70; 9 баллов – 0,50.

6.7.3 В качестве ненапрягаемой рабочей арматуры следует преимущественно использовать свариваемую арматуру класса А500. При сравнении вариантов армирования сечений следует отдавать предпочтение арматуре с периодическим профилем поверхности, имеющей значение показателя $f_R \geq 0,075$ по п. 3.7.8 ГОСТ и многорядное расположение поперечных ребер, классов А500СП и А500П. Допускается применение арматуры классов А600, В500 и класса А400 марки 25Г2С.

6.7.4 В несущих элементах железобетонных конструкций не допускается применение стыкуемых дуговой сваркой отдельных стержней, сварных сеток и каркасов, а также анкерных стержней закладных деталей из арматурной стали класса А400 марки 35ГС.

6.7.5 В качестве напрягаемой арматуры следует преимущественно использовать стержневую горячекатаную или термомеханически упрочненную арматуру классов А800 и А1000, стабилизированную арматурную проволоку классов Вр1400, В1500 и В1600 и семипроволочные стабилизированные арматурные канаты классов К1500 и К1600.

6.7.6 Не допускается использовать в качестве рабочей арматурную проволоку Вр500 и арматурный прокат имеющие полное относительное удлинение при максимальном напряжении δ_{\max} при 7 баллах менее 2,5%, 8 баллах менее 5%, 9 баллах менее 7%, с отношением временного сопротивления к пределу текучести $\sigma_B/\sigma_{T(0,2)}$:

- при расчетной сейсмичности 7 баллов менее 1,08;
- при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллах менее 1,15.

6.7.7 Применение арматуры класса В500 в качестве конструктивной или монтажной на площадках с расчетной сейсмичностью 8 и 9 баллов возможно при соблюдении условий:

- удлинение при максимальном напряжении δ_{\max} не менее 5,0%;
- относительное равномерное удлинение δ_p не менее 4,5%;
- отношение $\sigma_B/\sigma_{T(0,2)}$ не менее 1,08.

6.7.8 При сейсмичности 9 баллов не допускается применять арматурные канаты и

стержневую арматуру периодического профиля диаметром более 28 мм без специальных анкеров.

6.7.9 Во внецентренно сжатых элементах, а также в изгибаемых элементах, в которых учитывается продольная сжатая арматура, при сейсмичности 8 и 9 баллов шаг хомутов следует устанавливать по расчету, но не более:

400 мм, а также $12d$ для вязаных каркасов и $15d$ для сварных каркасов (d – наименьший диаметр сжатых продольных стержней, мм) – при $R_{sc} \leq 450$ МПа;

300 мм, а также $10d$ для вязаных каркасов и $12d$ для сварных каркасов – при $R_{sc} > 450$ МПа.

6.7.10 Если общее насыщение внецентренно сжатого элемента продольной арматурой превышает 3 %, хомуты следует устанавливать на расстоянии не более $8d$ и не более 250 мм.

6.7.11 В вязаных каркасах концы хомутов необходимо загибать вокруг стержня продольной арматуры в направлении центра тяжести сечения и заводить их внутрь бетонного ядра не менее чем на $6d$ хомута, считая от оси продольного стержня.

6.7.12 В изгибаемых и внецентренно сжатых элементах конструкций допускается осуществлять стыкование рабочей арматуры при диаметре стержней до 18 мм включительно в зонах сейсмичностью 7 и 8 баллов внахлестку без сварки, а в зонах сейсмичностью 9 баллов – внахлестку без сварки, но с «лапками» или другими анкерными устройствами на концах стержней.

Длина нахлестки должна быть на 30 % больше значений, требуемых по действующим нормативным документам на бетонные и железобетонные конструкции (СП 63.13330), с учетом дополнительных требований настоящего свода правил.

Допускается применение для соединений арматуры специальных механических соединений (опрессованных или резьбовых муфт).

При диаметре стержней 20 мм и более соединение стержней и каркасов следует выполнять с помощью специальных механических соединений (опрессованных и резьбовых муфт) или сварки независимо от сейсмичности площадки.

Шаг хомутов в местах стыкования внахлестку без сварки арматуры внецентренно сжатых элементов должен быть не более $8d$.

Стыкование арматуры стержневых изгибаемых и внецентренно сжатых элементов сварными соединениями внахлестку не допускается. При стыковании арматуры стен, перекрытий, фундаментных плит, а также в малоответственных конструкциях возможно применение сварных соединений арматуры внахлестку. При этом значение длины сварных швов должно быть на 30 % больше значений, требуемых по ГОСТ 14098 для сварного соединения типа С23-Рэ.

В изгибаемых и внецентренно сжатых элементах стыки арматуры внахлестку со сваркой и без сварки следует располагать вне зон максимальных изгибающих моментов.

Стыкование арматуры в монолитных диафрагмах может быть сварным или вязаным внахлест.

В одном сечении должно стыковаться не более 50 % растянутой арматуры.

6.7.13 Несущая способность предварительно напряженных конструкций, определяемая по прочности сечений, должна превышать не менее чем на 25 % усилия, воспринимаемые сечениями при образовании трещин.

6.7.14 В предварительно напряженных конструкциях с натяжением арматуры на бетон напрягаемую арматуру, устанавливаемую из расчета по прочности (предельному состоянию первой группы), следует располагать в закрытых каналах, замоноличиваемых бетоном или раствором прочностью не ниже прочности бетона конструкции устанавливаемой из расчета по предельным состояниям второй группы, в закрытых трубках без сцепления с бетоном.

6.7.15 Диаметр хомутов должен быть не менее 6 мм.

6.8 Железобетонные каркасные здания

6.8.1 В каркасных зданиях конструкцией, воспринимающей горизонтальную сейсмическую нагрузку, могут служить: каркас; каркас с заполнением; каркас с вертикальными связями, диафрагмами или ядрами жесткости. В качестве несущих конструкций зданий высотой более девяти этажей следует использовать каркасы с диафрагмами, связями или ядрами жесткости.

Размеры выступов в здании (при наличии) в плане не должны превышать шага колонн.

При выборе конструктивных схем предпочтение следует отдавать схемам, в которых зоны пластичности возникают в первую очередь в горизонтальных элементах каркаса (ригелях, перемышках, обвязочных балках и т. п.).

6.8.2 В колоннах рамных каркасов многоэтажных зданий при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов шаг хомутов (кроме требований, изложенных в 6.7.9, 6.7.10) не должен превышать $1/2h$, а для рамно-связевых каркасов – не более h , где h – наименьший размер стороны колонн прямоугольного или двутаврового сечения. Диаметр хомутов в этом случае должен быть не менее 8 мм.

6.8.3 В вязаных каркасах концы хомутов необходимо загибать вокруг стержня продольной арматуры и заводить внутрь бетонного ядра не менее чем на $6d$ хомута, считая от оси продольного стержня. В угловых стержнях угол заведения должен быть 30° – 60° .

6.8.4 Элементы сборных колонн многоэтажных каркасных зданий следует укрупнять на несколько этажей. Стыки сборных колонн необходимо располагать в зоне с наименьшими изгибающими моментами. Не допускается стыкование продольной арматуры в сборных элементах колонн внахлестку без сварки.

6.8.5 Стыковать продольную арматуру монолитных колонн каркасных зданий следует в соответствии с требованиями 6.7.12. При стыковании арматуры сваркой следует применять соединения, выполняемые механизированной или ручной дуговой сваркой на стальной скобе-накладке. Для стержней арматуры диаметром до 22 мм включительно допускается стыкование дуговой сваркой продольными швами с парными накладками.

6.8.6 На опорных участках плит перекрытий число устанавливаемой поперечной арматуры, нормальной к плоскости плиты, определяют расчетом на продавливание и конструктивно. В обоих случаях стержни поперечной арматуры, ближайшие к контуру площадки передачи нагрузки, располагают на расстоянии не ближе $1/3h_0$ и не далее $1/2h_0$ от этого контура. Ширина зоны размещения расчетной или конструктивной поперечной арматуры в обоих осевых направлениях должна быть не менее $2h_0$, считая от контура площадки передачи нагрузки.

Поперечная арматура плиты должна состоять из стержней периодического профиля диаметром не менее 8 мм, которые следует соединять с продольной рабочей арматурой посредством контактной сварки или концевых отгибов (крюков). Шаг стержней поперечной арматуры принимают по нормам проектирования железобетонных конструкций.

6.8.7 Для железобетонных колонн многоэтажных каркасных зданий с арматурой классов А400 и А500 армирования рабочей продольной арматурой в любом сечении не должно превышать 6 %, а с арматурой класса А600 – 4 %.

Допускается более высокое насыщение колонн продольной арматурой при условии усиления приопорных участков колонн с помощью конструктивного косвенного армирования сварными сетками с ячейками размером не более 100 мм не менее четырех, располагаемыми с шагом 60–100 мм на длине (считая от торца элемента не менее $10d$, где d – наибольший диаметр стержней продольной арматуры). Сетки из арматуры классов А400, А500, В500 должны быть диаметром не менее 8 мм.

6.8.8 Жесткие узлы железобетонных каркасов зданий должны быть усилены применением сварных сеток, спиралей или замкнутых хомутов.

Зону пересечения ригелей и колонн, а также участки ригелей и колонн, примыкающие к жестким узлам рам на расстоянии, равном полуторной высоте их сечения (но не более 1/4 высоты этажа или пролета ригеля), следует армировать замкнутой поперечной арматурой (хомутами), устанавливаемой по расчету, но не реже чем через 100 мм, а для рамных систем с несущими диафрагмами – не реже чем через 200 мм.

6.8.9 Диафрагмы, связи и ядра жесткости, воспринимающие горизонтальную нагрузку, должны быть непрерывными по всей высоте здания и располагаться в обоих направлениях равномерно и симметрично относительно центра тяжести здания. В каждом направлении следует устанавливать не менее двух диафрагм, расположенных в разных плоскостях. Допускается в верхних этажах здания уменьшать число и протяженность диафрагм при сохранении симметричности их расположения в пределах этажа. Изменение сдвиговой (изгибной) жесткости диафрагм соседних этажей при этом не должно превышать 20 %, а длина каждой диафрагмы жесткости должна быть не менее высоты этажа. В каркасных железобетонных зданиях допускается применение рам-диафрагм и металлических связей.

6.8.10 При проектировании зданий с существенно меньшей жесткостью нижних этажей (здания с «гибким» нижним этажом) с расчетной сейсмичностью площадки строительства 8 и 9 баллов колонны «гибкого» этажа следует выполнять стальными или с жесткой арматурой.

6.8.11 Максимальные расстояния между осями колонн в каждом направлении при безбалочных плитах и безбалочных плитах с капителями следует принимать при сейсмичности 7 баллов — 7,2 м, при сейсмичности 8, 9 баллов — 6,0 м. Толщину перекрытий с капителями и без них безригельного каркаса следует принимать не менее 1/30 расстояния между осями колонн, класс бетона — не ниже В20.

По наружному контуру вертикальных несущих конструкций зданий перекрытия следует опирать на ригели в уровне каждого этажа. Допускается устройство перекрытий и ограждающих конструкций, выступающих за пределы основного каркаса частично или по периметру здания на консольных свесах. Конструкции узлов сопряжения стен и перекрытий должны удовлетворять требованиям 6.8.15.

6.8.12 При расчете прочности нормального сечения плиты безригельных бескапительных каркасов на действие изгибающего момента расчетную ширину сжатой зоны бетона следует принимать не более трехкратной ширины колонн. На этой расчетной ширине в каждом осевом направлении должно быть размещено не менее 50 % общего количества продольной рабочей арматуры плиты, приходящейся на шаг колонн в направлении, перпендикулярном направлению арматуры, 10 % площади всей рабочей арматуры, размещенной на указанной расчетной ширине плиты, необходимо пропустить сквозь тело колонны.

Не менее 30 % всей расчетной продольной арматуры плиты следует устанавливать в форме групп каркасов, плоских вертикальных или пространственных прямоугольного или треугольного сечения. Такие каркасы в обоих осевых направлениях следует сосредотачивать в составе полос усиленного армирования над колоннами, где не менее двух плоских каркасов или двух верхних стержней пространственного каркаса должны быть пропущены сквозь тело колонны, а также в составе арматуры, проходящей через срединные участки пролетов. Непрерывность этих каркасов в пределах общих габаритов перекрытия должна быть обеспечена стыковыми сварными соединениями продольных стержней каркасов в соответствии с 6.7.12. Эти стыковые соединения должны располагаться в зонах минимальных изгибающих моментов по соответствующим осевым направлениям и иметь прочность не ниже нормативного сопротивления стыкуемых стержней.

Сборные каркасные здания, для которых невозможно выполнить данные требования, должны быть рассчитаны на устойчивость к прогрессирующему разрушению с использованием методик, согласованных в установленном порядке.

6.8.13 В качестве ограждающих стеновых конструкций каркасных зданий следует применять легкие навесные панели. Допускается устройство кирпичного или каменного заполнения, соответствующего требованиям 6.14.4, 6.14.5.

6.8.14 Применение самонесущих стен из каменной кладки допускается:

- при шаге пристенных колонн каркаса – не более 6 м;
- при высоте стен зданий, возводимых на площадках сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов, – не более 12, 9 и 6 м соответственно.

6.8.15 Для обеспечения раздельной работы ненесущих и несущих конструкций при сейсмических воздействиях конструкция узлов сопряжения каменных стен и колонн, диафрагм и перекрытий (ригелей) должна исключать возможность передачи на них нагрузок, действующих в их плоскости. Прочность элементов стен и узлы их крепления к элементам каркаса должны соответствовать 5.5 и быть подтверждены расчетом на действие расчетных сейсмических нагрузок из плоскости.

Кладка самонесущих стен в каркасных зданиях должна иметь гибкие связи с каркасом, не препятствующие горизонтальным смещениям каркаса вдоль стен.

Между поверхностями стен и колонн каркаса должен предусматриваться зазор не менее 20 мм. В местах пересечения торцевых и поперечных стен с продольными стенами должны устраиваться антисейсмические швы на всю высоту стен.

По всей длине стен в уровне плит покрытия и верха оконных проемов должны устраиваться антисейсмические пояса, соединенные с каркасом здания.

6.8.16 При проектировании каркасных зданий кроме деформаций изгиба и сдвига в стойках каркаса необходимо учитывать осевые деформации, а также должен быть выполнен расчет на устойчивость против опрокидывания.

6.8.17 Стены из штучной кладки поэтажной разрезки и узлы их крепления могут конструироваться как заполнение, участвующее в работе каркаса, либо как заполнение, отделенное от каркаса. Заполнение, участвующее в работе каркаса, рассчитывают и конструируют как несущую стену.

6.8.18 Конструкции узлов примыканий элементов ненесущих стен, отделенных от каркаса, к несущим конструкциям здания должны исключать возможность передачи на них нагрузок, действующих в их плоскости. Прочность элементов стен такой конструкции и узлов их крепления к элементам каркаса должна быть подтверждена расчетом на действие сейсмических нагрузок из плоскости. В узлах примыкания участков ненесущих стен различных направлений должны быть предусмотрены вертикальные антисейсмические швы толщиной не менее 20 мм, заполненные эластичным материалом.

6.8.19 Железобетонные каркасы одноэтажных зданий в поперечном направлении рекомендуется проектировать, как правило, по конструктивной схеме в виде стоек, заземленных в фундаментах и с шарнирным сопряжением с ригелями покрытия. Для районов сейсмичностью 7 баллов пролеты, стропильные и подстропильные конструкции принимают как для несейсмических районов. Для районов сейсмичностью 8 и 9 баллов пролеты принимают 24,0 и 12 м соответственно. Шаг стропильных конструкций принимают для районов сейсмичностью 8 баллов – 6,0 и 12 м, для районов сейсмичностью 9 баллов – 6,0 м; подстропильные конструкции не применяются.

6.9 Особенности проектирования зданий со стальным каркасом

6.9.1 Стальные колонны многоэтажных каркасов рамного типа следует проектировать замкнутого (коробчатого или круглого) сечения, равноустойчивого относительно главных осей инерций, а колонны рамно-связевых каркасов – двутаврового, крестового или замкнутого сечений.

Ригели стальных каркасов следует проектировать из прокатных или сварных двутавров, в том числе с гофрированной стенкой.

6.9.2 Стыки колонн следует, как правило, относить от узлов и устраивать в зоне действия наименьших изгибающих моментов. В колоннах рамных каркасов на уровне ригелей должны быть установлены поперечные ребра жесткости. Зоны развития пластических деформаций в элементах стальных конструкций должны быть вынесены за пределы сварных и болтовых соединений.

6.9.3 При применении для ригелей рам сварных двутавров с плоской стенкой ее гибкость h_w/t_w (где h_w и t_w – высота и толщина стенки соответственно) должна быть не более 50.

Свес поясов сечений ригелей не должен превышать значения $0,25t_f\sqrt{E/R_y}$, где E и R_y – соответственно модуль упругости и расчетное сопротивление стали; t_f – толщина пояса.

6.9.4 Опорные сечения ригелей стальных каркасов многоэтажных зданий следует развивать за счет увеличения ширины полок или устройства вутов в целях снижения напряжений в сварных соединениях в зоне примыкания ригелей к колоннам. Допускается стыки ригелей с колоннами выполнять на высокопрочных болтах без увеличения опорных сечений ригелей.

6.9.5 Для элементов, работающих в упругопластической стадии, следует применять малоуглеродистые и низколегированные стали с относительным удлинением не менее 20 %.

6.9.6 При проектировании одноэтажных производственных зданий с рамами в поперечном направлении и вертикальными связями по колоннам в продольном направлении вертикальные связи необходимо располагать по каждому продольному ряду колонн здания.

6.9.7 Для обеспечения пространственной жесткости и устойчивости покрытия и его элементов следует предусматривать систему связей между несущими конструкциями покрытия (фермами) в плоскости верхних и нижних поясов, а также в вертикальных плоскостях.

6.10 Крупнопанельные здания

6.10.1 Крупнопанельные здания следует проектировать с продольными и поперечными стенами, объединенными между собой перекрытиями и покрытиями в единую пространственную систему, воспринимающую сейсмические нагрузки.

При проектировании крупнопанельных зданий необходимо:

- предусматривать панели стен и перекрытий, как правило, размером на комнату;
- осуществлять вертикальные и горизонтальные стыковые соединения панелей продольных и поперечных стен между собой и с панелями перекрытий (покрытий) сваркой арматурных выпусков, закладных деталей или на болтах и замоноличиванием вертикальных и горизонтальных стыков мелкозернистым бетоном класса не ниже В15 и не ниже класса бетона панелей. Все замоноличиваемые торцевые стыкуемые грани панелей стен и перекрытий (покрытий) следует выполнять с рифлеными или зубчатыми поверхностями. Глубину (высоту) шпонок и зубьев принимают не менее 40 мм;

- при опирании перекрытий на наружные стены здания и стены у антисейсмических швов предусматривать охват вертикальной арматуры стеновых панелей арматурой швов, приваренной к выпускам арматуры плит перекрытия.

При соответствующем экспериментальном обосновании допускается выполнять вертикальные стыковые соединения стен на закладных деталях, без устройства замоноличиваемых вертикальных колодцев и рифленых поверхностей граней панелей стен. Допускается к применению для поэтажной стыковки элементов панельного здания винтовая

арматура, в том числе предварительно напряженная, со стяжными муфтами и контргайками.

6.10.2 Армирование стеновых панелей следует выполнять двухсторонним, в виде пространственных каркасов или арматурных сеток. Площадь вертикальной и горизонтальной арматуры, устанавливаемой у каждой плоскости панели, должна составлять не менее 0,05 % площади соответствующего сечения стены.

Толщину внутреннего несущего слоя многослойных панелей следует определять по результатам расчета и принимать не менее 100 мм.

Закладные детали, служащие для соединения панелей между собой, должны быть приварены к рабочей арматуре.

6.10.3 В местах пересечения стен должна быть размещена вертикальная арматура, непрерывная на всю высоту здания. Соединение отдельных стержней следует выполнять при помощи сварки или механических муфтовых соединений. Сварку соединений выполнять в соответствии с п. 6.7.12. Вертикальную арматуру также следует устанавливать по граням дверных и оконных проемов и при регулярном расположении проемов поэтажно стыковать. Площадь поперечного сечения арматуры, устанавливаемой в стыках и по граням проемов, следует определять по расчету, но принимать не менее 2 см².

В местах пересечения стен допускается размещать в наружных панелях не более 60 % расчетного количества вертикальной арматуры с размещением остальной части арматуры во внутренних стеновых панелях на участке не более 1 м от места пересечения стен (за исключением конструктивной арматуры).

6.10.4 Решения стыковых соединений должны обеспечивать восприятие расчетных усилий растяжения и сдвига. Сечение металлических связей в стыках панелей (горизонтальных и вертикальных) определяют расчетом, но их минимальное сечение должно быть не менее 1 см² на 1 пог. м шва.

6.10.5 Встроенные лоджии выполняют длиной, равной расстоянию между соседними несущими стенами. В зданиях на площадках сейсмичностью 8 и 9 баллов в плоскости наружных стен в местах размещения лоджий следует предусматривать устройство железобетонных рам. В зданиях высотой до пяти этажей при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов допускается устройство пристроенных лоджий с выносом не более 1,5 м и связанных с основными стенами металлическими связями.

6.11 Здания с несущими стенами из монолитного железобетона

6.11.1 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.

6.11.2 Монолитные здания следует проектировать, как правило, в виде перекрестно-стеновой системы с несущими или ненесущими наружными стенами. Жесткость верхнего этажа здания должна быть не менее 50 % жесткости нижележащего этажа.

При технико-экономическом обосновании монолитные здания возможно проектировать ствольно-стеновой конструкции с одним или несколькими стволами.

6.11.3 Внутренние поперечные и продольные стены зданий на площадках сейсмичностью 8 и 9 баллов должны быть без изломов в плане в пределах стены. Максимальное расстояние между несущими стенами не должно превышать 7,2 м. В зданиях с ненесущими наружными стенами должно быть не менее двух внутренних продольных и поперечных стен.

6.11.4 Выступ части наружных стен в плане не должен превышать 6 м для зданий с расчетной сейсмичностью 7 и 8 баллов и 3 м для зданий с расчетной сейсмичностью 9 баллов.

6.11.5 Перекрытия могут быть монолитными, сборными и сборно-монолитными.

6.11.6 Стены лоджий следует выполнять как продолжение несущих стен.

6.11.7 При расчете конструкций следует проверять прочность горизонтальных и наклонных сечений глухих стен и простенков, вертикальных сопряжений стен, нормальных сечений в опорных зонах перемычек, сечений по полосе между возможными наклонными трещинами и по наклонной трещине.

6.11.8 Следует предусматривать конструктивное армирование по полю стен вертикальной и горизонтальной арматурой площадью сечения у каждой плоскости стены не менее 0,1 % площади соответствующего сечения стены, в пересечениях стен, местах резкого изменения толщины стены, у каждой из граней проемов арматурой площадью сечения не менее 2 см², объединенной замкнутым хомутом с шагом не более 400 мм.

6.11.9 Армирование монолитных стен следует, как правило, выполнять пространственными каркасами, собираемыми из плоских вертикальных каркасов и горизонтальных стержней или плоских горизонтальных каркасов.

В пространственных каркасах, применяемых для армирования поля стен, диаметр вертикальной арматуры должны быть не менее 10 мм, а горизонтальной – не менее 8 мм. Шаг горизонтальных стержней, объединяющих каркасы, не должен превышать 400 мм. Армирование широких простенков можно выполнять диагональными каркасами.

6.11.10 Стыкование стержней и арматурных каркасов при бетонировании конструкций монолитных зданий (кроме колонн, если они присутствуют) допускается осуществлять:

- внахлестку без сварки – в зонах сейсмичностью 7 и 8 баллов при диаметре стержней до 20 мм;

- внахлестку без сварки, но с «лапками» или с другими анкерными устройствами на концах стержней – в зонах сейсмичностью 9 баллов.

При диаметре стержней 20 мм и более соединение стержней и каркасов следует выполнять с помощью сварки или специальных механических соединений (опрессованных и резьбовых муфт) независимо от сейсмичности площадки.

6.11.11 Перемычки следует армировать пространственными каркасами и заводить их арматуру за грань проема по требованиям СП 63.13330 с учетом дополнительных требований настоящего свода правил, но не менее чем на 500 мм. Высокие перемычки допускается армировать диагональными каркасами.

Шаг поперечных стержней пространственных каркасов перемычек следует принимать не более 10*d* (*d* – диаметр продольных стержней) и не более 150 мм. Диаметр поперечных стержней следует принимать не менее 8 мм.

6.11.12 Вертикальные стыковые соединения стен следует армировать горизонтальными арматурными стержнями, площадь которых определяется расчетом, но должна быть не менее 0,5 см² на 1 пог. м шва в зданиях до пяти этажей на территориях с расчетной сейсмичностью 7 и 8 баллов и не менее 1 см² на 1 пог. м шва в остальных случаях.

6.12 Объемно-блочные и панельно-блочные здания

6.12.1 Объемно-блочные и панельно-блочные здания следует проектировать из цельноформованных или сборных объемных блоков и панелей, изготовляемых из тяжелого или легкого бетона класса не менее В15, объединенных в единую пространственную систему, воспринимающую сейсмические воздействия.

6.12.2 Объединение объемных блоков в единую пространственную систему может осуществляться одним из следующих способов:

- сварка закладных деталей или арматурных выпусков из стен и перекрытий объемных блоков;

- устройство в вертикальных полостях между стенами объемных блоков монолитных бетонных или железобетонных шпонок;

- устройство горизонтальных обвязочных балок в уровнях междуэтажных перекрытий и покрытия;

- замоноличивание стыков по вертикальным и горизонтальным швам мелкозернистым бетоном с пониженной усадкой;

- обжатие столбов объемных блоков вертикальной арматурой, напрягаемой в построечных условиях.

6.12.3 В объемно-блочных зданиях наряду с объемными блоками для восприятия сейсмических нагрузок допускается применять «скрытый» монолитный железобетонный каркас и диафрагмы жесткости, расположенные в вертикальных полостях между блоками.

6.12.4 Плита потолка блока должна быть плоской со вспарушенностью в середине не менее 20 мм. Толщину ее на опорах и в середине принимают по расчету, но не менее 50 мм (в среднем).

6.12.5 Плиты пола и стены объемных блоков следует устраивать часторебристыми или гладкими однослойными или многослойными. Толщина плоских однослойных стен и несущих слоев многослойных стен должна быть не менее 100 мм.

6.12.6 Толщина полок ребристых стен должна быть не менее 50 мм, а высота ребер, включая толщину полок, – не менее 100 мм.

6.12.7 Армирование объемных блоков следует выполнять двухсторонним, в виде пространственных каркасов, сварных сеток и отдельными стержнями, объединенными в единый арматурный пространственный блок. Допускается выполнять армирование плоских стен одинарным в виде плоской сварной сетки.

Площадь вертикальной и горизонтальной арматуры, устанавливаемой у каждой плоскости панели для арматуры каждого вида, должна составлять не менее 0,1 % площади соответствующего сечения плиты.

6.12.8 Объемные блоки с одинарным армированием трех плоских стен допускается применять:

- в зданиях со скрытым монолитным каркасом независимо от этажности;

- в зданиях других типов – высотой не более пяти этажей при расчетной сейсмичности 7, 8 баллов и не более трех этажей – при расчетной сейсмичности 9 баллов.

6.12.9 Поэтажное опирание объемных блоков должно быть, как правило, по всей длине несущих стен. В зданиях до пяти этажей при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов и до трех этажей при расчетной сейсмичности 9 баллов допускается опирание блоков только по углам. При этом длина зоны опирания должна быть не менее 300 мм в каждую сторону от угла.

6.12.10 В зданиях более двух этажей, как правило, должно быть не менее одной внутренней стены. При этом в наружных стенах допускается применять блоки различных типоразмеров, выступающие или западающие на длину до 1,5 м.

6.12.11 Выступ части наружных стен здания в плане не должен превышать 6,0 м.

6.12.12 Конструктивные решения вертикальных и горизонтальных связей должны обеспечивать восприятие расчетных усилий. Необходимое сечение металлических связей определяют расчетом, но принимают не менее:

- вертикальных – 30 мм² на 1 пог. м горизонтального шва между смежными по высоте блоками при сейсмичности 7 и 8 баллов и 50 – при сейсмичности 9 баллов;

- горизонтальных – 150 мм² на 1 пог. м горизонтального шва между смежными в плане блоками.

При этом связи между смежными блоками допускается выполнять сосредоточенными по углам блоков.

В расчетах трение в горизонтальных стыковых соединениях не учитывают.

6.12.13 Размеры поперечного сечения элементов «скрытого» монолитного каркаса (колонн и ригелей) определяют расчетом, но они должны быть не менее 160 × 200 мм. Армирование колонн и ригелей «скрытого» каркаса должно осуществляться пространственными каркасами. При этом колонны должны иметь продольную арматуру не менее 4 d_{12} класса А400, ригели – 4 d_{10} при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов и не менее 4 d_{12} при расчетной сейсмичности 9 баллов.

Класс бетона элементов «скрытого» каркаса должен быть не ниже В15.

6.12.14 Толщина монолитных диафрагм жесткости, выполняемых в полостях между блоками, должна быть не менее 100 мм. Армирование монолитных диафрагм жесткости допускается выполнять одинарными сетками.

6.12.15 Конструктивные решения диафрагм жесткости и элементов «скрытого» каркаса должны обеспечивать их совместную работу с объемными блоками.

6.12.16 При проектировании панельно-блочных зданий необходимо:

- предусматривать панели стен и перекрытий размером на комнату;
- соединять панели стен и перекрытий между собой и с блоками путем сварки выпусков арматуры, анкерных стержней или закладных деталей и замоноличивания вертикальных колодцев и участков стыков по горизонтальным швам мелкозернистым бетоном с пониженной усадкой;

- предусматривать сварные соединения выпусков арматуры из панелей перекрытий с вертикальной арматурой стеновых панелей при опирании перекрытий на наружные стены и стены у температурных швов.

6.12.17 При устройстве в объемно-блочных и панельно-блочных зданиях системы сейсмоизоляции со сваркой закладных деталей или арматурных выпусков из стен и перекрытий объемных блоков без мероприятий по устройству скрытого железобетонного каркаса, изоляция должна выполняться исключительно по принципу «полной изоляции». Пластические деформации и образование пластических шарниров в таких сооружениях не допускается.

6.13 Здания со стенами из крупных блоков

6.13.1 Стеновые блоки могут быть выполнены из бетонов, в том числе легких, а также изготовлены из кирпича или других штучных материалов с применением вибрирования в формах на вибростоле. Требуемое значение нормального сцепления кирпича (камня) с раствором в блоках определяют расчетом, но оно не должно быть менее 120 кПа.

Блоки наружных стен могут быть однослойными или многослойными.

6.13.2 Стены из крупных блоков могут быть:

- а) двухрядной и многорядной разрезки. 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, соединяемые между собой с помощью сварки закладных деталей или арматурных выпусков;

- в) многорядной разрезки, усиленные вертикальными железобетонными включениями.

6.13.3 Стеновые блоки должны быть армированы пространственными каркасами. Вертикальную арматуру в блоках устанавливают по расчету, но не менее 2 d_8 класса А240 по каждой боковой грани. Неармированные блоки допускаются на площадках сейсмичностью 7 баллов в зданиях высотой до трех этажей, а на площадках сейсмичностью 8 баллов – в одноэтажных зданиях. Стеновые блоки (как для наружных, так и для внутренних стен) следует применять только с пазами или четвертями на торцевых вертикальных гранях.

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

Блоки следует соединять между собой сваркой закладных деталей или выпусков арматуры. Вертикальная арматура по торцам простеночных блоков, в том числе на глухих участках стен, должна быть соединена с выпусками арматуры из фундамента, вертикальной арматурой вышележащих и нижележащих простеночных блоков, в том числе блоков смежных этажей, и заанкерена в антисейсмическом поясе перекрытия верхнего этажа.

6.13.4 Антисейсмические пояса в крупноблочных зданиях могут быть монолитными или сборно-монолитными из армированных блоков-перемычек. Блоки-перемычки соединяют между собой в двух уровнях по высоте путем сварки выпусков арматуры или закладных деталей с последующим замоноличиванием.

6.13.5 В уровне перекрытий и покрытий, выполненных из сборных железобетонных плит, по всем стенам должны быть устроены антисейсмические пояса из монолитного бетона, объединяющие выпуски арматуры из торцов плит перекрытий и выпуски из поясных блоков. Ширина пояса должна быть не менее 90 мм, высота – соответствовать толщине плит перекрытий, класс бетона – не ниже В12,5. При подборе арматуры антисейсмических поясов допускается учитывать продольную арматуру поясных блоков.

6.13.6 Связь между продольными и поперечными стенами обеспечивают тщательным бетонированием вертикальных пазов примыкающих блоков, укладкой арматурных сеток в каждом горизонтальном растворном шве и антисейсмическими поясами.

6.13.7 Стержни вертикальной арматуры должны быть установлены 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 продольную арматуру пропускают через отверстия в поясных блоках и стыкуют сваркой. Пазы в блоках в местах установки вертикальной арматуры следует заделывать бетоном на мелком щебне класса не менее В15 с вибрированием.

6.13.8 Для повышения сейсмостойкости зданий из крупных блоков следует устраивать вертикальные железобетонные включения в местах пересечения и по свободным торцевым граням стен. Для повышения горизонтальной жесткости глухих участков стен в вертикальных швах между простеночными блоками допускается также устраивать бетонные шпонки и сварные связи выпусков горизонтальной арматуры соседних блоков.

6.14 Здания со стенами из кирпича или каменной кладки

6.14.1 Для возведения стен из каменной кладки применяют керамические кирпичи и камни, бетонные блоки, природные камни правильной формы и мелкие блоки.

Несущие каменные стены следует возводить из кладки на растворах со специальными добавками, повышающими сцепление раствора с кирпичом или камнем. Вертикальные швы кладки следует заполнять раствором, за исключением кладки из кирпича и камней с пазогребневыми соединениями.

При расчетной сейсмичности 7 баллов допускается возведение несущих стен зданий из кладки на растворах с пластификаторами без применения специальных добавок, повышающих прочность сцепления раствора с кирпичом или камнем.

6.14.2 Запрещается при отрицательной температуре 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 баллов и более.

При расчетной сейсмичности 8 баллов и менее допускается выполнение зимней кладки

с обязательным включением в раствор добавок, обеспечивающих твердение раствора при отрицательных температурах.

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.

6.14.3 Расчет каменных конструкций следует проводить на одновременное действие горизонтально и вертикально направленных сейсмических сил. Значение вертикальной сейсмической нагрузки при расчетной сейсмичности 7–8 баллов должно быть 15 %, а при сейсмичности 9 баллов – 30 % соответствующей вертикальной статической нагрузки.

Направление действия вертикальной сейсмической нагрузки (вверх или вниз) следует принимать более невыгодным для напряженного состояния рассматриваемого элемента.

6.14.4 Для кладки несущих и самонесущих стен или заполнения каркаса применяют следующие изделия и материалы:

а) полнотелый и пустотелый кирпич, керамические камни и блоки марки не ниже М100.

Изделия с пустотами должны иметь: диаметр вертикальных пустот – не более 2мм, стороны квадратных пустот – не более 22 мм, ширину щелевых пустот – не более 16 мм. Внутренние перегородки камня, параллельные плоскости стены, должны быть непрерывными. Пустотность изделий для кладки несущих и самонесущих стен без железобетонных включений или обоем (рубашек) не должна превышать 25 %; не допускается применение керамических камней, имеющих пустоты со значением углов между внутренними перегородками разных направлений, отличным от 90°, на площадках сейсмичностью более 7 баллов;

б) камни и блоки правильной формы из ракушечников, известняков марки не ниже М35 или туфов (кроме фельзитового) марки М50 и выше;

в) для несущих стен следует применять 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 средней плотности не ниже D500.

Для возведения перегородок и ненесущих стен допускается применение кирпича и керамических камней марки не ниже М75 без ограничения размеров и пустот и гипсовых пазогребневых плит.

Штучная кладка стен должна выполняться на смешанных цементных растворах марки не ниже М25 в летних условиях и не ниже М50 в зимних или на специальных клеях. Для кладки блоков следует применять раствор марки не ниже М50 и специальные клеи.

6.14.5 Кладки в зависимости от их сопротивляемости сейсмическим воздействиям подразделяют на категории.

Категория кирпичной или каменной кладки, выполненной из материалов, предусмотренных 6.14.4, определяется временным сопротивлением осевому растяжению по неперевязанным швам (нормальное сцепление), значение которого должно быть в пределах:

$$R_t'' \geq 180 \text{ кПа} - \text{для кладки категории I};$$

$$180 \text{ кПа} \geq R_t'' \geq 120 \text{ кПа} - \text{для кладки категории II}.$$

Для повышения временного сопротивления осевому растяжению по неперевязанным швам (нормальное сцепление) R_t'' следует применять растворы со специальными добавками.

Требуемое значение R_t'' необходимо указывать в проекте. При проектировании значение

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

R_t^u следует назначать в зависимости от результатов испытаний, проводимых в районе строительства.

При невозможности получения на площадке строительства (в том числе на растворах с добавками, повышающими прочность их сцепления с кирпичом или камнем) значения $R_t^u \geq 120$ кПа, применение кирпичной или каменной кладки не допускается.

П р и м е ч а н и е – При расчетной сейсмичности 7 баллов допускается применение кладки из естественного камня при $120 \text{ кПа} > R_t^u > 60 \text{ кПа}$. При этом высота здания должна быть 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 должны предусматриваться специальные мероприятия по уходу за твердеющей кладкой, учитывающие климатические особенности района строительства. Эти мероприятия должны обеспечивать получение необходимых прочностных показателей кладки.

6.14.6 Значения расчетных сопротивлений кладки R_t , R_{sq} , R_{rw} по перевязанным швам должны соответствовать СП 15.13330, а по неперевязанным швам – определяют по формулам (6.1)–(6.3) в зависимости от значения R_t^u , полученного в результате испытаний, проводимых в районе строительства:

$$R_t = 0,45 R_t^u ; \quad (6.1)$$

$$R_{sq} = 0,7 R_t^u ; \quad (6.2)$$

$$R_{rw} = 0,8 R_t^u . \quad (6.3)$$

Значения R_t , R_{sq} и R_{rw} не должны превышать соответствующих значений по кирпичу или камню при разрушении кладки.

6.14.6 Высота этажа зданий с несущими стенами из кирпичной или каменной кладки, не усиленной армированием или железобетонными включениями, не должна превышать при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов 5; 4 и 3,5 м соответственно.

При усилении кладки армированием или железобетонными включениями высоту этажа допускается принимать равной 6; 5 и 4,5 м соответственно.

При этом отношение высоты этажа к толщине стены должно быть не более 12.

6.14.7 Для зданий с неполным каркасом при расчетной сейсмичности 7–8 баллов допускается применение наружных каменных стен и внутренних железобетонных или металлических рам (стоек), при этом должны выполняться требования, установленные для каменных зданий. Высота таких зданий не должна превышать 7 м.

6.14.8 В зданиях с несущими стенами шириной более 6,4 м кроме наружных продольных стен, как правило, должно быть не менее одной внутренней продольной стены. Расстояния между осями поперечных стен или заменяющих их рам должны проверяться расчетом и быть не более приведенных в таблице 6.2. Суммарная длина заменяющих рам должна быть не более 25 % суммарной длины внутренних стен того же направления. Не допускается устройство двух рядом расположенных заменяющих рам одного направления.

В зданиях из мелких ячеисто-бетонных блоков расстояние между стенами независимо от расчетной сейсмичности не должно превышать 9 м.

Т а б л и ц а 6.2 – Расстояния между осями поперечных стен или заменяющих их рам

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

6.14.9 Размеры элементов стен каменных зданий следует определять расчетом. Они должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 6.3.

Т а б л и ц а 6.3 – Размеры элементов несущих и самонесущих стен каменных зданий

Элемент стены	Размер элемента стены, м, при расчетной			Примечание
	сейсмичности, баллы			
	7	8	9	
1 Простенки шириной, не менее, при кладке: - категории I - категории II	0,64 0,77	0,9 1,16	1,16 1,55	Ширину угловых простенков следует принимать на 25 см больше указанной. Простенки меньшей ширины необходимо усиливать железобетонным обрамлением
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	–
4 Выступ стен в плане, не более	2	1	–	–
5 Вынос карнизов, не более: - из материала стен - из железобетонных элементов, связанных с антисейсмическими поясами - из деревянных, оштукатуренных по металлической сетке	0,2 0,4 0,75	0,2 0,4 0,75	0,2 0,4 0,75	Вынос деревянных неоштукатуренных карнизов допускается до 1 м

6.14.10 В уровне перекрытий и покрытий следует устраивать антисейсмические пояса по всем продольным и поперечным стенам, выполняемые из монолитного железобетона или сборные с замоноличиванием стыков и непрерывным армированием. Антисейсмические пояса верхнего этажа должны быть связаны с кладкой вертикальными выпусками арматуры.

В зданиях с монолитными железобетонными перекрытиями, заделанными по контуру в стены, антисейсмические пояса в уровне этих перекрытий не устраивают.

6.14.11 Антисейсмический пояс (с опорным участком перекрытия) следует устраивать, как правило, на всю ширину стены; в наружных стенах толщиной 500 мм и более ширина пояса может быть меньше на 100–150 мм. Высота пояса должна быть не менее 150 мм, класс бетона – не ниже В12,5.

Продольная арматура поясов устанавливается по расчету, но не менее 4d10 при расчетной сейсмичности 7–8 баллов и не менее 4d12 – при 9 баллах.

6.14.12 В сопряжениях стен в кладку должны укладываться арматурные сетки сечением

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

продольной арматуры общей площадью не менее 1 см^2 , длиной 1,5 м через 700 мм по высоте при расчетной сейсмичности 7–8 баллов и через 500 мм – при 9 баллах.

Участки стен и столбы над чердачным перекрытием высотой более 400 мм должны быть армированы или усилены монолитными железобетонными включениями, заанкеренными в антисейсмический пояс. Стены по верху должны иметь обвязочный железобетонный пояс, связанный с вертикальными железобетонными сердечниками.

Кирпичные столбы допускаются только при расчетной сейсмичности 7 баллов. При этом марка раствора должна быть не ниже М50, а высота столбов – не более 4 м. В двух направлениях столбы следует связывать заанкеренными в стены балками.

6.14.13 Сейсмостойкость каменных стен здания следует повышать сетками из арматуры, созданием комплексной конструкции, предварительным напряжением кладки или другими экспериментально обоснованными методами.

Кладки следует армировать сетками в горизонтальных швах и отдельными вертикальными стержнями или каркасами, размещаемыми в теле кладки или штукатурных слоях. Вертикальная арматура должна быть непрерывной и соединяться с антисейсмическими поясами. Не допускается соединение арматуры внахлест без сварки. В случае размещения вертикальной арматуры в штукатурных слоях она должна быть связана с кладкой хомутами, расположенными в горизонтальных швах кладки.

Вертикальные железобетонные элементы (сердечники) должны соединяться с антисейсмическими поясами.

Железобетонные включения в кладку комплексных конструкций, открытые не менее чем с одной стороны, следует устраивать с минимальным размером сечения не менее 120 мм.

При устройстве закрытых железобетонных сердечников минимальный размер их сечения должен быть не менее 150 мм. При этом необходимо предусматривать конструктивные мероприятия, обеспечивающие контроль заполнения бетоном железобетонных сердечников.

При проектировании стен комплексной конструкции из кирпича усиленные монолитными железобетонными включениями антисейсмические пояса и их узлы сопряжения со стойками следует рассчитывать и конструировать как элементы каркасов с учетом работы заполнения. В этом случае предусмотренные для бетонирования стоек пазы должны быть открытыми не менее чем с двух сторон. Если стены комплексной конструкции из кирпича выполняют с железобетонными включениями по торцам простенков, продольная арматура должна быть надежно соединена хомутами, уложенными в горизонтальных швах кладки. Бетон включений должен быть класса не ниже В12,5, кладка должна выполняться на растворе марки не ниже М50, а количество продольной арматуры не должно превышать 0,8 % площади сечения бетона простенков.

П р и м е ч а н и е – Несущую способность железобетонных включений, расположенных по торцам простенков, учитываемая при расчете на сейсмическое воздействие, не следует учитывать при расчете сечений на основное сочетание нагрузок.

6.14.14 В зданиях с несущими стенами в первых этажах, которые используют в качестве магазинов и других помещений, требующих большой свободной площади, следует применять железобетонные или стальные несущие конструкции.

6.14.15 Перемычки следует устраивать, как правило, на всю толщину стены и заделывать в кладку на глубину не менее 350 мм. При ширине проема до 1,5 м заделка перемычек допускается на глубину 250 мм. В ненесущих (навесных) стенах заделка перемычек допускается на глубину 200 мм.

6.15 Деревянные здания

6.15.1 Деревянные здания в сейсмических районах допускается проектировать каркасными, панельными, брусчатыми и бревенчатыми (СП 64.13330).

6.15.2 В каркасных и панельных зданиях сейсмическую нагрузку воспринимают вертикальные и горизонтальные элементы каркаса в сочетании с раскосами и обшивками.

6.15.3 Шаг стоек рекомендуется принимать не более 3 м. Каждая стойка должна крепиться к фундаменту анкерными болтами и иметь металлические связи с соответствующими им стойками по высоте здания и элементами горизонтальных обвязок в уровне перекрытий.

6.15.4 Перекрытия каркасных зданий могут выполняться с балками из сплошных или клеевых брусьев, круглых или окантованных бревен. Перекрытия панельных зданий могут выполняться из панелей или отдельных балок. В уровне перекрытий каркасных и панельных зданий по всем несущим стенам должны быть устроены непрерывные обвязки. Элементы обвязки должны соединяться между собой по всему контуру, включая угловые стыки, металлическими накладками на болтах или стяжками. Каждая балка перекрытия должна крепиться металлическими связями с балками примыкающего участка перекрытия и горизонтальными обвязками по контуру стен здания.

6.15.5 Жесткость стен и перекрытий каркасных и панельных зданий должна быть обеспечена раскосами, обшивкой из конструктивной фанеры или диагональной обшивкой из шпунтованных досок.

6.15.6 Конструкция панелей должна включать в себя контурную обвязку из брусьев с раскосами и обшивки из конструктивной фанеры или диагональные обшивки из шпунтованных досок. Каждая панель должна по всем углам быть связана с примыкающими панелями и горизонтальными обвязками в уровне перекрытий. Должны быть выполнены связи между вертикальными элементами обвязок панелей соседних этажей. Допускается конструктивно объединять связи панелей соседних этажей и их связи с обвязками в уровне перекрытий. Панели нижнего ряда должны быть связаны с фундаментом анкерными болтами. Допускается устанавливать один анкерный болт на две примыкающие стойки обрамления соседних панелей. Связи панелей между собой следует выполнять на болтах. Рекомендуется увеличивать жесткость панельных зданий креплением участка обшивки, выпущенной за контур обвязки панели стены или перекрытия, к обвязке примыкающей панели.

6.15.7 Жесткость стен из брусьев или бревен должна обеспечиваться постановкой стальных нагелей или шипов из древесины твердых пород по всей площади стен в шахматном порядке не реже 700 мм по длине, а также у углов и в пересечениях стен, на участках, примыкающих к оконным и дверным проемам.

6.15.8 Оконные и дверные проемы следует обрамлять жесткими вертикальными элементами, рассчитанными на восприятие сейсмических нагрузок из плоскости стены.

6.15.9 Венцы выше чердачного перекрытия, на которые должны опираться стропила, следует скреплять сквозными нагелями. Верхние венцы в углах и пересечениях следует объединять угловыми балками на врезках и сквозных нагелях.

6.15.10 В углах и пересечениях стен следует устанавливать сжимы в виде вертикальных стоек с обеих сторон, объединенных стяжными болтами с шагом по высоте не более 1,5 м. При этом отверстия под болты в сжимах следует выполнять продолговатыми, не препятствующими осадке срубов. Стойки рекомендуется выполнять неразрезными на всю высоту здания. Сжимы также необходимо ставить у проемов с пролетом более 1,5 м и на

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

участках стен длиной более 6 м.

6.15.11 Пригонка венцов должна быть плотной. При сейсмичности 8 и 9 баллов следует применять врубку 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 допускается врубка в полдерева с прошивкой двумя нагелями в узле по осям брусьев или впритык.

6.15.12 В рубленых домах балки перекрытия следует соединять со стенами врубкой, а в районах сейсмичностью 9 баллов балки перекрытий должны скрепляться стальными гнутыми металлическими полосами с креплением к балке болтами, а к стене нагелями.

6.15.13 В районах сейсмичностью 7 и 8 баллов в брусчатых и бревенчатых зданиях анкерные болты крепления обвязки по верху фундамента дополнительно следует устанавливать 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 анкерные болты должны пропускаться в обруб на один-два венца выше промежуточных дополнительных. Шаг основных анкеров следует принимать не более 1,5 м при сейсмичности 9 баллов и не более 2 м при сейсмичности 7 и 8 баллов.

6.15.14 Конструкции крыш следует принимать безраспорными, преимущественно с легкой кровлей. Жесткость конструкций крыш должна обеспечиваться установкой раскосов между стойками в обоих направлениях плана здания.

6.16 Здания и сооружения из местных материалов

6.16.1 В городах и поселках строительство жилых домов со стенами из сырцового кирпича, самана, грунтоблоков не допускается.

6.16.2 В сельских населенных пунктах, размещаемых в районах сейсмичностью до 8 баллов, строительство одноэтажных зданий из материалов, перечисленных в 6.16.1, допускается при условии усиления стен деревянным антисептированным каркасом с диагональными связями.

6.17 (Исключен, Изм. № 2).

6.18 Оборудование

6.18.1 Требования к размещению оборудования в здании и сооружении, нормы по обеспечению его безопасности при эксплуатации устанавливаются в проектной документации на основании действующих нормативных документов.

6.18.2 При проектировании зданий и сооружений в сейсмических районах следует проверять расчетом или экспериментально крепление высокого и тяжелого оборудования к несущим конструкциям зданий и сооружений, а также учитывать сейсмические усилия, возникающие при этом в несущих конструкциях.

6.19 Сейсмическая безопасность эксплуатируемых зданий (сооружений)

6.19.1 Требования настоящего подраздела следует соблюдать при разработке мероприятий по обеспечению сейсмической безопасности эксплуатируемых зданий, в том числе восстанавливаемых после землетрясения и усиливаемых в связи с изменением сейсмичности площадки или функционального назначения объекта, механическая безопасность которых при расчетном сейсмическом воздействии не обеспечивается в части сохранения жизни людей.

Пр и м е ч а н и е – Под изменением функционального назначения здания подразумеваются изменения,

влекущие за собой повышение ответственности зданий, а также отнесение здания к объектам, функционирование которых в работоспособном состоянии необходимо для ликвидации чрезвычайных ситуаций, обусловленных землетрясением.

6.19.2 Необходимость повышения сейсмостойкости (восстановления или усиления) здания устанавливается на основании результатов технического обследования, выполняемого в соответствии с ГОСТ 31937 с учетом данных сейсмической паспортизации застройки урбанизированной территории (города) и особенностей подходов к сейсмическому риску. Расчетную сейсмичность существующего сооружения следует принимать равной расчетной сейсмичности площадки расположения объекта. Элементы здания с недостаточной несущей способностью выявляют расчетом.

6.19.3 Целью сейсмоусиления является обеспечение такого уровня механической безопасности, при котором сохраняется работоспособное состояние строительного сооружения при воздействии нагрузок основного сочетания и не превышает допустимое значение индивидуального риска в расчетных ситуациях, включающих в себя сейсмические нагрузки.

Риск, связанный с причинением вреда жизни и здоровью людей, возникающий вследствие вторичных природных и антропогенных воздействий, не должен учитываться, за исключением положений раздела 9 настоящего свода правил.

6.19.4 В процессе повышения механической безопасности эксплуатируемых зданий обязательному удовлетворению подлежит требование сохранения жизни людей в случае расчетного сейсмического воздействия.

6.19.5 Критерием безопасной эксплуатации зданий в сейсмических районах является такое его состояние, превышение которого влечет обрушение хотя бы одного перекрытия этого здания. Гарантией соблюдения этого критерия сейсмической безопасности является состояние, при котором степень его повреждения по результатам его расчета на РЗ не превышает $d = 3$. Такое состояние здания является предельно допустимым и называется критическим.

6.19.6 Восстановление зданий, поврежденных землетрясениями, должно сопровождаться технико-экономическим обоснованием и выполняться в рамках проекта реконструкции.

6.19.7 Для удовлетворения требованиям механической безопасности эксплуатируемых зданий с недостаточной сейсмостойкостью необходимо использовать следующие инженерные методы и решения:

- уменьшение остаточного срока эксплуатации здания;
- 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

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

других методов регулирования сейсмической реакции;

- изменение функционального назначения здания (снижение уровня ответственности).

6.19.8 Методы и технологии, применяемые для повышения сейсмостойкости эксплуатируемых зданий, должны обеспечивать выполнение строительно-монтажных работ с минимально возможными ограничениями работоспособности усиливаемого здания по уровню и продолжительности.

Это требование не распространяется на здания, поврежденные в результате землетрясения.

6.19.9 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.

6.19.10 Проект по повышению сейсмостойкости зданий разрабатывают на основе анализа исходной проектной документации и материалов детального обследования основания и конструктивных элементов здания.

6.19.11 Решения о восстановлении или усилении зданий следует принимать с учетом их физического и морального износа, назначения и социально-экономической целесообразности мероприятий по восстановлению или усилению.

6.20 Светопрозрачные конструкции и навесные фасадные системы.

6.20.1 Светопрозрачные конструкции и навесные фасадные системы, а также их крепления к конструкциям зданий следует рассчитывать на сейсмические нагрузки, действующие из их плоскости, и на усилия, возникающие при горизонтальных перекосах этажей, к конструкциям которых они закреплены.

6.20.2 Расчет на сейсмические воздействия элементов светопрозрачных конструкций и навесных фасадных систем зданий и сооружений повышенного уровня ответственности и всех объектов при углах поля облицовки к горизонтальной поверхности светопрозрачных плоскостей превышающих 45 градусов следует выполнять как для сложного конструктивно-планировочного решения, на основе анализа отклика в узлах крепления к несущему каркасу, с учетом п. 5.2.1. Во всех остальных случаях допускается применять упрощенные правила расчета, приведенные в пункте 6.20.7.

6.20.3 Расчет светопрозрачных конструкций и навесных фасадных систем зданий и сооружений проводится по первому и по второму предельному состоянию для оценки прочности и эксплуатационной пригодности по одной из трех расчетных ситуаций.

6.20.4 Расчетную ситуацию для проектирования навесных фасадных систем и светопрозрачных конструкций конкретного объекта принимает заказчик по представлению генерального проектировщика, исходя из требований действующих нормативных документов и из следующих условий:

А) после сейсмического воздействия обеспечена полная пригодность к нормальной эксплуатации. Не допускаются повреждения элементов металлической подконструкции, заполнения светопрозрачных конструкций и облицовочного слоя навесной фасадной системы. Максимальные относительные смещения соседних точек крепления несущих конструкций навесных фасадных систем к кронштейнам или зданию (сооружению) $\delta \leq L_i/200$, $\delta \leq 15$ мм,

где δ – расчетная разность смещений соседних точек крепления металлической подконструкции к кронштейнам или зданию вдоль горизонтальной и вертикальной координатных осей.

L_i – проекция расстояния между соседними точками крепления на ортогональные смещения горизонтальную и вертикальную координатные оси. Выполняется условие

прочности для всех элементов навесных фасадных систем и светопрозрачных конструкций;

Б) после сейсмического воздействия обеспечена частичная пригодность к эксплуатации, требуется частичная замена заполнения светопрозрачной конструкции, облицовочного слоя навесной фасадной системы и частичный ремонт несущей системы. Допускается повреждение отдельных несущих элементов, не приводящее к выпадению заполнения. Выполняется условие прочности для всех несущих элементов навесных фасадных систем. Максимальные относительные смещения соседних точек крепления несущих конструкций навесных фасадных систем к кронштейнам или зданию (сооружению) $\delta \leq L_i/100$;

В) после сейсмического воздействия не регламентируется пригодность к эксплуатации, возможна полная замена навесных фасадных систем или светопрозрачных конструкций. Допускаются значительные повреждения отдельных элементов, разрушение (выпадение) заполнения светопрозрачной конструкции и навесной фасадной системы. Безопасность навесных фасадных систем заключается в исключении угрозы безопасности людей при повреждении и разрушении заполнений (без сохранения ограждающих функций). Выполняется условие прочности для всех несущих элементов навесных фасадных систем. Максимальные относительные смещения соседних точек крепления металлической подконструкции к кронштейнам или зданию не ограничиваются.

6.20.5 Прочностные расчеты светопрозрачных конструкций и навесных фасадных систем зданий и сооружений включают:

- расчет несущих профилей (проверка прочности на растяжение с изгибом, на сдвиг (срез); проверка прочности крепления профиля к несущему кронштейну; проверка жесткости профиля);

- расчет несущего кронштейна (проверка прочности на растяжение с изгибом, на срез) с учетом климатических и сейсмических нагрузок;

- проверку прочности крепления кронштейнов к несущим конструкциям здания или сооружения;

- проверку прочности крепления облицовки.

6.20.6 Физико-механические характеристики материалов профилей, их соединений и крепежных элементов НФ принимаются согласно СП 16.13330 или СП 128.13330 в зависимости от используемого материала конструкций (стальные или алюминиевые).

6.20.7 Нагрузочные эффекты от сейсмического воздействия следует определять путем приложения к навесной фасадной системе горизонтальных S_H и вертикальной S_V сейсмических сил, которые следует определять по формулам:

$$S_H = 0,4a_p K_0 K_{1,f} m_f \beta A \left(1 + 2 \frac{z}{H} \right) \quad (6.4)$$

$$S_V = 0,2m_f \beta A \quad (6.5)$$

где S_H – горизонтальная сейсмическая сила, прикладываемая в центре масс в рассматриваемом направлении элемента фасадной системы или светопрозрачного заполнения;

S_V – вертикальная сейсмическая сила, действующая в центре масс элемента навесной фасадной системы в наиболее неблагоприятном направлении;

a_p – коэффициент динамичности фасадной системы, учитывающий возможное усиление колебаний, принимаемый равным:

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

2,0 – для систем, закрепляемых к перекрытиям и стенам здания;

1,5 – для систем, закрепляемых только к перекрытиям здания;

K_0 – коэффициент, принимаемый по таблице 4.2;

K_{1f} – коэффициент поведения для фасадной системы, принимаемый равным:

1,0 – для расчетной ситуации определяемой поз. 6.20.4А;

0,5 - для расчетной ситуации определяемой поз. 6.20.4Б;

0,25 - для расчетной ситуации определяемой поз. 6.20.4В;

m_f – масса навесной фасадной системы;

β_i – коэффициент динамичности, соответствующий i -й форме собственных колебаний зданий или сооружений, принимаемый в соответствии с п. 5.6;

A – значение ускорения в уровне основания, принимаемое по п. 5.5;

z – высота центра масс рассчитываемого фрагмента навесной фасадной системы над уровнем приложения сейсмического воздействия;

H – высота здания (определяется в соответствии с п. 1 примечаний к табл. 6.1).

Сейсмические силы в вертикальном и одном из горизонтальных направлений учитываются в особом сочетании совместно.

6.20.8 Навесные и светопрозрачные фасадные системы должны быть запроектированы с учетом зазоров между облицовочными элементами, светопрозрачные конструкции - с учетом зазоров между заполнением и несущей системой в плоскости заполнения, которые должны назначаться по формуле:

$$\Delta \geq K_{\Delta} * \delta, \quad (6.6)$$

где K_{Δ} – коэффициент расчетной ситуации, принимаемый:

1,2 – для расчетной ситуации, определяемой поз. 6.20.4А;

2,0 - для расчетной ситуации, определяемой поз. 6.20.4Б;

3,0 - для расчетной ситуации, определяемой поз. 6.20.4В;

Но не менее Δ_{\max} , при достижении которого происходит выпадение и разрушение заполнения системы.

6.20.9 Предельное значение расчетной разности смещения соседних точек крепления δ следует определять по результатам экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования следует проводить на натуральных фрагментах, отражающих работу всей навесной фасадной системы или светопрозрачной конструкции.

6.20.10 Анкерный крепеж НФ должен соответствовать следующим требованиям:

- крепление анкерного крепежа рассчитывается из условия прочности и деформативности на действия расчетных нагрузок от сейсмических воздействий, с учетом места расположения по высоте здания;

- не допускается применение анкерного крепежа в виде саморезов для соединения элементов НФ между собой и с конструкциями здания.

6.20.11 Для установки НФ должны также выполняться следующие условия:

- применение фасадных конструкций в конкретном проекте должно соответствовать

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

условиям (типоразмерный ряд, условия эксплуатации, места установки), для которых в отношении данного типа НФ выполнялись испытания на сейсмостойкость (при наличии положительного заключения по результатам таких испытаний);

- до начала монтажа несущих элементов НФ следует провести испытания ее конструкций, в том числе на вырыв анкеров из материала несущей системы здания. При этом значения расчетных усилий должны быть не менее значений, установленных в регламентных требованиях (технических условиях и пр.) организаций-производителей с учетом нагрузок от сейсмического воздействия;

- узлы крепления НФ к несущим конструкциям здания должны обеспечивать свободные деформации ограждений при температурно-влажностных воздействиях, в процессе прогнозируемой деформации каркаса здания, а также в процессе прогнозируемой осадки здания в период строительства и стабилизации осадок;

- не допускается установка анкерного крепежа в наружные ограждающие стены, выполненные из каменных материалов, легких и ячеистобетонных блоков плотностью ниже 800 кг/м³;

- все элементы крепления и фиксации несущего каркаса, которые после монтажа окажутся недоступными для технического осмотра, должны быть защищены от коррозии в соответствии с СП 28.13330;

- конструкции НФ и их крепление к несущим конструкциям следует рассчитывать по прочности, устойчивости и деформативности как в целом, так и для отдельных элементов (узлов).

6.20.12 Мероприятия по оценке и подтверждению соответствия характеристик НФ проектным данным в процессе строительства и при эксплуатации здания следует отражать в проектной документации.

6.20.13 Способы контроля качества (правила контроля, методы испытаний) НФ определяются СП 70.13330, ГОСТ 13015, ГОСТ 17625, ГОСТ 22904, ГОСТ 23858 и др., а также техническими условиями на НФ, разрабатываемыми и утверждаемыми в установленном порядке организациями-производителями.

6.20.14 Требования к организации наблюдений за техническим состоянием НФ (далее – мониторинг) приведены в ГОСТ 31937.

Периодичность мониторинга с геодезической проверкой пространственного положения конструкций НФ устанавливается не реже одного раза в три года.

Внеочередные обследования НФ следует проводить после стихийных бедствий или аварий, а также в случае выявления их аварийного состояния. В первые пять лет эксплуатации здания такие осмотры путем визуального обследования осуществляются после каждого землетрясения на площадке строительства интенсивностью более 3 баллов на площадке расположения здания, а далее в течение всей эксплуатации здания после каждого землетрясения интенсивностью более 5 баллов.

В соответствии с ГОСТ 31937 при мониторинге следует контролировать целостность облицовочного материала, состояние антикоррозионной защиты (металлических элементов, изделий, сварных швов и пр.), техническое состояние элементов подсистемы, влажность утеплителя, крепежа и др.

Конструкции НФ, в которых обнаружены деформации, трещины и другие повреждения, свидетельствующие об изменении пространственного положения, должны быть проверены дополнительно, в рамках специальной программы ремонтно-восстановительных мероприятий.

7. Транспортные сооружения

7.1 Положения настоящего раздела распространяются на строительство сооружений

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

скоростных магистралей, магистралей с преимущественно пассажирским движением, особогрузонапряженных магистралей и железных дорог категорий I–IV, автомобильных дорог общего пользования категорий I–IV, метрополитенов, скоростных городских дорог и магистральных улиц, пролегающих в районах сейсмичностью 6–10 баллов.

7.2. Транспортные сооружения в сейсмических районах, грунты строительных площадок и прилегающие к ним территории (акватории) следует рассматривать как составные части природно-технической системы, подвергающейся при землетрясениях воздействиям в виде сейсмических волн в грунте, перемещений крыльев сейсмоактивных разломов, тектонических разрывов земной поверхности, сейсмооползней, обвалов, осыпей, снежных лавин, селевых и водно-песчаных потоков, разжижения грунта, цунами, гравитационных волн, образующихся при обрушении в водохранилища, заливы и проливы больших масс горных пород, затопления участков местности из-за ее опускания или образования сейсмотектонических и сейсмогравитационных дамб в долинах рек, изменения условий работы грунтов и строительных материалов, влияющих на прочность и устойчивость оснований и несущих конструкций.

7.3. Мероприятия по защите транспортных сооружений от поражающих факторов землетрясений следует предусматривать при новом строительстве, капитальном ремонте (реконструкции) и восстановлении транспортной инфраструктуры после разрушительных подземных толчков.

7.4. Состав и объем защитных мероприятий должны быть достаточными для предотвращения летальных людских потерь, недопустимого экономического и экологического ущерба в результате обрушения сооружений, нарушения устойчивости склонов в полосе отвода транспортных коммуникаций, нарушения транспортной доступности района стихийного бедствия, аварий транспортных средств, выброса в окружающую среду перевозимых по дорожной сети углеводородов, радиоактивных и других опасных веществ, остановки работы предприятий из-за прекращения поставок угля, цемента, леса и других грузов вследствие землетрясения расчетной силы.

7.5. При проектировании транспортных сооружений выбор карты из комплекта карт ОСР следует выполнять по СП 268.1325800.

7.6. Мероприятия по защите от землетрясений транспортных сооружений разрабатываются с предварительным УИС района (пункта) строительства и с учетом результатов работ по СМР строительных участков. Работы выполняются при инженерных изысканиях по правилам, изложенным в СП 269.1325800, учитывающим сейсмотектоническую обстановку, особенности сейсмического режима местности, строение грунтовой толщи, геоморфологические условия, расположение в плане и глубину заложения объекта.

7.7. Проектирование транспортных сооружений в сейсмических районах, в том числе восстанавливаемых после разрушительного землетрясения или усиливаемых в процессе эксплуатации, следует выполнять согласно требованиям, изложенным в СП 268.1325800.

Примечание – Повреждения транспортных сооружений после землетрясения оцениваются согласно СП 270.1325800.

7.8 При проектировании транспортных сооружений следует учитывать требования ГОСТ 27751, СП 119.13330, СП 34.13330, СП 35.13330, СП 122.13330, СП 120.13330, СП 22.13330, СП 24.13330 и СП 63.13330.

8 Гидротехнические сооружения

8.1. Положения настоящего раздела распространяются на проектирование, строительство новых и реконструируемых напорных и безнапорных ГТС в сейсмических районах: плотин, дамб, водоприемников, поверхностных и донных водосбросов, каналов, гидротехнических туннелей, напорных трубопроводов, сооружений на деривационных трактах, шлюзов,

судоподъемников, направляющих и причальных сооружений, рыбопропускных сооружений, берегоукрепительных сооружений, причальных пирсов и стенок, волноломов, доков, подземных сооружений гидроэлектрических станций, ГТС тепловых и атомных станций, а также сооружений, возводимых на шельфе.

8.2 Настоящий раздел устанавливает требования для ГТС, размещаемых или расположенных в районах с нормативной сейсмичностью I^{nor} , равной 6 баллам и более по карте С (со средним периодом повторяемости воздействия один раз в 5000 лет) комплекта карт ОСР.

8.3 Для обеспечения сейсмостойкости проектируемых, строящихся и эксплуатируемых ГТС требуется:

- выполнение комплекса расчетов по оценке прочности и устойчивости сооружений и их элементов с учетом взаимодействия ГТС с основанием и водохранилищем;
- применение конструктивных решений и материалов, повышающих сейсмостойкость ГТС;
- проведение на стадии проектирования водоподпорных сооружений классов I и II и МНГС исследований с задачей установления исходной и расчетной сейсмичности площадки строительства, наличия опасных процессов и явлений, связанных с сейсмичностью, определения расчетных сейсмических воздействий, получение, при необходимости, набора акселерограмм для этих воздействий;
- включение в проекты водоподпорных сооружений классов I и II отдельного раздела о проведении в процессе эксплуатации сооружения мониторинга опасных геодинамических явлений;
- обследование состояния ГТС и их оснований после каждого перенесенного землетрясения интенсивностью 5 баллов и более.

8.4 Все ГТС следует рассчитывать на два уровня сейсмических воздействий: МРЗ и ПЗ.

За МРЗ принимается землетрясение (сейсмическое воздействие) максимальной интенсивности на площадке строительства со средней повторяемостью один раз в 5000 лет для водоподпорных сооружений классов I, II и III и МНГС и повторяемостью один раз в 1000 лет – для всех остальных ГТС.

За ПЗ принимается землетрясение (сейсмическое воздействие) максимальной интенсивности на площадке строительства с повторяемостью один раз в 500 лет для всех ГТС.

Гидротехнические сооружения должны воспринимать МРЗ без угрозы собственного разрушения, в том числе ВСНФ всех классов – без угрозы прорыва напорного фронта, а МНГС – без угрозы собственного разрушения и без угрозы повреждений, приводящих к выбросу в окружающую среду углеводородов.

Сейсмические воздействия уровня ПЗ должны восприниматься ГТС без угрозы для жизни и здоровья людей и с сохранением собственной ремонтпригодности (для ВСНФ – при любом предусмотренном правилами эксплуатации уровне верхнего бьефа). При этом допускаются остаточные смещения, деформации, трещины и иные повреждения.

П р и м е ч а н и е – Морские портовые причальные сооружения классов I и II, а также оградительные сооружения класса I рассчитывают на два уровня сейсмических воздействий. Остальные портовые безнапорные сооружения допускается рассчитывать только на сейсмические воздействия уровня ПЗ.

8.5 При проектировании ГТС для определения нормативной сейсмичности района строительства следует использовать систему нормативных карт ОСР либо список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах согласно приложению А. При этом используют карту:

- карта С ОСР – при расчете на МРЗ водоподпорных сооружений классов I, II и III;
- карта В ОСР – при расчете на МРЗ водоподпорных сооружений класса IV и

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

безнапорных ГТС;

- карта А ОСР – при расчете на ПЗ ГТС всех классов и видов.

8.6 Исходную сейсмичность I^{bg} площадки ВСНФ классов I и II и МНГС для МРЗ и ПЗ следует определять по результатам ДСР. При этом должна быть составлена сеймотектоническая модель сейсмического района расположения объекта, содержащая карту основных зон ВОЗ с параметрами сейсмических воздействий (максимальные магнитуды, глубины очагов и эпицентральные расстояния, повторяемость землетрясений). Следует также установить расчетные параметры сейсмических воздействий из всех выделенных зон на площадке сооружения с определением значений максимальных пиковых ускорений. Должны быть приведены также сведения о наличии или отсутствии активных разломов и возможности склоновых смещений большого объема и их параметрах.

Исходную сейсмичность площадок других ГТС допускается принимать равной:

- при расчете на МРЗ:

- для ВСНФ класса III – значению величины I^{nor} (карта С ОСР);

- для ВСНФ класса IV и безнапорных ГТС – значению величины I^{nor} (карта В ОСР);

- при расчете на ПЗ для ГТС всех классов и видов – значению величины I^{nor} (карта А ОСР).

В случаях, когда нормативная сейсмичность района для требуемого периода повторяемости превышает 9 баллов, исходную сейсмичность площадки ГТС независимо от вида и класса ГТС следует определять на основе ДСР или УИС.

8.7 Расчетную сейсмичность I^{des} площадки ГТС следует устанавливать, исходя из исходной сейсмичности и с учетом данных СМР.

Расчетную сейсмичность принимают для уровней МРЗ и ПЗ.

8.8 Определение расчетных сейсмических воздействий для ГТС, расположенных в сейсмических районах, их проектирование, а также мониторинг опасных для ГТС геодинамических явлений проводят в соответствии с требованиями СП 358.1325800, СП 23.13330, СП 39.13330, СП 40.13330, СП 41.13330, СП 58.13330, СП 369.1325800.

9. Противопожарные мероприятия

9.1 Основные положения

9.1.1 Для обеспечения требуемого предела огнестойкости строительных конструкций зданий и сооружений, при необходимости, следует применять средства огнезащиты, прошедшие подтверждение соответствия по утвержденным методам от испытательных центров и лабораторий, допущенных к проведению таких работ в порядке, установленном действующим законодательством. При этом требования по сейсмостойкости строительных конструкций со средствами огнезащиты, систем противопожарной защиты следует устанавливать в соответствии с настоящим сводом правил, СП 2.13130, СП 5.13130, СП 10.13130.

9.1.2 В настоящем разделе установлены специальные требования пожарной сейсмостойкости к строительным конструкциям зданий, средствам огнезащиты, систем пожарной сигнализации, передачи извещений о пожаре, оповещения и управления эвакуацией людей, противодымной вентиляции, установок автоматического пожаротушения. Пожар как самостоятельная чрезвычайная ситуация не рассматривается.

9.2 Обеспечение требуемых огнестойкости и класса пожарной опасности объектов защиты

9.2.1 Для строительных конструкций зданий и сооружений, возводимых в

сейсмических районах следует обеспечивать требуемую огнестойкость на период эксплуатации и после сейсмического воздействия расчетной интенсивности. При невозможности обеспечения собственного предела огнестойкости следует применять средства огнезащиты. Применяемые средства огнезащиты должны соответствовать требованиям [3].

9.22 Эффективность средств огнезащиты оценивают по ГОСТ Р 53292 и ГОСТ Р 53295. Пределы огнестойкости строительных конструкций с огнезащитой устанавливаются по ГОСТ 30247.1, ГОСТ Р 53299, класс пожарной опасности по ГОСТ 30403 с учетом 9.2.5.

9.23 Выбор способов обеспечения требуемого предела огнестойкости строительных конструкций при проектировании зданий, сооружений и строений в сейсмических районах следует проводить с учетом их устойчивости при пожаре, воздействии землетрясения и после него.

9.24 При реконструкции и капитальном ремонте зданий и сооружений технические решения должны соответствовать [3]. Следует определять пределы огнестойкости и классы пожарной опасности строительных конструкций с учетом методов, способов и применяемых технических решений по сейсмоусилению.

9.25 Применяемые способы огнезащиты должны обеспечивать требуемый предел огнестойкости конструкций зданий и сооружений по сохранению несущей способности (R) после сейсмического воздействия, без ограничения требований по целостности и теплоизолирующей способности (E и I), при температурном воздействии по стандартному температурному режиму по ГОСТ 30247.0.

Допускается временное снижение предела огнестойкости несущих конструкций зданий и сооружений, кроме уникальных и технически сложных, не более чем в два раза после расчетного сейсмического воздействия при условии, что до момента ввода зданий и сооружений в режим нормальной эксплуатации после землетрясения будут выполнены требования [3]. Способы огнезащиты должны обеспечить прочностные характеристики несущих конструкций зданий и сооружений при пониженной длительности огневого воздействия на уровне, достаточном, чтобы выдержать повторные толчки интенсивностью воздействия в два раза меньше, чем расчетное землетрясение.

Для огнезащиты ответственных несущих конструкций не допускается применять плитные материалы.

9.26 Расчетная интенсивность сейсмического воздействия для средств огнезащиты принимается в соответствии с сейсмичностью площадки защищаемого объекта с учетом высоты его размещения.

9.27 Обеспечение пожарной сейсмостойкости огнезащитных покрытий и строительных конструкций следует определять в условиях стандартных испытаний по утвержденным методикам.

9.28 Предел огнестойкости междуэтажных перекрытий при наличии подвесных потолков следует определять на фрагментах, учитывающих результаты испытаний потолка на сейсмические воздействия.

При проведении расчетов строительных конструкций со средствами огнезащиты на сейсмические воздействия следует определять:

- 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.

При расчетах сооружений повышенного уровня ответственности следует учитывать изменение прочностных и деформационных характеристик строительных конструкций

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

вызванных огневым воздействием с длительностью, установленной в 9.2.5.

9.2.9 Нагрузки от средств огнезащиты строительных конструкций и систем противопожарной защиты должны учитываться в расчетах строительных конструкций.

9.2.10 Нагрузки от средств огнезащиты строительных конструкций должны учитываться в прочностных расчетах строительных конструкций.

9.3 Требования к сейсмостойкости систем пожарной сигнализации, передачи извещений о пожаре, оповещения и управления эвакуацией людей, противодымной вентиляции, установок автоматического пожаротушения (далее - системы пожарной автоматики).

9.3.1 Системы пожарной автоматики, предназначенные для применения в зданиях и сооружениях, возводимых в сейсмических районах, должны сохранять работоспособность непосредственно после сейсмического воздействия расчетной интенсивности.

9.3.2 Оценка сейсмостойкости технических средств систем пожарной автоматики и технических решений по их креплению к строительным конструкциям должны определяться в условиях стандартных испытаний по утвержденным методикам.

9.3.3 Надежность систем пожарной автоматики должна обеспечиваться за счет применения устойчивых к сейсмическим воздействиям технических средств, а также обеспечением монтажа (крепления) технологической части в соответствии с учетом расчетных сейсмических воздействий.

9.3.4 Допускаемые перемещения технических средств систем пожарной автоматики следует определять в зависимости от эксплуатационных условий (недопустимые соударения, недопустимые перекосы, разуплотнение герметичных стыков и т.п.).

9.3.5 Сейсмические нагрузки на технические средства систем пожарной автоматики следует задавать с учетом одновременного сейсмического воздействия по трем пространственным компонентам.

9.3.6 При оценке сейсмостойкости технических средств систем пожарной автоматики следует учитывать два вида сейсмических нагрузок:

- инерционные, вызванные динамическими колебаниями системы при заданном сейсмическом воздействии;
- возникающие в результате относительного смещения опор оборудования технологической части систем пожарной автоматики при сейсмическом воздействии.

9.3.7 При оценке сейсмостойкости массивного оборудования технических средств и технологической части систем пожарной автоматики следует учитывать влияние колебаний оборудования на его опорные элементы.

9.3.8 Расчеты сейсмостойкости протяженных элементов технических средств и технологической части систем пожарной автоматики следует выполнять с учетом различия в условиях сейсмического воздействия на опорные конструкции.

9.3.9 Сейсмостойкость технических средств и технологической части систем пожарной автоматики, частично наполненных жидкостью, должна быть обоснована с учетом гидродинамических воздействий при сейсмических колебаниях жидкости.

9.3.10 Жесткая заделка труб при проходке трубопроводов систем пожарной автоматики через стены не допускается. Размеры отверстий для пропусков труб через стены должны обеспечивать в стене зазор вокруг трубы не менее 0,2 м. Зазор следует заполнять эластичным негорючим материалом с пределом огнестойкости не ниже, чем у основной конструкции.

Приложение Г.

Методика расчета сооружений на воздействия, соответствующие КЗ во временной области с применением инструментальных или синтезированных акселерограмм

Г.1. При выполнении расчетов сооружений с учетом сейсмических воздействий следует применять две расчетные ситуации:

Г.1.1 сейсмические нагрузки соответствуют РЗ (расчетное землетрясение).

Г.1.2 сейсмические нагрузки соответствуют КЗ (контрольное землетрясение).

На действие КЗ рассчитываются законструированные по результатам РЗ сечения и элементы здания, сооружения. Целью расчетов на КЗ является оценка общей устойчивости, неизменяемости, однородности конструкций сооружения, допустимость уровня ускорений, перемещений, скоростей в элементах здания, сооружения, способность конструкций здания к перераспределению внешнего сейсмического воздействия за счет формирования пластических шарниров и иных нелинейных эффектов.

Расчеты по Г.1.2 следует применять для зданий и сооружений, перечисленных в позициях 1 и 2 таблицы 4.2.

Г.2 При выполнении расчетов по уровням РЗ и КЗ принимают одну карту сейсмичности района строительства в соответствии с 4.3.

Г.3 При выполнении расчетов, соответствующих КЗ во временной области с применением инструментальных или синтезированных акселерограмм, следует задавать жесткостные характеристики конструкций здания, соответствующие прогнозируемому, или назначаемому уровню деформирования или повреждения его элементов. Учет нелинейного характера зависимости между величиной внешнего воздействия и деформациями (перемещениями) конструкций может выполняться как путем прямого задания диаграммы деформирования, так и с применением различных способов линеаризации. Для расчетов во временной области максимальные амплитуды инструментальных или синтезированных ускорений в уровне основания сооружения следует принимать не менее 1,0, 2,0 или 4,0 м/с² при сейсмичности площадок строительства 7, 8 и 9 баллов, соответственно, и умножать на коэффициент K_0 таблицы 4.2.

В расчетах с учетом нагрузок, соответствующих КЗ, во временной области следует принимать коэффициент $K_1 = 1$.

Г.4 При расчетах во временной области, соответствующих КЗ, с применением инструментальных или синтезированных акселерограмм рассматриваются вынужденные колебания системы под влиянием внешнего воздействия. Решается задача вида:

$$M\ddot{U} + C\dot{U} + KU = F(t),$$

где K – матрица жесткости системы;

M – матрица масс;

C – матрица демпфирования;

$U(t)$ – вектор перемещений;

$F(t)$ – вектор узловых сил, характеризующий внешнее динамическое воздействие.

Расчеты следует выполнять с применением акселерограмм, разработанных или адаптированных для площадки строительства. Расчеты следует выполнять с учетом возможности развития в элементах неупругих деформаций и локальных хрупких разрушений с

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

использованием апробированных программных комплексов. Допускается использовать как ПДМ, так и линейный динамический анализ.

Г.5 Для определения сейсмических воздействий допускается использовать перечисленные ниже методы или их комбинации, которые можно объединить в три основные группы:

Г.5.1 Методы, использующие записи сильных землетрясений максимального расчетного уровня, имевших место на площадке, или имеющиеся аналоговые записи сильных землетрясений.

Г.5.2 Методы, основанные на моделях разлома:

- теоретический метод;
- полуэмпирический метод.

Г.5.3 Методы синтеза расчетных акселерограмм и спектров действия с установленными оценками параметров движений грунта при расчетных воздействиях во временной или (и) спектральной форме.

Г.6 Сейсмические воздействия в зависимости от степени изученности сейсмотектонических и грунтовых условий площадки могут быть определены любым из методов или несколькими методами одновременно: нормативным, эмпирическим, полуэмпирическим и аналитическим. Должны быть получены наиболее вероятные значения параметров сейсмических воздействий и оценка их неопределенности. Применимость каждого из использованных методов должна быть обоснована.

Г.7 При выборе методов определения сейсмических колебаний грунта для проектных основ следует отдавать предпочтение эмпирическому методу, использующему записи сильных движений от землетрясений на площадке максимального расчетного уровня, поскольку они наиболее удовлетворяют реальной площадке.

Г.8 Применение полуэмпирического метода предпочтительно в случае отсутствия записей сильных движений, но при наличии данных о параметрах разлома и о распределении скоростей между разломом и площадкой.

Г.9 Теоретический метод следует применять при наличии записи движений на площадке при слабых землетрясениях, а также параметров разлома, генерирующего расчетное землетрясение

Г.10 Нормативный метод применяется при ограниченной сейсмологической информации о площадке строительства, такой как магнитуда расчетного землетрясения и расстояние до очага. В этом методе сейсмические воздействия синтезируются по стандартному спектру реакции или спектральной плотности, продолжительности и огибающей, зависящей от времени.

Г.11 Аналитический метод применяется в случае отсутствия конкретной информации о площадке. Данный метод рекомендуется для ограниченного применения и получения предварительных оценок.

Г.12 Сейсмические колебания могут быть представлены в виде записей ускорения грунта во времени и соответствующими параметрами (скоростью и перемещением).

Г.13 Если для расчета требуется пространственная модель сооружения, сейсмические колебания должны состоять из трех одновременно действующих акселерограмм. Одна и та же акселерограмма не может быть использована одновременно вдоль обеих горизонтальных направлений.

Г.14 В зависимости от характера применения и от фактически имеющейся информации описание сейсмического воздействия может быть выполнено с использованием искусственных акселерограмм (см. Г.15), а также записанных или синтезированных акселерограмм (см. Г.16).

Г.15 Искусственные акселерограммы должны быть созданы таким образом, чтобы соответствовать форме упругого спектра отклика максимальных ускорений для соответствующих категорий грунта по сейсмическим свойствам для вязкого затухания 5% от критического ($\xi =$

5%).

Г.16 Продолжительность акселерограмм должна соответствовать магнитуде и другим важным параметрам сейсмического события, лежащим в основе установления расчетного максимального ускорения a_{gR} .

Г.17 Если отсутствуют данные, характерные для конкретной площадки, минимальная продолжительность T_s установившейся части акселерограмм должна равняться 10 с.

Г.18 Набор искусственных акселерограмм должен соответствовать следующим требованиям:

Г.18.1 следует использовать не менее 3 акселерограмм;

Г.18.2 среднее значение спектральных ускорений нулевого периода (вычисленное по отдельным записям колебаний во времени) не должно быть меньше значения $A \cdot \beta_i$ для рассматриваемой площадки;

Г.18.3 в диапазоне периодов от $0,2T_1$ до $2T_1$, где T_1 – основной период колебаний сооружения в направлении, для которого будет применяться акселерограмма, ни одно среднее значение упругого спектра отклика с затуханием 5%, вычисленное по всем записям колебаний во времени, не должно быть меньше 90% соответствующего значения упругого спектра отклика с затуханием 5%.

Г.19 Записанные или синтезированные акселерограммы, используя физическое моделирование механизмов источника, эпицентральное расстояние и путь прохождения сейсмической волны через грунты, могут применяться при условии, что записи разработаны с учетом сейсмогенных свойств источника воздействия и грунтовых условий, характерных для площадки, а их значения нормированы к значению a_{gR} для рассматриваемого района.

Г.20 Анализ свойств грунта на возможное увеличение эффектов при сейсмических воздействиях и проверку динамической устойчивости склона проводить в соответствии с СП 22.13330.

Г.21 Используемый набор записанных или синтезированных акселерограмм должен соответствовать требованиям Г.15.

Г.22 Сейсмические колебания грунта на площадке зависят от следующих основных факторов:

- положения активных разломов и их параметров (длина, глубина заложения, направление движения, скорость движения);
- положения зон ВОЗ и их параметров (максимальная магнитуда, глубина очага, механизм очага, параметры сейсмического режима);
- удаления площадки от центра активного разлома или зоны ВОЗ;
- характеристики затухания интенсивности сейсмических волн и изменения спектрального состава колебаний на пути распространения колебаний от потенциального очага землетрясения до площадки;
- сейсмических характеристик грунтовых условий площадки (скорости распространения
- поперечных сейсмических волн, их коэффициентов демпфирования, плотности и мощности слоев грунта).

Г.23 Исходные сейсмические колебания грунта должны быть получены с учетом конкретных сеймотектонических грунтовых условий площадки.

Г.24 Должны быть определены две ортогональные горизонтальные и одна вертикальная компоненты колебаний грунта.

Г.25 Максимальные значения параметров сейсмических колебаний грунта должны определяться по результатам сейсмического микрорайонирования на площадке строительства (СМР).

Г.26 В качестве источника (функций Грина) при моделировании расчетного

Изменение №2 к СП 14.13330.2018

сейсмического воздействия необходимо принять широкополосные процессы, отражающие степень неопределенности доминирующих частот исходного сейсмического колебания.

Г.27 При синтезировании трехкомпонентных акселерограмм необходимо обеспечивать их статистическую независимость. Две акселерограммы считаются статистически независимыми, если абсолютное значение коэффициента корреляции ρ_{12} не превышает 0,3.

$$\rho_{12} = \frac{\langle (x_1 - m_1)(x_2 - m_2) \rangle}{\sigma_1 \sigma_2}$$

- m_1 и m_2 – математические ожидания функций x_1 и x_2 ;

- σ_1 и σ_2 – стандартные отклонения функций x_1 и x_2 .

Библиография

- [1] Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ
- [2] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
- [3] Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
- [4] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»
- [5] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
- [6] Регламент Таможенного союза «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» 003/2011 (утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 15.07.2011 г. № 710).
- [7] Регламент Таможенного союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» 002/2011 (утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 15.07.2011 г. № 710)
- [8] Федеральный закон от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»

УДК

ОКС 91.120.25

Ключевые слова: карты сейсмического районирования, сейсмичность площадки, балл, сейсмическое воздействие, акселерограмма землетрясения, проектное землетрясение, максимальное расчетное землетрясение, расчетная динамическая модель, коэффициент динамичности, форма колебаний, антисейсмические мероприятия, сейсмостойкость сооружения
