

32



**МИНИСТЕРСТВО
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(МИНСТРОЙ РОССИИ)

ПРИКАЗ

от "5" июля 2018 г.

№ 393/п.р.

Москва

**Об утверждении свода правил «Защита зданий и сооружений
от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования.
Основные положения»**

В соответствии с Правилами разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2016 г. № 624, подпунктом 5.2.9 пункта 5 Положения о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1038, пунктом 20 Плана разработки и утверждения сводов правил и актуализации ранее утвержденных строительных норм и правил, сводов правил на 2017 г., утвержденного приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 14 декабря 2016 г. № 940/пр (в редакции приказов Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 6 марта 2017 г. № 605/пр, от 3 апреля 2017 г. № 670/пр, от 13 октября 2017 г. № 1428/пр), **п р и к а з ы в а ю:**

1. Утвердить и ввести в действие через 6 месяцев со дня издания настоящего приказа прилагаемый свод правил «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».

2. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации:

а) в течение 15 дней со дня издания приказа направить утвержденный свод правил «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения» на регистрацию в федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации;

б) обеспечить опубликование на официальном сайте Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» текста утвержденного свода правил «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения» в электронно-цифровой форме в течение 10 дней со дня регистрации свода правил федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Х.Д. Мавлярова.

Министр



В.В. Якушев

УТВЕРЖДЕН
приказом Министерства строительства и
жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации
от « 5 » июль 2018 г. № 393/пр

**ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ.
ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ.
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Издание официальное

Москва 2018

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ

СП *385*.1325800.2018

**ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ**
Правила проектирования. Основные положения

Издание официальное

РОССТАНДАРТ
ФГУП
«СТАНДАРТИНФОРМ»
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ФОНД СТАНДАРТОВ

Дата регистрации 26 сентября 2018г.

Москва 2018

В НАБОР

Предисловие

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛИ – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЮЗГУ»), Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений – ЦНИИПромзданий» (АО «ЦНИИПромзданий»), Закрытое акционерное общество Городской проектный институт жилых и общественных зданий (ЗАО «ГОРПРОЕКТ»), Акционерное общество «Московский научно-исследовательский и проектный институт типологии, экспериментального проектирования» (АО МНИИТЭП), Общество с ограниченной ответственностью «Техрекон» (ООО «Техрекон»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 5 июля 2018 г. № 393/пр и введен в действие с 6 января 2019 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 2018

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

1 Область применения .....	.....
2 Нормативные ссылки .....	.....
3 Термины и определения .....	.....
4 Общие требования .....	.....
5 Строительные материалы и их характеристики при расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения .....	.....
6 Нагрузки и воздействия .....	.....
7 Требования к расчетным моделям .....	.....
8 Конструктивные мероприятия по защите зданий и сооружений различных конструктивных систем от прогрессирующего обрушения .....	.....
Приложение А Дополнительные коэффициенты условий работы при расчете на устойчивость против прогрессирующего обрушения .....	.....
Приложение Б Алгоритм расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения в квазистатической и динамической постановках .....	.....
Приложение В Алгоритм расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения кинематическим методом теории предельного равновесия .....	.....
Приложение Г Дополнительные конструктивные мероприятия для одноэтажных каркасов зданий .....	.....
Приложение Д Дополнительные конструктивные мероприятия для многоэтажных каркасов зданий .....	.....
Приложение Е Критерии несущей способности конструкций для особого предельного состояния .....	.....
Приложение Ж Возможные варианты конструктивных решений связей в крупнопанельных, кирпичных и комбинированных конструкциях зданий и сооружений .....	.....
Приложение И Классификация зданий и сооружений по требованиям к защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения .....	.....
Библиография .....	.....

Введение

Настоящий свод правил разработан с учетом обязательных требований, установленных в [1]–[3], и содержит основные положения, общие требования к расчету и проектированию защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения при аварийной расчетной ситуации.

Свод правил разработан авторским коллективом ФГБОУ ВО «ЮЗГУ» (руководитель темы – д-р техн. наук, проф. *В.И. Колчунов*; д-р техн. наук, проф. *Н.В. Федорова*; д-р техн. наук, проф. *С.Г. Емельянов*; д-р техн. наук, проф. *Вл.И. Колчунов*), ЗАО «ГОРПРОЕКТ» (д-р техн. наук, проф. *В.И. Травуш*), АО «ЦНИИПромзданий» (руководитель темы – канд. техн. наук *Н.Г. Келасьев*; д-р техн. наук, проф. *Э.Н. Кодыш*; д-р техн. наук, проф. *Н.Н. Трекин*), АО МНИИТЭП (инж. *Г.И. Шапиро*), ООО «Техреконт» (инж. *А.Г. Шапиро*).

СВОД ПРАВИЛ

**ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО
ОБРУШЕНИЯ****Правила проектирования. Основные положения****Protection of buildings and structures against progressive collapse.
Design code. Basic statements**

Дата введения – 2019–01–06

1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил устанавливает основные положения по проектированию зданий и сооружений нормального и повышенного уровня ответственности классов КС-2 и КС-3 различных конструктивных систем в целях обеспечения их защиты от прогрессирующего обрушения.

1.2 Настоящий свод правил не распространяется на проектирование транспортных и гидротехнических сооружений.

1.3 Настоящий свод правил не распространяется на здания и сооружения, относящиеся к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации, требования к защите от прогрессирующего обрушения которых устанавливаются в соответствии с требованиями [1]–[3].

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 27751–2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

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

СП 15.13330.2012 «СНиП II-22-81* Каменные и армокаменные конструкции» (с изменениями № 1, № 2)

СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»

СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»

СП 21.13330.2012 «СНиП 2.01.09-91 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах» (с изменением № 1)

СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений»

СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания» (с изменением № 1)

СП 54.13330.2016 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»

СП 56.13330.2011 «СНиП 31-03-2001 Производственные здания» (с изменением № 1)

СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» (с изменениями № 1, № 2, № 3)

СП 64.13330.2017 «СНиП II-25-80 Деревянные конструкции» (с изменением № 1)

СП 116.13330.2012 «СНиП 22-02-2003 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения»

СП 128.13330.2016 «СНиП 2.03.06-85 Алюминиевые конструкции»

СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования

СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный 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 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 целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены термины по [1], ГОСТ 27751, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 аварийные воздействия: Непредусмотренные нормальной эксплуатацией воздействия, характеризующиеся малой вероятностью возникновения за время расчетного срока службы зданий и сооружений, которые могут вызвать потерю несущей способности несущих конструктивных элементов.

3.2 аутригерные конструкции: Пересекающиеся фермы, связи, диафрагмы или балки (балки-стенки), обеспечивающие повышенную жесткость этажа (пространства).

3.3 вторичная расчетная схема: Расчетная схема, полученная из первичной расчетной схемы путем исключения одного или нескольких несущих конструктивных элементов, расположенных в зоне локального разрушения.

3.4 локальное разрушение: Потеря несущей способности конструктивного элемента или группы несущих конструктивных элементов на ограниченной площади вследствие аварийного воздействия.

3.5 особое предельное состояние: Состояние конструкций, возникающее при аварийных воздействиях и расчетных ситуациях, превышение которого приводит к их разрушению.

3.6 первичная расчетная схема: Расчетная схема, принятая для условий нормальной эксплуатации здания или сооружения на основные сочетания нагрузок в соответствии с СП 20.13330.

3.7 прогрессирующее (лавинообразное) обрушение: Последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего сооружения или его частей вследствие локального разрушения.

3.8 устойчивость против прогрессирующего обрушения: Обеспечение несущей способности как конструктивной системы сооружения в целом, так и примыкающих к зоне локального разрушения конструктивных элементов.

4 Общие требования

4.1 Здания и сооружения в зависимости от уровня ответственности (см. приложение И) должны быть защищены от прогрессирующего обрушения при локальном разрушении. Для этого необходимо обеспечить несущую способность как конструктивной системы сооружения в целом, так и отдельных элементов в зоне локального разрушения. По требованию заказчика в задании на проектирование (в дополнение к необходимым требованиям по несущей способности) допускается установление дополнительных требований.

4.2 При реконструкции зданий или сооружений по результатам обследования технического состояния в соответствии с ГОСТ 31937 в целях обеспечения их защиты от прогрессирующего обрушения проектирование следует выполнять для здания или сооружения в целом или самостоятельного конструктивного блока в частях, ограниченных деформационными швами, в границах которых проводят реконструкцию.

4.3 При капитальном ремонте проектирование защиты от прогрессирующего обрушения требуется для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности в случаях, если предусматриваются замена отдельных элементов несущих строительных конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановление указанных элементов. При капитальном ремонте для зданий и сооружений нормального уровня ответственности допускается выполнять проектирование защиты от прогрессирующего обрушения в соответствии с заданием на проектирование.

4.4 При техническом перевооружении опасного производственного объекта, осуществляемом одновременно с его реконструкцией, необходимо обеспечить устойчивость к прогрессирующему обрушению для здания или сооружения в целом или для самостоятельного конструктивного блока в частях, ограниченных деформационными швами, в границах которых проводят техническое перевооружение [4, статья 8, часть 1].

4.5 Защита сооружения от прогрессирующего обрушения обеспечена, если для любых элементов и их соединений соблюдается условие

$$F \leq S, \quad (4.1)$$

где F – усилия в конструктивных элементах или их соединениях, определяемые расчетом;

S – несущая способность конструктивных элементов и их соединений, определяемая с учетом указаний раздела 5.

Конструкции, для которых требования по несущей способности не удовлетворяются, необходимо усилить, либо следует принять другие меры, повышающие сопротивление конструкций прогрессирующему обрушению.

4.6 При расчете несущих конструкций одного (любого) этажа здания и сооружения зону локального разрушения определяют кругом площадью не менее 28 м^2 (диаметр 6,0 м) для зданий и сооружений при высоте до 75 м, не менее 80 м^2 (диаметр 10 м) для зданий и сооружений высотой от 75 до 200 м и не менее 100 м^2 (диаметр 11,5 м) для зданий и сооружений высотой более 200 м:

- пересекающихся стен на участках от места их пересечения (в частности, от угла здания) до ближайшего проема в каждой стене или до следующего вертикального стыка со стеной другого направления или на участке указанного размера (при размещении центра круга в месте пересечения стен);

- отдельно стоящей стены от края до ближайшего проема или на участке указанного размера (при размещении центра круга в центре тяжести сечения стены);

- колонн (пилонов), ядер жесткости или колонн (пилонов) с примыкающими к ним участками стен, расположенных на участке указанного размера [при размещении центра круга в центре тяжести сечения одной из колонн (пилона)].

В одноэтажных производственных зданиях следует рассматривать разрушение или удаление несущей конструкции на участке двух смежных шагов в однопролетных зданиях и смежных пролетах многопролетных зданий.

Для большепролетных зданий и сооружений в качестве локального разрушения следует рассматривать разрушение (удаление) одного из несущих элементов, в других случаях – согласно заданию на проектирование в зависимости от типа сооружения, но не менее одного из несущих элементов.

Зона локального разрушения может располагаться в любом месте сооружения и не должна приводить к прогрессирующему обрушению всего сооружения.

Для оценки устойчивости зданий и сооружений против прогрессирующего обрушения следует рассматривать наиболее опасные локальные разрушения.

4.7 Защиту зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения необходимо обеспечивать наиболее рациональными средствами:

- при разработке архитектурно-планировочных решений следует учитывать возможность возникновения локального разрушения в результате аварийного воздействия;

- в многоэтажных зданиях и сооружениях применяют конструктивные меры, повышающие степень статической неопределимости конструкции

(повышение неразрезности конструкции, уменьшение числа шарнирных соединений и пр.);

- применяют материалы и конструктивные решения, обеспечивающие развитие в конструктивных элементах и их соединениях пластических деформаций.

5 Строительные материалы и их характеристики при расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения

5.1 При расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения расчетные прочностные характеристики материалов в соответствии с СП 16.13330, СП 63.13330, СП 64.13330, СП 128.13330, СП 266.1325800 принимают равными их нормативным значениям, а для реконструируемых зданий и сооружений – с учетом результатов обследования. Деформационные характеристики следует принимать с учетом особого предельного состояния (см. приложение Е).

5.2 Значения дополнительных коэффициентов условий работы, вводимых при расчете на устойчивость против прогрессирующего обрушения, приведены в приложении А.

6 Нагрузки и воздействия

6.1 Значения нагрузок при расчете на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует принимать в соответствии с СП 296.1325800 и СП 20.13330.

6.2 Перечень особых нагрузок и воздействий и комбинаций нагрузок особых воздействий на сооружения, которые должны быть учтены при разработке сценариев аварийных расчетных ситуаций, следует принимать в соответствии с СП 296.1325800.

6.3 Коэффициент надежности по ответственности при расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения в соответствии с пунктом 10.3 ГОСТ 27751–2014 и пунктом 5.5 СП 296.1325800.2017 следует принимать $\gamma_n = 1,0$. Допускается в задании на проектирование назначение заказчиком коэффициента надежности по ответственности при проверке несущей способности:

$\gamma_n = 1,1$ – для зданий высотой от 75 до 200 м или пролетом от 50 до 120 м или с консольными конструкциями с вылетом от 10 до 20 м;

$\gamma_n = 1,2$ – для зданий высотой более 200 м или пролетом более 120 м или с консольными конструкциями с вылетом более 20 м.

7 Требования к расчетным моделям

7.1 Для расчета сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует использовать пространственную расчетную модель, в которой учитывается взаимодействие с грунтовым основанием в соответствии с СП 22.13330. В расчетной модели необходимо учитывать включение в работу элементов, которые при нормальной эксплуатации сооружения

являются ненесущими (например, навесные наружные стеновые панели, парапеты, железобетонные ограждения балконов, перегородки и т. п.), а при локальном разрушении сооружения активно участвуют в перераспределении усилий в элементах конструктивной системы.

7.2 При расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует предусматривать возможность постадийного расчета. На начальной стадии необходимо определить напряженно-деформированное состояние конструкций в доэксплуатационный период и при условиях нормальной эксплуатации. На последующих стадиях следует определять напряженно-деформированное состояние конструкций, возникающее при локальном разрушении, при условии учета напряжений и деформаций конструкций, возникших в результате нормальной эксплуатации.

7.3 Расчет сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует выполнять для каждого из рассматриваемых локальных разрушений отдельно и независимо от других возможных локальных разрушений.

7.4 В расчетной модели сооружения следует учитывать реальную диаграмму работы материала конструкций и их стыков (расслоение кирпичной кладки при работе конструкции на растяжение; невосприятие в платформенном стыке растягивающих напряжений; хрупкое разрушение конструкций и узлов их сопряжения и т. п.) и возможность возникновения особого предельного состояния.

7.5 Расчет сооружения на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует проводить по деформированной схеме с учетом требований, изложенных в 7.4.

7.6 Для расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует использовать квазистатический или динамический метод. Алгоритм расчета приведен в приложении Б.

7.7 В случае обеспечения пластичной работы конструктивной системы в предельном состоянии расчет на устойчивость против прогрессирующего обрушения проводят кинематическим методом теории предельного равновесия. Алгоритм расчета приведен в приложении В.

7.8 При больших прогибах перекрытий следует рассматривать их работу как работу элементов висячей системы (см. приложения Б и Е). При этом должна быть обеспечена конструктивная возможность восприятия возникающих горизонтальных усилий.

8 Конструктивные мероприятия по защите зданий и сооружений различных конструктивных систем от прогрессирующего обрушения

8.1 Основными конструктивными мероприятиями по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения являются:

- обеспечение необходимой несущей способности конструктивных элементов и соединений между ними при аварийном особом воздействии, приводящем к локальному разрушению;

- обеспечение развития пластических деформаций в соединениях конструктивных элементов;
- обеспечение в шпоночных соединениях прочности отдельных шпонок на срез в 1,5 раза выше их прочности на смятие;
- обеспечение в болтовых соединениях прочности отдельных болтов на срез в 1,1 раза выше их прочности на смятие;
- обеспечение пластичной работы сварных соединений в предельном состоянии в соответствии с СП 16.13330 и СП 266.1325800;
- обеспечение достаточности длины зон анкеровки арматуры при ее работе как связи сдвига и растяжения в соответствии с СП 63.13330 и СП 266.1325800;
- обеспечение в сечениях надпроемных перемычек, балок, ригелей, плит в предельном состоянии разрушения по изгибу, а не по срезу.

8.2 Предусматривают дополнительные конструктивные мероприятия для монолитных железобетонных зданий и сооружений:

- обеспечение восприятия вертикальными связями между низом колонн (пилонов, стен) и перекрытиями (балками, ригелями) растягивающих усилий, определенных в результате расчетов, но не менее 10 кН (1 тс) на м² грузовой площади этой колонны (пилона, стены);
- покрытие и перекрытия следует связывать с колоннами (пилонами, стенами, балками, ригелями) расчетными связями;
- минимальную площадь сечения горизонтальной арматуры (суммарной для нижней и верхней арматуры) в монолитных железобетонных перекрытиях и покрытиях, как в продольном, так и в поперечном направлении, следует принимать не менее 0,25 % площади сечения бетона. При этом необходимо обеспечить непрерывность указанной арматуры и стыковку (в том числе при возможном изменении расчетной схемы работы перекрытия или покрытия в результате локального разрушения) в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

8.3 В рамках осуществления дополнительных конструктивных мероприятий для крупнопанельных зданий устанавливают следующую систему связей (см. приложение Ж, рисунок Ж.1):

- горизонтальные в продольном и поперечном направлениях связи между плитами перекрытий и покрытия, обеспечивающие необходимую прочность дисков перекрытий и покрытия при растяжении и сдвиге (см. приложение Ж, рисунок Ж.2). При этом связи следует проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, но не менее 15 кН (1,5 тс) на 1 м ширины здания и 10 кН (1,0 тс) на 1 м длины здания [для зданий башенного типа – не менее 10 кН (1 тс) на 1 м размера здания в плане]. Расстояние между связями следует назначать не более 3,0 м;
- вертикальные (междуэтажные) связи между несущими стеновыми панелями, обеспечивающие необходимую прочность горизонтальных стыков стен и перекрытий при растяжении и сдвиге (см. приложение Ж, рисунок Ж.3). Следует устанавливать не менее двух указанных связей на стеновую панель. При этом если внутренняя стена состоит из нескольких стеновых панелей,

объединенных в их вертикальном стыке вертикальными связями, то требуется установка не менее двух связей на внутреннюю стену. Указанные связи следует проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, но не менее 25 кН (2,5 тс) на 1 м длины стеновой панели;

- горизонтальные связи между навесными наружными стеновыми панелями (поверху) и внутренними стеновыми панелями, вертикальные связи между навесными наружными стеновыми панелями (понизу) и плитами перекрытий, совместно обеспечивающие устойчивость положения наружных стеновых панелей и включение их в работу при локальном разрушении. Для одномодульных наружных стеновых панелей требуется установка четырех связей – две с плитами перекрытия, две с внутренними стеновыми панелями). Для двухмодульных наружных стеновых панелей требуется установка восьми связей – четыре с плитами перекрытия (по две на модуль) и четыре с внутренними стеновыми панелями. При этом связи следует проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, но не менее 10 кН (1,0 тс) на 1 м длины наружной стеновой панели;

- лестничные марши и площадки следует связывать с вертикальными элементами, покрытием или перекрытием расчетными связями;

- предусматривать участки (скрытые балки), запроектированные в соответствии с требованиями по степени огнестойкости, предъявляемыми к несущим конструкциям. Эти участки, имеющие арматуру, расположенную с увеличенным защитным слоем, соединяют вертикальные несущие конструкции и обеспечивают устойчивость здания при защите от прогрессирующего обрушения. Количество и места расположения арматуры определяются расчетом. В случае применения сборных плит перекрытия, в которых нет такой арматуры, необходимо устраивать специальные монолитные участки (см. приложение Ж, рисунок Ж.4).

8.4 Для кирпичных зданий и сооружений предусматривают следующие дополнительные конструктивные мероприятия:

- на каждом этаже по периметру здания следует устраивать пояс армированной кладки между верхом надпроемных перемычек и низом перекрытия. Если низ перекрытия совпадает с верхом надпроемных перемычек, то перемычки необходимо выполнять монолитными железобетонными и непрерывными по всему контуру наружных или внутренних стен, т. е. необходимо устраивать непрерывный монолитный железобетонный пояс по типу антисейсмического (см. приложение Ж, рисунки Ж.5, Ж.6). Требуемую площадь арматуры кладки и монолитного пояса следует определять расчетом;

- толщину внутренних несущих кирпичных стен и внутреннего слоя несущих наружных стен следует принимать по расчету, но не менее 380 мм;

- следует предусматривать горизонтальные в продольном и поперечном направлениях связи между плитами перекрытий и покрытия, обеспечивающие необходимую прочность дисков перекрытий и покрытия при растяжении и сдвиге (см. приложение Ж, рисунок Ж.2). При этом связи следует

проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, по требованиям СП 15.13330, но не менее усилий, приведенных в 8.3;

- в перекрытиях следует предусматривать устройство скрытых балок и установку дополнительной арматуры в плитах перекрытия (см. приложение Ж, рисунок Ж.4).

8.5 Дополнительные конструктивные мероприятия, помимо регламентируемых положениями СП 44.13330, СП 54.13330, СП 56.13330, возможные для применения в одноэтажных и многоэтажных каркасных зданиях и сооружениях различного назначения, приведены в приложениях Г и Д.

8.6 Для зданий и сооружений со стальным каркасом предусматривают следующие дополнительные конструктивные мероприятия:

- при проектировании стальных конструкций следует исключить возможность хрупкого разрушения конструктивных элементов и их узлов с соблюдением требований, изложенных в СП 16.13330, для исключения сочетания неблагоприятных факторов;

- для обеспечения пластичной работы конструктивной системы следует применять малоуглеродистые и низколегированные стали с относительным удлинением не менее 20 %;

- для повышения пространственной жесткости и устойчивости к прогрессирующему обрушению конструкций со стальным каркасом следует предусматривать эффективную систему связей. Связи должны быть запроектированы таким образом, чтобы они не выключались из работы и допускали без разрушения развитие необходимых деформаций для перераспределения силовых потоков после локального разрушения одного из несущих элементов.

8.7 Для большепролетных зданий и сооружений предусматривают дополнительные конструктивные мероприятия:

- конструктивную систему большепролетного здания следует проектировать с альтернативными путями передачи силовых потоков в сооружении, с учетом возможного удаления одного из несущих конструктивных элементов и обеспечением локализации зоны возможного разрушения конструктивной системы;

- необходимо предусматривать усиление вертикальных и горизонтальных несущих конструктивных элементов сооружения для обеспечения восприятия и перераспределения возможных аварийных воздействий;

- выбор защиты сооружений от прогрессирующего обрушения следует выполнять с учетом разработки экономичных конструктивных решений.

Приложение А

Дополнительные коэффициенты условий работы при расчете на устойчивость против прогрессирующего обрушения

А.1 Нормативные характеристики сопротивления материалов для бетонных и железобетонных конструкций при обеспечении требуемого уровня контроля качества, установленного действующими нормативными документами, в случае расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует умножать на дополнительный коэффициент условий работы особого предельного состояния, принимаемый равным 1,15. Интенсивный рост прочности бетона после возведения здания (за первый период в течение 3 мес) необходимо учитывать дополнительным коэффициентом условия работы особого предельного состояния, равным 1,25.

А.2 Нормативные характеристики сопротивления прокатной стали следует принимать по СП 16.13330 с учетом допустимости работы пластичных сталей за пределом текучести. Коэффициент условий работы особого предельного состояния для пластичных сталей с пределом текучести в соответствии с СП 296.1325800 следует принимать равным 1,1.

Приложение Б

Алгоритм расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения в квазистатической и динамической постановках

Расчетный анализ на устойчивость против прогрессирующего обрушения выполняется в квазистатической или динамической постановке и должен включать следующие процедуры:

- по принятым на начальной стадии в соответствии с положениями 7.2 и 7.5 первичной (рисунок Б.1, а) и вторичной (рисунок Б.1, б) расчетным схемам определяется напряженно-деформированное состояние в элементах конструктивной системы при условиях нормальной эксплуатации;

- в первичной расчетной схеме выключается один из вертикальных или горизонтальных несущих элементов (сечений) и строятся вторичные расчетные схемы с исключенным элементом первого (рисунок Б.1, в) и второго уровня (рисунок Б.1, г). При этом нагрузки во вторичной расчетной схеме принимают в соответствии с разделом 6. Мгновенное удаление выключаемого элемента моделируется усилиями, определенными в этом элементе при расчете по первичной расчетной схеме, прикладываемыми во вторичной расчетной схеме с обратным знаком. В случае если при всех возможных сценариях особого аварийного воздействия (удаления одного из конструктивных элементов) догружение конструктивной системы сооружения носит постепенный статический характер, например осадка основания при замачивании, вызванном прорывом коммуникаций (учитываемая согласно СП 296.1325800, СП 21.13330, СП 116.13330), усилия, действовавшие в выключаемом элементе при расчете по первичной расчетной схеме, во вторичной расчетной схеме допускается принимать равными нулю;

- проводят расчет конструктивной системы с удаленным элементом по вторичной расчетной схеме и определяют напряженно-деформированное состояние в элементах конструктивной системы, возникающее при локальном разрушении (выключении несущего элемента);

- с учетом требований, изложенных в приложении Е, проводят критериальную проверку несущей способности элементов конструктивной системы для особого предельного состояния конструкций по нормальным и наклонным сечениям, а также для узлов сопряжения элементов конструктивной системы между собой. В случае, указанном в приложении Е (при больших прогибах), следует рассматривать работу перекрытий над удаленной колонной (пилоном, стеной) как работу элементов висячей системы. При этом должна быть конструктивно обеспечена возможность восприятия возникающих горизонтальных усилий;

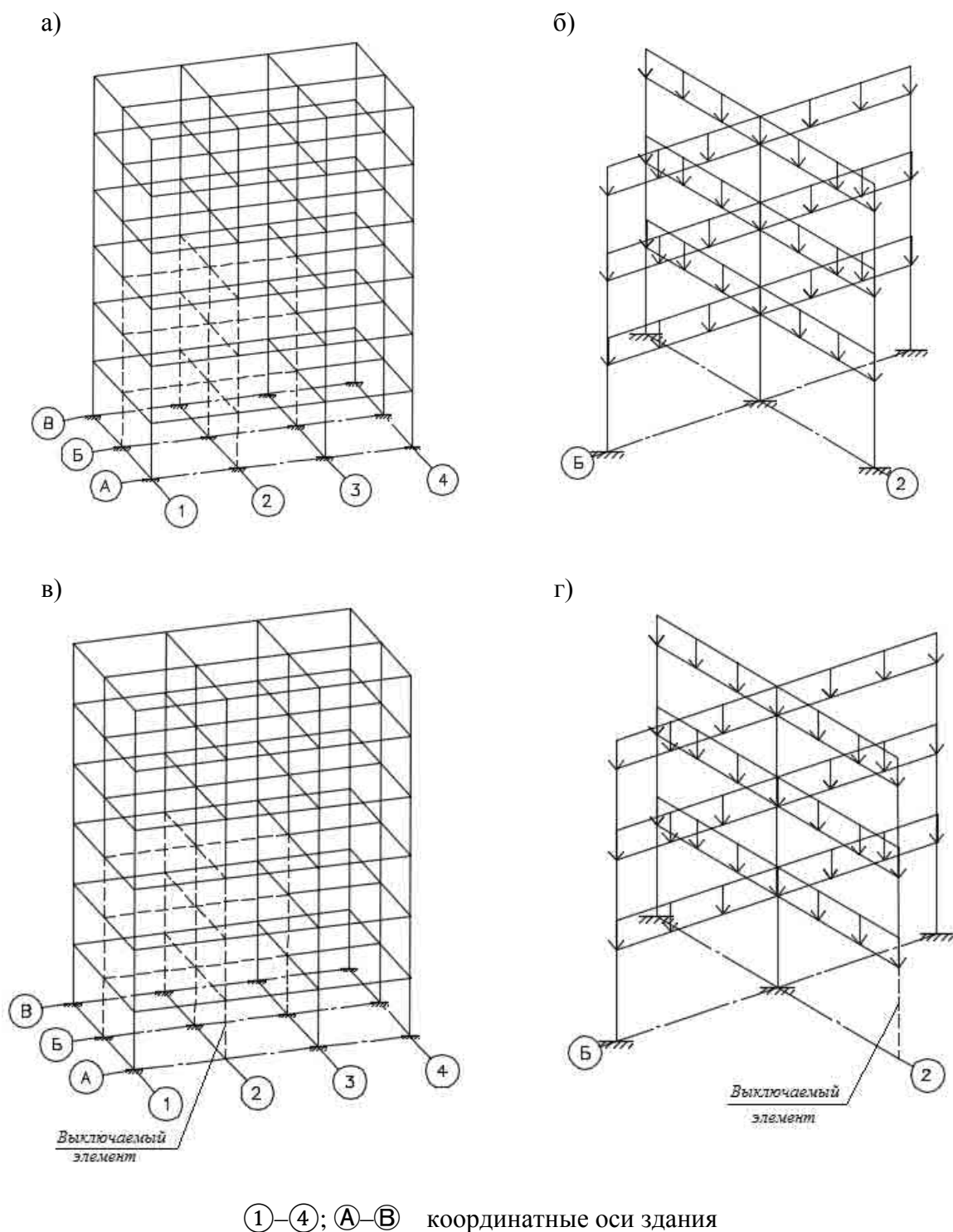


Рисунок Б.1 – Первичная расчетная схема первого (а) и второго (б) уровня, вторичная расчетная схема первого (в) и второго (г) уровня

- если в процессе критериальной проверки условие прочности в каких-либо сечениях (узлах, связях) не выполняется, то проводят корректировку вторичной расчетной схемы, в которой исключаются эти сечения, проводят перерасчет конструктивной системы и вновь проверяют условия прочности сечений (узлов, связей);

- если не происходит сходимости итерационного процесса, то нарушается условие прочности, и наступает прогрессирующее обрушение.

Приложение В

Алгоритм расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения кинематическим методом теории предельного равновесия

Расчет при каждой выбранной расчетной схеме выполняют следующим образом:

- задают наиболее вероятные механизмы разрушения элементов сооружения, потерявших опору (задать механизм разрушения – означает определить все разрушаемые связи, в том числе и образовавшиеся пластические шарниры, и найти возможные обобщенные перемещения w_i по направлению усилий в этих связях); наиболее вероятному механизму разрушения соответствует минимум потенциальной энергии конструкции на возможных (обобщенных) перемещениях;

- для каждого из выбранных механизмов разрушения следует определить предельные усилия, которые могут быть восприняты сечениями всех пластично разрушаемых элементов и связей S_i , в том числе и пластических шарниров;

- находятся равнодействующие G_i внешних сил, приложенных к отдельным звеньям механизма, то есть к отдельным неразрушаемым элементам или их частям, и перемещения по направлению их действия u_i ;

- определяют работы внутренних сил W и внешних нагрузок U на возможных перемещениях рассматриваемого механизма:

$$W = \sum_i S_i w_i, \quad (\text{B.1})$$

$$U = \sum_i G_i u_i; \quad (\text{B.2})$$

- проверяют условие равновесия

$$W \geq U. \quad (\text{B.3})$$

Если при какой-либо расчетной схеме условие равновесия не выполняется, то следует провести усиление конструктивных элементов, либо с помощью иных мероприятий (например, учесть работу несущих элементов в расчетной схеме) добиться выполнения условия равновесия.

Кроме того, в несущих вертикальных элементах, не расположенных над зоной локального разрушения, воздействие от локального разрушения приводит к увеличению напряжений и усилий. Необходимо выполнить проверку несущей способности этих элементов.

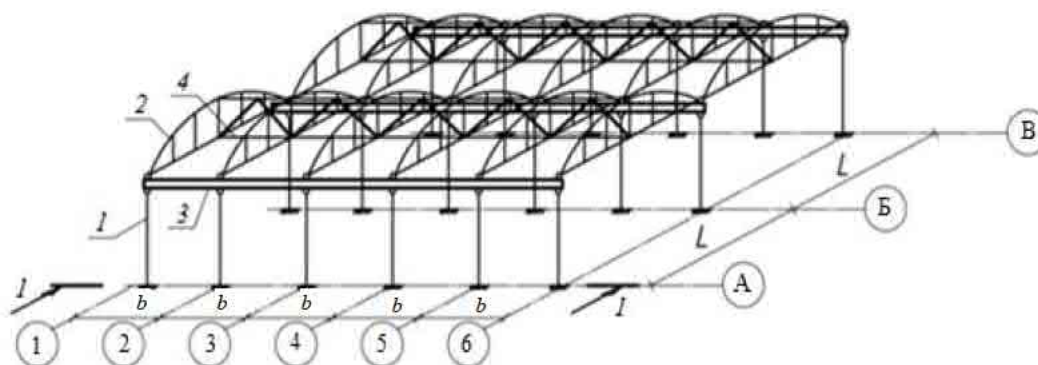
Приложение Г

Дополнительные конструктивные мероприятия для одноэтажных каркасов зданий

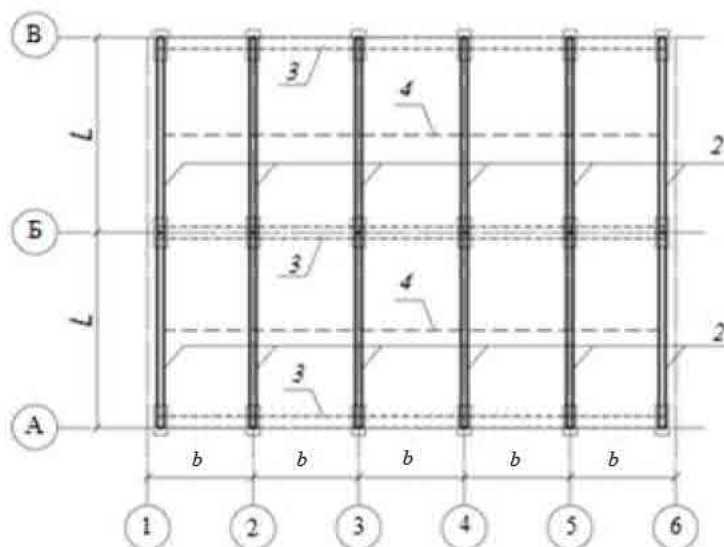
Г.1 По всем продольным рядам колонн устанавливают, при необходимости, неразрезные подстропильные конструкции (рисунок Г.1 а, б), обеспечивающие перераспределение усилий после локального разрушения одного из несущих элементов каркаса.

Г.2. В несущую систему устанавливают, при необходимости, связи, которые обеспечивают устойчивость всей системы, в количестве не менее одной в каждом пролете, обеспечивающие устойчивость положения строительных конструкций и включение в работу диска всего покрытия.

а)



б)



1 колонна; 2 стропильная конструкция; 3 подстропильная конструкция; 4 связевая ферма в вертикальной плоскости из плоскости стропильной конструкции; ①–⑥, А–В координатные оси здания; b – шаг колонн; L – пролет

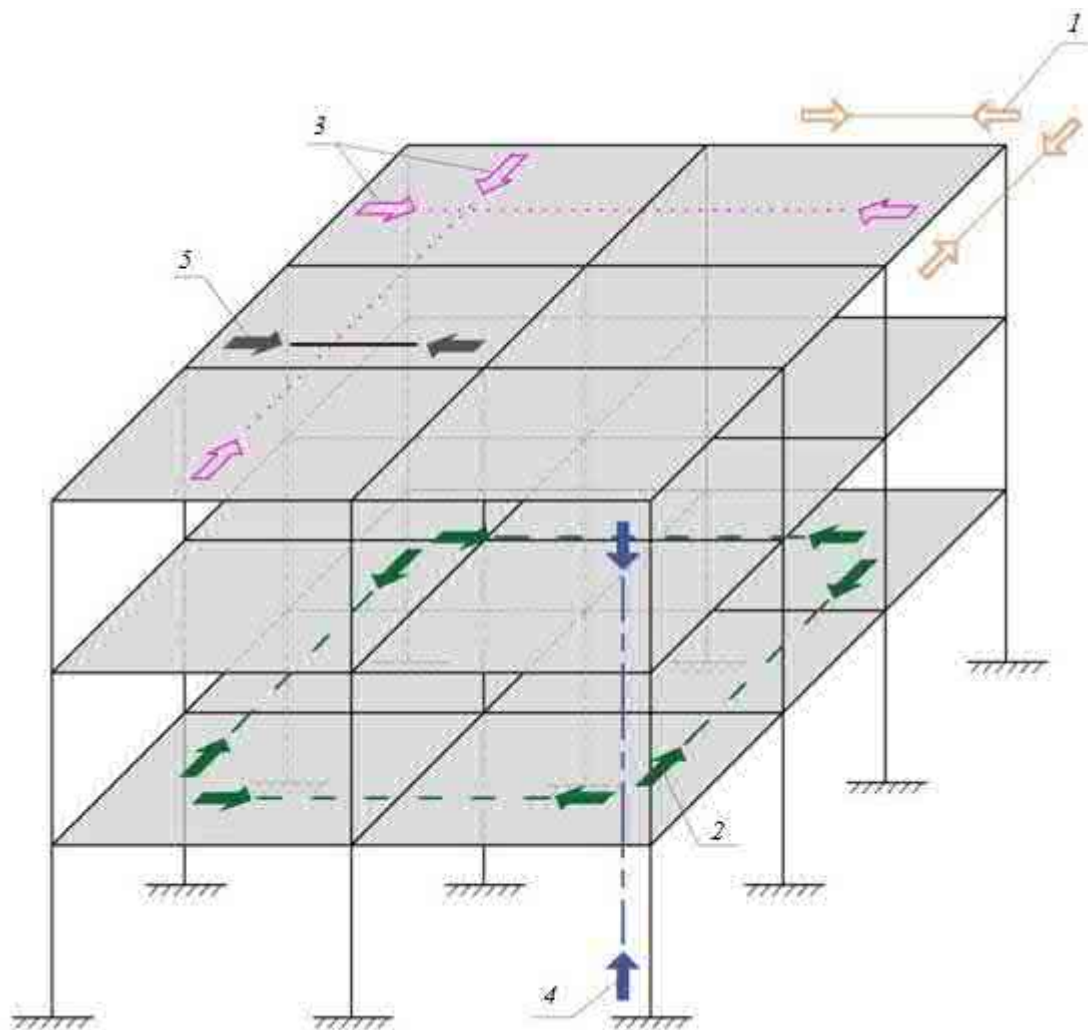
Рисунок Г.1 – Схема расположения подстропильных конструкций и связей в одноэтажном здании: пространственная схема каркаса (а) и план здания (б)

Г.3 Проектируют узлы и соединения элементов покрытия и резервируют их прочность таким образом, чтобы в случае локального разрушения одного из элементов каркаса здания были обеспечены включение в работу пространственной системы несущих элементов и исключение их прогрессирующего обрушения.

Приложение Д

Дополнительные конструктивные мероприятия для многоэтажных каркасов зданий

Д.1 Устанавливают, при необходимости, внутренние связи в уровне каждого перекрытия или покрытия в двух взаимно перпендикулярных направлениях, обеспечивающих несущую способность дисков перекрытий при растяжении и сдвиге и работающих на всей длине (рисунок Д.1).



1 связи по угловым колоннам; 2 контурные связи; 3 внутренние связи; 4 вертикальные связи; 5 – горизонтальные связи по внешним колоннам или стенам

Рисунок Д.1 – Возможная схема расположения связей в многоэтажном каркасном здании

Д.2 Устанавливают контурные периферийные связи на расстоянии не более чем 1,2 м от края в каждом перекрытии или покрытии. Этими связями следует обеспечивать несущую способность дисков перекрытий и покрытий при растяжении и сдвиге. Связи следует проектировать на основании расчета

на восприятие растягивающих усилий одной связью не менее 10 кН на 1 пог. м контура здания.

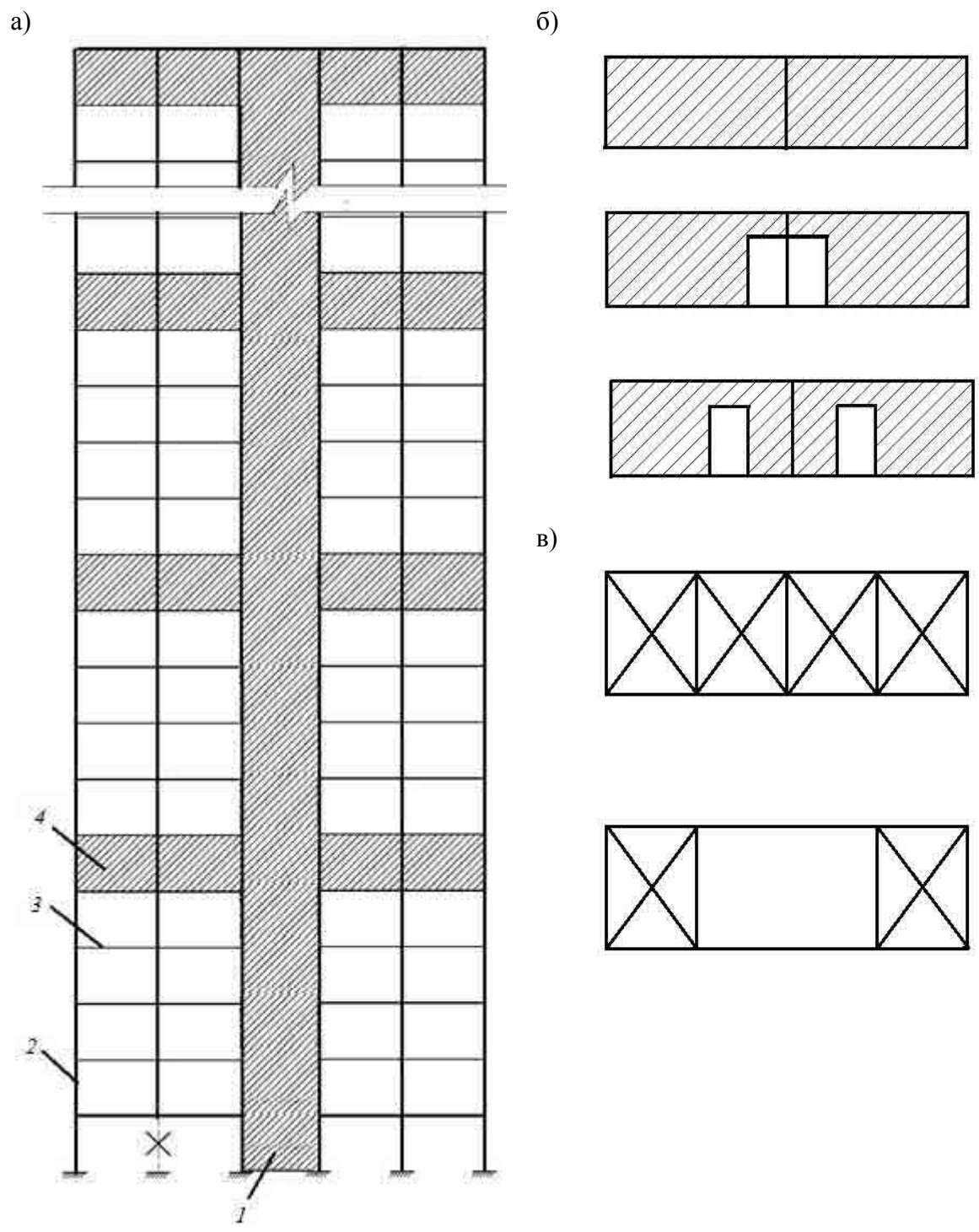
Д.3. Устанавливают горизонтальные связи по наружным колоннам или стенам в пределах перекрытий и покрытия. Этими связями следует обеспечивать восприятие усилий растяжения не менее 20 кН на 1 пог. м фасада здания.

Д.4 Устанавливают вертикальные связи, которые связывают колонны каркасного здания или сооружения на всю его высоту. Эти связи следует рассчитывать на растягивающее усилие, равное значению осевой продольной силы, которая действует в колонне любого из этажей при основных сочетаниях нагрузок. Стыковку связей не допускается выполнять в опорных узлах и середине высоты колонны. Их рекомендуется выполнять на $1/3$ – $1/4$ высоты этажа.

Д.5 Для обеспечения объединения балок с перекрытием расчетными связями (например, для сталежелезобетонного перекрытия) следует предусмотреть объединение стальных балок с монолитным перекрытием с помощью стад-болтов или специальных упоров в соответствии с требованиями СП 266.1325800.

Д.6 Обеспечивают жесткое сопряжение балок с колоннами минимум одного направления.

Д.7 Вводят в несущую систему многоэтажного здания или сооружения аутригерные конструкции (рисунок Д.2, а) в виде систем перекрестных сплошных или сквозных ферм (рисунок Д.2, б, в), рассчитанных на восприятие усилий, определяемых в соответствии с результатами расчетов по первичной и вторичной расчетным схемам.



1 – ядро жесткости; 2 – колонны; 3 – ригели; 4 – аутригерная конструкция

Рисунок Д.2 – Схема расположения аутригерных конструкций (а) и типы этих конструкций сплошного (б) или сквозного (в) сечения

Приложение Е

Критерии несущей способности конструкций для особого предельного состояния

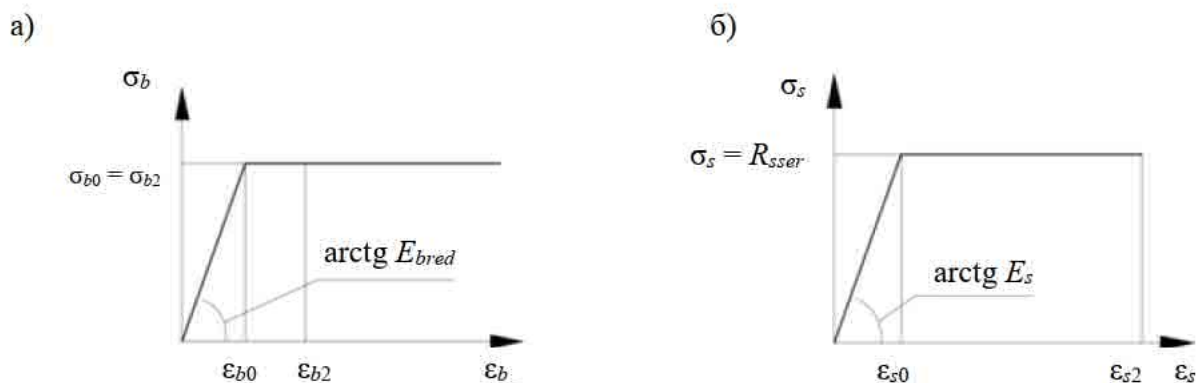
При расчете зданий и сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения критерии несущей способности при соответствующем обосновании допускается формировать, как для особого предельного состояния.

В качестве критериев особого предельного состояния в рассматриваемом расчетном сечении конструкции следует принимать:

- ограничение деформаций сжатого бетона предельными значениями ε_{b2} , определяемыми по билинейной диаграмме состояний при его кратковременном деформировании (рисунок Е.1) и значениях напряжений, равных φR_{bser} . Значение деформаций сжатия тяжелого, мелкозернистого и напрягающегося бетонов следует принимать 0,0035. При этом допускается учитывать увеличение прочности бетона при динамическом нагружении коэффициентом φ_b , равным 1,15. При пластическом характере разрушения сечения (из-за текучести арматуры) значение φ_b принимают равным единице;

- ограничение деформаций растянутой арматуры предельными значениями относительных деформаций ε_{s2} , принимаемыми для стали с физическим пределом текучести равными 0,025, а для стали с условным пределом текучести – 0,015. При этом в обоих случаях значения напряжений принимают равными R_{sser} . Коэффициент увеличения динамической прочности арматуры φ_s принимают равным единице;

- для стальных конструкций относительные предельные деформации сталей с физическим пределом текучести принимают равными 0,025, а для сталей с условным пределом текучести – 0,010.



E_{bred} модуль деформации бетона; E_s модуль деформации арматуры; ε_b деформации бетона; ε_s деформации арматуры; σ_b напряжения бетона; σ_s напряжения арматуры

Рисунок Е.1 – Диаграммы для определения предельных деформаций бетона (а) и арматуры (б) для особого предельного состояния

В случае если критерий несущей способности по сжатому бетону для рассматриваемого конструктивного элемента на участке длиной больше, чем $1/3$ пролета, не выполняется для трех и более сечений, а критерий для растянутой арматуры в этих сечениях удовлетворяется, допускается работу перекрытий над удаленным вертикальным элементом (колонной, пилоном, стеной) рассматривать как работу элементов висячей системы. При этом должны быть выполнены критерии обеспечения анкеровки арматуры и восприятия усилий распора.

При проверке несущей способности элементов конструктивной системы по вторичной расчетной схеме кроме прочности должна быть обеспечена устойчивость всех элементов. При этом в зависимости от материала конструкций используют критерии СП 16.13330 и СП 63.13330.

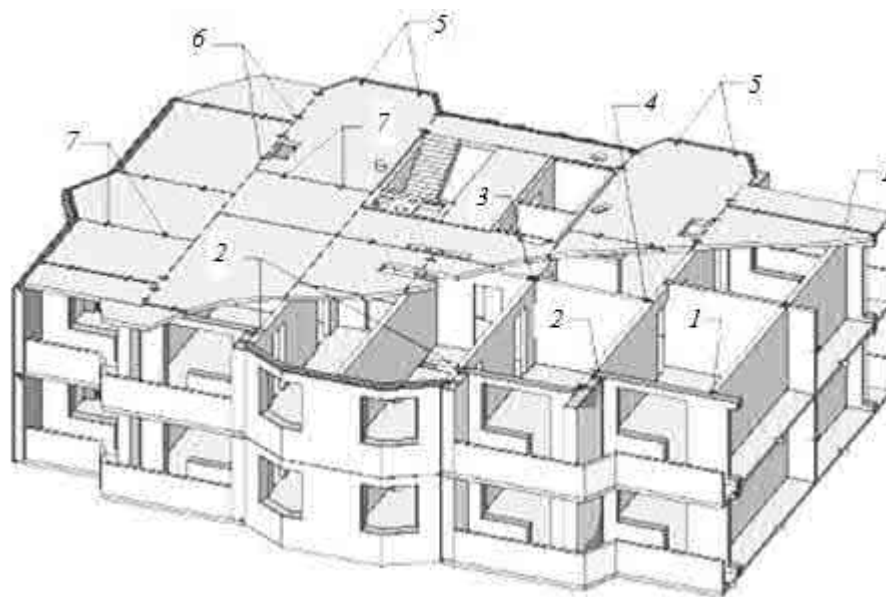
Прогибы изгибаемых элементов конструктивной системы для особого предельного состояния при условии обеспечения минимально допустимой длины зоны опирания во всех случаях не должны превышать $1/50$ длины пролета.

Приложение Ж

Возможные варианты конструктивных решений связей в крупнопанельных, кирпичных и комбинированных конструкциях зданий и сооружений

Установка системы связей в крупнопанельных, кирпичных и комбинированных конструкциях зданий и сооружений в общем случае может быть выполнена по схеме, приведенной на рисунке Ж.1.

Горизонтальные связи (рисунок Ж.2) следует проектировать на восприятие



1 – связь между панелями наружных и внутренних стен; 2 – связь между продольными наружными несущими стенами; 3 – связь между продольными внутренними стенами; 4 – связь между поперечными и продольными внутренними стенами; 5 – связь между наружными стенами и плитами перекрытий; 6 – связь между плитами перекрытий вдоль длины здания; 7 – связь между плитами перекрытий поперек длины здания

Рисунок Ж.1 – Схема расположения связей в крупнопанельном здании

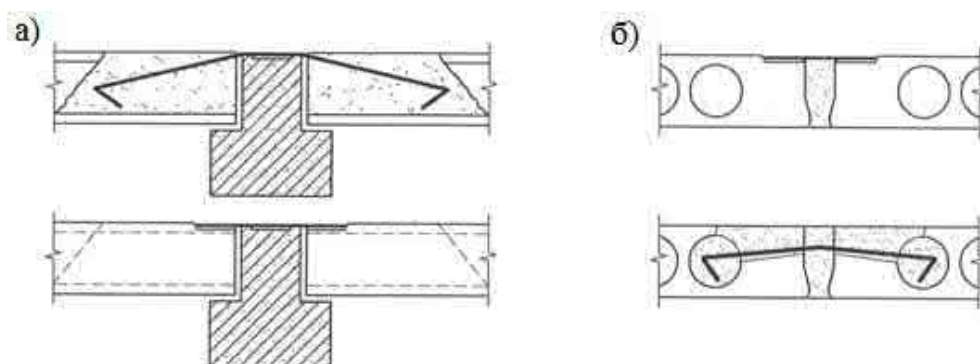
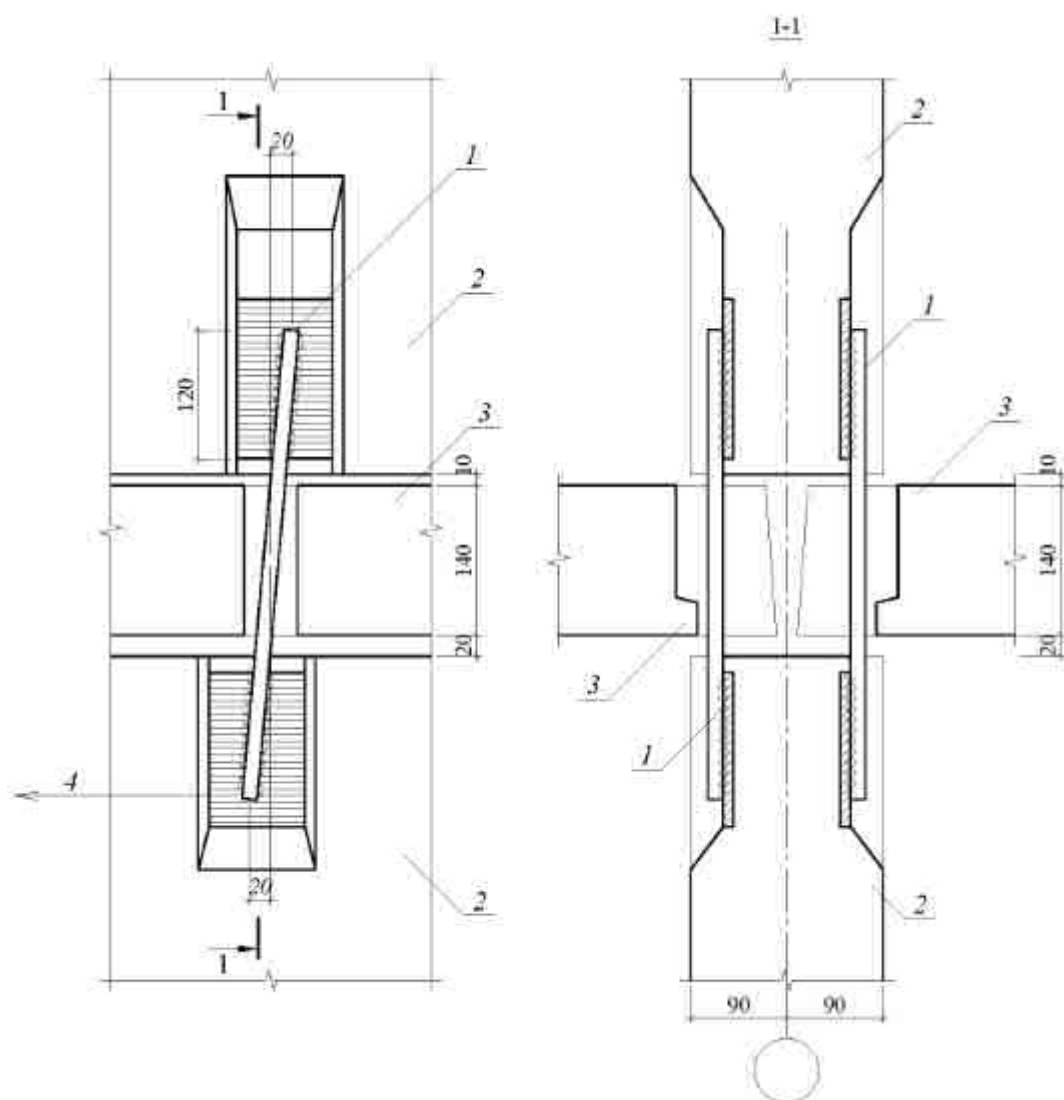


Рисунок Ж.2 – Варианты соединения плит перекрытия с ригелями (а) и между собой (б)

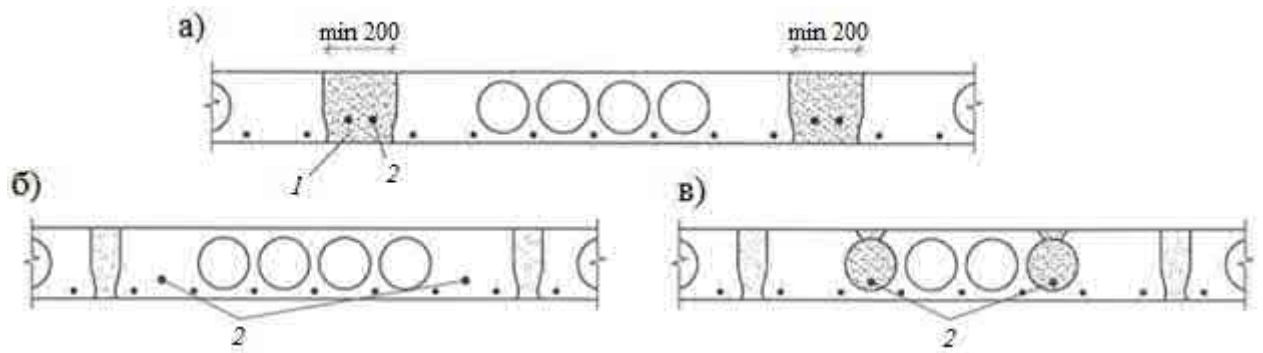
усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, но не менее 15 кН (1,5 тс) на 1 м ширины здания и 10 кН (1,0 тс) на 1 м длины здания [для зданий башенного типа не менее 10 кН (1 тс) на 1 м размера здания в плане]. Расстояние между связями следует назначать не более 3,0 м.



1 вертикальная связь; 2 внутренняя стеновая панель; 3 плита перекрытия; 4 направление расположения наружной стены

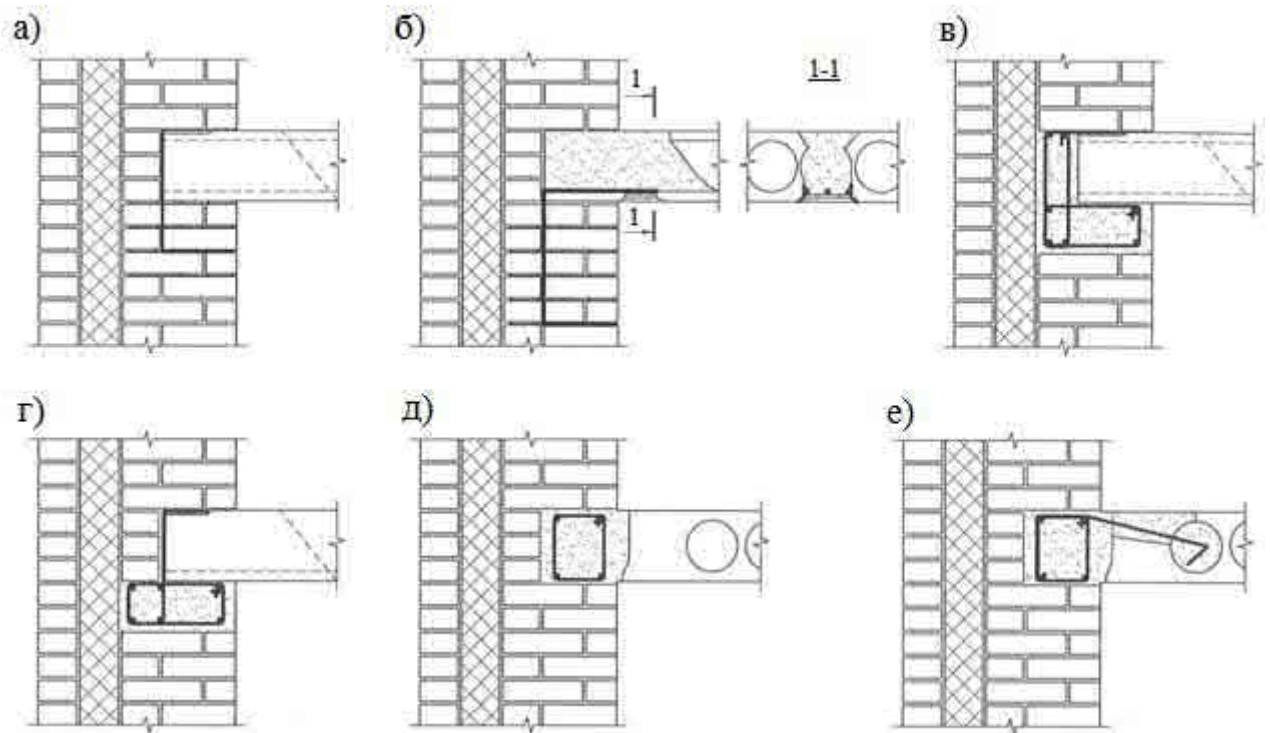
Рисунок Ж.3 – Вариант вертикальных (междуэтажных) связей между несущими стеновыми панелями

Вертикальные связи (рисунок Ж.3) следует устанавливать не менее двух на стеновую панель. При этом если внутренняя стена состоит из нескольких стеновых панелей, объединенных в их вертикальном стыке вертикальными связями, то требуется установка не менее двух связей на внутреннюю стену. Указанные связи следует проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, но не менее 25 кН (2,5 тс) на 1 м длины стеновой панели.



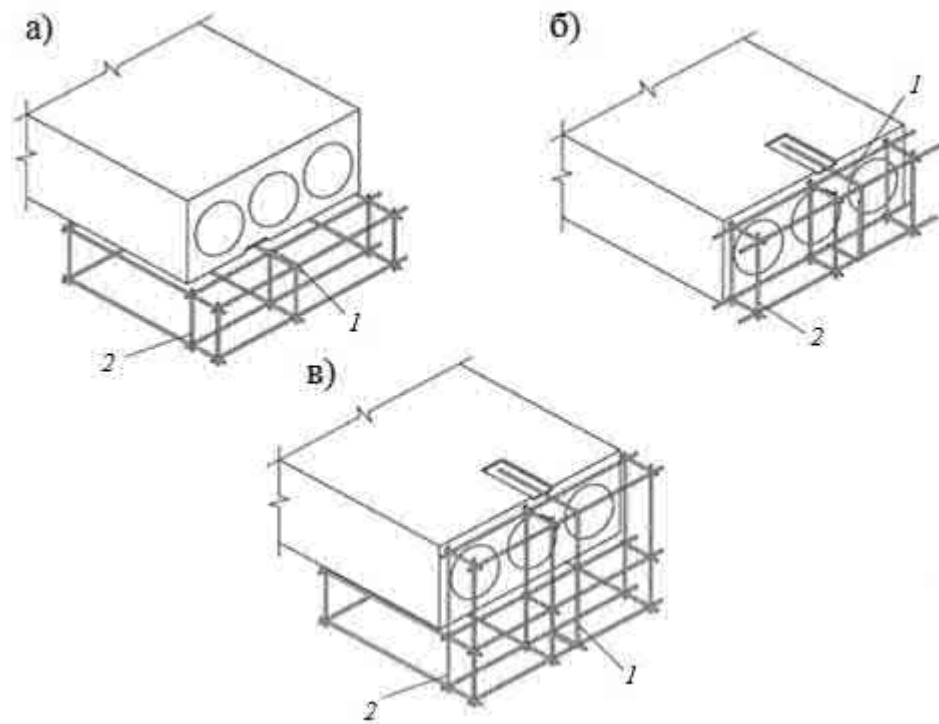
1 – бетон; 2 – арматура

Рисунок Ж.4 – Варианты укладки дополнительной арматуры с увеличенным защитным слоем в монолитных участках при монтаже (а), плитах перекрытия при изготовлении (б) и замоноличенных пустотах плит перекрытия (в)



а, б армокирпичные пояса; в, г, д, е железобетонные пояса

Рисунок Ж.5 – Варианты устройства армированных поясов и анкеровки плит перекрытия



a – каркас железобетонного пояса под торцом панели; *б* – каркас у торца панели с анкером; *в* – каркас под торцом и у торца панели с анкером; *1* – анкер; *2* – каркасы для железобетонных поясов

Рисунок Ж.6 – Варианты анкеровки панелей перекрытий

Приложение И

Классификация зданий и сооружений по требованиям к защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения

Уровень ответственности	Требования к защите	Перечень объектов по уровню ответственности
1 Повышенный	<p>1 Расчетная проверка с использованием пространственных расчетных схем по первому предельному состоянию с удалением одного из несущих элементов (см. раздел 7), с учетом нормативных характеристик материалов конструкций, физической, геометрической и конструктивной нелинейности.</p> <p>2 По требованию заказчика в задании на проектирование (в дополнение к необходимым требованиям по несущей способности) могут быть установлены дополнительные требования по обеспечению трещиностойкости и деформативности конструкций сооружения при локальном разрушении</p>	Перечень (или классификация) особо опасных, технически сложных и уникальных объектов установленный [3, статья 48.1] (за исключением сооружений, не входящих в область применения настоящего свода правил)
2 Нормальный	Расчетная проверка зданий и сооружений по пространственным расчетным схемам по первому предельному состоянию с удалением одного из несущих элементов (см. раздел 7), с учетом нормативных характеристик материалов конструкций, физической, геометрической и конструктивной нелинейности	<p>Все сооружения, при проектировании и строительстве которых используются принципиально новые конструктивные решения и технологии, которые не прошли проверку в практике строительства и эксплуатации.</p> <p>Перечень других зданий принимают в соответствии с положениями ГОСТ 27751, за исключением указанных в пункте 1 настоящей таблицы</p>
3 Пониженный	Нет требований	Здания и сооружения, не перечисленные выше
<p>Примечания</p> <p>1 По требованию заказчика в задании на проектирование (в дополнение к необходимым требованиям по несущей способности) могут быть установлены дополнительные требования, например по обеспечению трещиностойкости и/или деформативности конструкций сооружения при локальном разрушении.</p> <p>2 Для зданий и сооружений нормального уровня ответственности допускается не выполнять расчет и проектирование защиты от прогрессирующего обрушения в случаях, если их необходимость не указана в приложении И или нормативных документах, включенных в перечни, указанные в [1, статья 6, части 1, 7].</p>		

Библиография

- [1] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
- [2] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»
- [3] Федеральный закон от 22 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации»
- [4] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»



**МИНИСТЕРСТВО
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(МИНСТРОЙ РОССИИ)

ПРИКАЗ

от "15" ноября 2019 г.

№ 693/пк

Москва

Об утверждении Изменения № 1 к СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения»

В соответствии с Правилами разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2016 г. № 624, подпунктом 5.2.9 пункта 5 Положения о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1038, пунктом 13 Плана разработки и утверждения сводов правил и актуализации ранее утвержденных строительных норм и правил, сводов правил на 2019 г., утвержденного приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. № 857/пр (в редакции приказов Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 18 февраля 2019 г. № 109/пр, от 1 апреля 2019 г. № 201/пр, от 6 июня 2019 г. № 330/пр, от 12 сентября 2019 г. № 539/пр), **п р и к а з ы в а ю:**

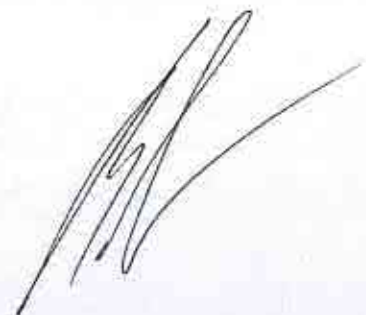
1. Утвердить и ввести в действие через 6 месяцев со дня издания настоящего приказа прилагаемое Изменение № 1 к СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения», утвержденному приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 5 июля 2018 г. № 393/пр.

2. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации:

а) в течение 15 дней со дня издания приказа направить утвержденное Изменение № 1 к СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения» на регистрацию в федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации;

б) обеспечить опубликование на официальном сайте Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» текста утвержденного Изменения № № 1 к СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения» в электронно-цифровой форме в течение 10 дней со дня регистрации свода правил федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации.

Министр



В.В. Якушев

УТВЕРЖДЕНО
приказом Министерства строительства и
жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации
от « 15 » ноября 2019 г. № 693/пр

**ИЗМЕНЕНИЕ № 1 К СП 385.1325800.2018 «ЗАЩИТА
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО
ОБРУШЕНИЯ. ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ.
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ»**

Москва 2019

Изменение № 1 к СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения

Утверждено и введено в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 15 ноября 2019 г. № 693/пр

Дата введения – 2020–05–16

Содержание

Наименование раздела 5. Изложить в новой редакции:

«5 Строительные материалы, их характеристики и критерии предельного состояния конструкций.....».

Наименование раздела 8. Изложить в новой редакции и дополнить наименованиями подразделов:

«8 Методы расчета.....»

8.1 Расчет в статической постановке.....»

8.2 Расчет кинематическим методом теории предельного равновесия.....»

8.3 Расчет в динамической постановке.....».

Дополнить содержание наименованием раздела 9 и его подразделов:

«9 Конструктивные мероприятия по защите зданий и сооружений различных конструктивных систем от прогрессирующего обрушения.....»

9.1 Общие положения.....»

9.2 Многоэтажные каркасные здания.....»

9.3 Крупнопанельные, кирпичные и комбинированные конструкции зданий и сооружений.....»

9.4 Одноэтажные каркасные здания.....»

9.5 Большепролетные здания и сооружения.....»

9.6 Здания с деревянным каркасом.....».

Приложения А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И. Исключить.

Дополнить наименованием приложения К в следующей редакции:

«Приложение К Диаграммы состояния материалов для особого предельного состояния».

Введение

Первый абзац. Изложить в новой редакции:

«Настоящий свод правил разработан с учетом обязательных требований, установленных в [1]–[3], и содержит основные положения, общие требования по проектированию защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения при аварийной расчетной ситуации вследствие предполагаемого

начального локального разрушения, приводящего к изменению конструктивной системы.».

Дополнить третьим абзацем в следующей редакции:

«Изменение № 1 к СП 385.1325800.2018 разработано авторским коллективом: ФГБОУ ВО «ЮЗГУ» (руководитель темы – д-р техн. наук, проф. *В.И. Колчунов*, д-р техн. наук, проф. *Н.В. Федорова*, д-р техн. наук, проф. *С.Г. Емельянов*, д-р техн. наук, проф. *Вл.И. Колчунов*); ЗАО «ГОРПРОЕКТ» (д-р техн. наук, проф. *В.И. Травуш*); АО «ЦНИИПромзданий» (руководитель темы – канд. техн. наук *Н.Г. Келасьев*, д-р техн. наук, проф. *Э.Н. Кодыш*, д-р техн. наук, проф. *Н.Н. Трекин*, *И.А. Терехов*); ООО «Техрекон» (*Г.И. Шапиро*, *А.Г. Шапиро*).».

1 Область применения

Изложить в новой редакции:

«1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил устанавливает основные положения по проектированию новых и реконструкции зданий и сооружений различных конструктивных систем с обеспечением их защиты от прогрессирующего обрушения на стадии эксплуатации.

1.2 Настоящий свод правил не распространяется на проектирование транспортных, линейных объектов, гидротехнических сооружений, инженерных сооружений типа резервуаров и бункеров, подземных сооружений и объектов, на которых ведутся горные работы и работы в подземных условиях.».

2 Нормативные ссылки

Изложить в новой редакции:

«2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 1497–84 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 4784–2019 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые.

Марки

ГОСТ 27751–2014 Надежность строительных конструкций и оснований.

Основные положения

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

СП 15.13330.2012 «СНиП II-22-81* Каменные и армокаменные конструкции» (с изменениями № 1, № 2, № 3)

СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции» (с изменением № 1)

СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия» (с изменениями № 1, № 2)

СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений» (с изменениями № 1, № 2)

В НАБОР

СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» (с изменениями № 1, № 2, № 3)

СП 64.13330.2017 «СНиП II-25-80 Деревянные конструкции» (с изменениями № 1, № 2)

СП 128.13330.2016 «СНиП 2.03.06-85 Алюминиевые конструкции»

СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»

СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования (с изменением № 1)

СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия

СП 311.1325800.2017 Бетонные и железобетонные конструкции из высокопрочных бетонов. Правила проектирования

Примечание – При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный 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 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 целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.»

3 Термины и определения

Изложить в новой редакции:

«3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены термины по [1], ГОСТ 27751, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 аутригерные конструкции: Пересекающиеся фермы, связи, диафрагмы или балки (балки-стенки), обеспечивающие повышенную жесткость здания или сооружения.

3.2 демпфирование: Процесс рассеивания (диссипации) энергии механических колебаний в конструкциях и материалах здания или сооружения.

3.3

конструктивная система: Совокупность взаимосвязанных строительных конструкций и основания.

[ГОСТ 27751–2014, пункт 2.2.2]

3.4 коэффициенты надежности: Коэффициенты, учитывающие возможные неблагоприятные отклонения значений нагрузок, характеристик материалов и расчетной схемы строительного объекта от реальных условий его эксплуатации, а также уровень ответственности строительных объектов.

3.5 нормативные характеристики физических свойств материалов: Значения физико-механических характеристик материалов, устанавливаемые в нормативных документах, технических условиях или заданиях на проектирование и контролируемые при их изготовлении, строительстве и эксплуатации объекта.

3.6 особое предельное состояние: Состояние конструкций после превышения границы несущей способности по первому и деформативности по второму предельным состояниям, в котором они не полностью соответствуют функциональным требованиям, дальнейшее увеличение нагрузок и (или) воздействий приводит к их разрушению.

3.7 предполагаемое начальное локальное разрушение (локальное разрушение): Удаление несущего конструктивного элемента, имитирующее потерю несущей способности и (или) устойчивости, а также приводящее к изменению конструктивной системы здания и сооружения.

3.8

прогрессирующее (лавинообразное) обрушение: Последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего здания или сооружения или его частей вследствие начального локального разрушения.

[ГОСТ 27751–2014, пункт 2.2.9]

3.9

расчетная схема (модель): Модель конструктивной системы, используемая при проведении расчетов.

[ГОСТ 27751–2014, пункт 2.2.10]

Примечания

1 Первичная расчетная схема – расчетная схема здания или сооружения, принятая для расчета на проектные сочетания нагрузок по первому и второму предельным состояниям.

2 Вторичная расчетная схема – расчетная схема, полученная из первичной расчетной схемы путем исключения несущего конструктивного элемента в результате предполагаемого начального локального разрушения, при этом прочностные и деформационные характеристики материалов назначают в соответствии с требованиями раздела 5, а нагрузки принимают в соответствии с разделом 6.

3.10 расчетные ситуации: Учитываемый при расчете зданий или сооружений комплекс наиболее неблагоприятных условий, которые могут возникнуть при его эксплуатации.».

4 Общие требования

Изложить в новой редакции:

«4 Общие требования

4.1 Проектирование защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения осуществляется при аварийной расчетной ситуации вследствие предполагаемого начального локального разрушения (см. 3.7), приводящего к изменению конструктивной системы. Для этого необходимо выполнить расчет по особому предельному состоянию (см. 3.6) с учетом критериев, указанных в разделе 5, обеспечив несущую способность, деформативность и устойчивость формы деформации как конструктивной системы здания и сооружения в целом, так и отдельных элементов и узлов сопряжений, за исключением удаляемого, при локальном разрушении (см. 4.5).

4.2 Требования к проектированию защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения в настоящем своде правил приведены для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, а также для зданий и сооружений нормального уровня ответственности с массовым пребыванием людей (см. ГОСТ 27751).

4.3 При реконструкции необходимо обеспечить защиту от прогрессирующего обрушения для здания или сооружения в целом или самостоятельного конструктивного блока в частях, ограниченных деформационными швами, в границах которых проводят реконструкцию.

Допускается расчет на защиту от прогрессирующего обрушения не проводить и ограничиться организационно-техническими мероприятиями для реконструируемых зданий и сооружений нормального уровня ответственности при одновременном выполнении условий:

- по результатам инструментального обследования по ГОСТ 31937 определено работоспособное техническое состояние;

- не предусматриваются усиление несущих конструкций и (или) изменение функционального назначения здания и сооружения;

- несущая способность и деформативность подтверждены поверочным расчетом на особое сочетание нагрузок с учетом экстремальных климатических воздействий по СП 296.1325800;

- вертикальные несущие элементы, от которых зависит общая устойчивость здания и сооружения, по результатам поверочных расчетов способны воспринимать особые воздействия от горизонтальной нагрузки 35 кН для стержневых элементов и 10 кН для пластинчатых на 1 м² поверхности рассматриваемого элемента в пределах одного этажа.

Примечание – Основные организационно-технические мероприятия приведены в приложении Г СП 296.1325800.2017.

4.4 Защита здания и сооружения от прогрессирующего обрушения обеспечена, если для любых элементов и их соединений соблюдаются условия:

$$F \leq S, \quad (4.1)$$

где F – усилия в конструктивных элементах или их соединениях, определяемые расчетом;

S – несущая способность конструктивных элементов и их соединений, определяемая с учетом указаний раздела 5, а также требований по допустимым деформациям;

$$f \leq f_{ult}, \quad (4.2)$$

где f – деформации элемента от внешней нагрузки;

f_{ult} – значение предельно допустимых деформаций элемента в соответствии с указаниями раздела 5.

Конструкции или их соединения, для которых требования по несущей способности или деформативности не удовлетворяются, необходимо усилить, либо следует принять другие меры, повышающие сопротивление конструкций прогрессирующему обрушению (см. раздел 9).

4.5 Локальное разрушение может назначаться в любом месте здания или сооружения и не должно приводить к прогрессирующему обрушению.

4.5.1 Для многоэтажных зданий следует рассматривать локальное разрушение:

- пересекающихся стен на участках от места их пересечения (в частности, от угла здания) до ближайшего проема в каждой стене или до следующего вертикального стыка со стеной другого направления общей длиной не более 6 м;
- отдельно стоящей стены от края до ближайшего проема или одного участка стены (простенка) между двумя проемами или на участке общей длиной не более 6 м;
- колонны (пилона), ядра жесткости или колонны (пилона) с примыкающими участками стен, расположенных на участке общей длиной не более 6 м;
- ригеля, элемента несущей конструкции покрытия.

4.5.2 В одноэтажных производственных зданиях следует рассматривать разрушение:

- несущей конструкции, включая угловую и торцевую колонну;
- элемента несущей конструкции покрытия – стержень фермы, связь жесткости.

Для реконструируемых зданий допускается рассматривать вынужденную осадку опорной конструкции покрытия от 1/50 до 1/30 пролета.

4.5.3 В большепролетных зданиях и сооружениях следует рассматривать локальное разрушение:

- одной из несущих конструкций – колонн, элементов ферм или стержневых структур, опорных и компрессионных колец, главных балок, опорных узлов и т. п.;
- элемента конструкции, раскрепляющего несущий элемент (приводит к увеличению его расчетной длины или пролета).

4.5.4 Для инженерных сооружений в качестве локального разрушения следует рассматривать разрушение (удаление) одного из несущих элементов, в других случаях – согласно заданию на проектирование в зависимости от функционального назначения сооружения.

4.6 Защиту зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения необходимо обеспечивать наиболее рациональными средствами:

- при разработке архитектурно-планировочных решений следует учитывать возможность возникновения локального разрушения;
- в зданиях и сооружениях следует применять конструктивные меры, повышающие степень статической неопределимости конструкции (повышение неразрезности конструкции, уменьшение числа шарнирных соединений и пр.);
- применять материалы и конструктивные решения, обеспечивающие развитие в конструктивных элементах и их соединениях пластических деформаций.

4.7 В железобетонных конструкциях из сборных элементов промышленного изготовления особое внимание должно быть уделено конструированию узлов и соединений, способных воспринимать перераспределение усилий.

4.8 Исходные данные для расчетов определяются на основании результатов инженерных изысканий, требований СП 20.13330, СП 131.13330 и задания на проектирование с учетом технологических решений.».

5 Строительные материалы, их характеристики и критерии предельного состояния конструкций

Изложить в новой редакции:

«5 Строительные материалы, их характеристики и критерии предельного состояния конструкций

5.1 При расчете зданий и сооружений на защиту от прогрессирующего обрушения расчетные прочностные характеристики материалов принимают равными их нормативным значениям. Деформационные характеристики (приложение К) следует принимать с учетом особого предельного состояния:

- для каменных и армокаменных конструкций – в соответствии с СП 15.13330;

- для стальных и алюминиевых конструкций – в соответствии с СП 16.13330, СП 128.13330;

- для бетонных, железобетонных и сталежелезобетонных конструкций – в соответствии с СП 63.13330, СП 266.1325800, СП 311.1325800;

- для деревянных конструкций – в соответствии с СП 64.13330.

При реконструкции зданий и сооружений назначение прочностных характеристик материалов проводят с учетом результатов инструментального обследования.

5.2 При расчете зданий и сооружений на защиту от прогрессирующего обрушения критерии несущей способности и деформативности следует формировать, как для особого предельного состояния.

В качестве критериев особого предельного состояния в рассматриваемом расчетном сечении конструкции следует принимать:

- ограничение деформаций сжатого бетона предельными значениями ϵ_{b2} , определяемыми по расчетной или криволинейной диаграмме состояний при его кратковременном деформировании (см. СП 63.13330) и значениях напряжений, равных $\varphi_b R_{b,ser}$. Значение деформаций сжатия тяжелого, мелкозернистого и напрягающегося бетонов классов по прочности на сжатие В60 и ниже следует принимать равным 0,0035, для высокопрочных бетонов классов В70–В100 – согласно СП 63.13330, В110–В150 – согласно СП 311.1325800. При этом допускается учитывать увеличение прочности бетона при динамическом нагружении коэффициентом φ_b , равным 1,15. При пластическом характере разрушения сечения (из-за текучести арматуры) значение φ_b принимают равным 1;

- ограничение деформаций растянутой арматуры предельными значениями относительных деформаций ϵ_{s2} , принимаемыми для стали с физическим пределом текучести равными 0,033, а для стали с условным пределом текучести – 0,02. При этом в обоих случаях значения напряжений принимают равными

$R_{s,ser}$. Коэффициент увеличения динамической прочности арматуры φ_s принимают равным 1;

- относительные предельные деформации для стальных конструкций из сталей с пределом текучести условным в соответствии с ГОСТ 1497 принимают равными 0,05, а из сталей с пределом текучести физическим в соответствии с ГОСТ 1497 – 0,07. Коэффициент увеличения динамической прочности стали φ_s принимают равным 1,2;

- для деревянных конструкций ограничение расчетных сопротивлений смятию $R_{см}$. При этом коэффициент увеличения динамической прочности φ_s принимают равным 1,15;

- для сварных соединений расчетные сопротивления принимают:

а) для стыковых соединений – по таблице 4 СП 16.13330.2017 с заменой R_y на R_{yn} ;

б) для соединений с угловыми швами на условный срез по металлу шва – $0,55R_{wun}$, по металлу границы сплавления – $0,45R_{un}$;

- для болтовых соединений расчетные сопротивления принимают:

а) на срез – равными R_{bs} ;

б) на растяжение – равными R_{byn} по таблице Г.5 СП 16.13330.2017;

в) на смятие:

- для болтовых соединений на болтах класса точности А – равным $1,60R_{un}$;

- то же класса точности В – $1,35R_{un}$;

- при расчете фундаментных болтов расчетное сопротивление принимают равным R_{yn} ;

- при расчете высокопрочных болтов расчетное сопротивление принимают равным R_{bh} .

Примечание – Обозначения деформационных характеристик приняты в соответствии с указанными в 5.1 сводами правил.

5.3 Значение дополнительных коэффициентов условий работы, вводимых при расчете по защите от прогрессирующего обрушения, следует принимать:

- нормативные характеристики сопротивления материалов для бетонных, железобетонных и сталежелезобетонных конструкций при обеспечении требуемого уровня контроля качества, установленного действующими нормативными документами, в расчете на защиту от прогрессирующего обрушения следует умножать на дополнительный коэффициент условий работы особого предельного состояния, принимаемый равным 1,15.

Примечание – Требуемый контроль качества может быть учтен, например, для изделий заводского изготовления;

- коэффициент условий работы особого предельного состояния для сталей с пределом текучести физическим следует принимать равным 1,1.

5.4 Прогибы изгибаемых элементов конструктивной системы для особого предельного состояния при условии обеспечения минимально допустимой длины зоны опирания (анкеровки) не должны превышать $1/30$ длины пролета, за

исключением железобетонных конструкций, армированных высокопрочной арматурой с условным пределом текучести, для которых прогибы не должны превышать $1/50$ длины пролета.

5.5 Если в железобетонных элементах критерий несущей способности по сжатию бетону на участке длиной больше, чем $1/3$ пролета, не выполняется для трех и более сечений, а критерий для растянутой арматуры в этих сечениях удовлетворяется, то допускается работу перекрытий над удаленным вертикальным элементом (колонной, пилоном, стеной) рассматривать как работу элементов висячей системы. При этом должны быть выполнены условия обеспечения анкеровки арматуры и восприятия усилий распора.

5.6 Проверку несущей способности по прочности и устойчивости элементов конструктивной системы по вторичной расчетной схеме следует проводить по методикам соответствующих сводов правил на проектирование с учетом критериев особого предельного состояния.».

6 Нагрузки и воздействия

Изложить в новой редакции:

«6 Нагрузки и воздействия

6.1 Настоящий свод правил устанавливает требования по расчету зданий и сооружений на ситуацию, когда из конструктивной системы исключена одна из несущих конструкций, и не определяет вид особых нормируемых (проектных) и аварийных нагрузок и воздействий.

Расчет защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения следует выполнять на сочетание нагрузок, включающее постоянные и длительные временные нагрузки, с учетом изменения расчетной схемы здания и сооружения в результате локального разрушения. Значения нагрузок следует принимать в соответствии с требованиями СП 20.13330, принятыми проектными решениями и заданием на проектирование.

6.2 Коэффициенты надежности по нагрузке следует принимать равными $1,0$ ($\gamma_f = 1,0$), коэффициенты сочетаний нагрузок следует принимать равными $1,0$.

6.3 Коэффициент надежности по ответственности при расчете сооружений на защиту от прогрессирующего обрушения следует принимать $\gamma_n = 1,0$.».

7 Требования к расчетным моделям

Изложить в новой редакции:

«7 Требования к расчетным моделям

7.1 Расчетная схема и метод расчета определяются в каждом случае индивидуально и зависят от вида (характера) проектных решений здания или сооружения и исходных данных для проектирования.

Расчетная схема должна выбираться с учетом наиболее существенных факторов, определяющих напряженно-деформированное состояние конструкций здания или сооружения и его основания.

Целесообразно учитывать: пространственную работу; геометрическую, физическую (пластичность, ползучесть и др.) нелинейность.

7.2 Для расчета зданий и сооружений по защите от прогрессирующего обрушения следует использовать пространственную расчетную схему, в которой учитывается взаимодействие с грунтовым основанием в соответствии с СП 22.13330.

При расчете надземных конструкций здания или сооружения на защиту от прогрессирующего разрушения, когда при локальном разрушении одной из несущих конструкций учет грунтового основания не сопровождается изменением напряженно-деформированного состояния здания или сооружения, расчет и последующий анализ состояния конструктивной схемы допускается проводить по пространственной расчетной схеме без учета взаимодействия с грунтовым основанием.

7.3 В расчетной схеме целесообразно учитывать включение в работу следующих элементов зданий и сооружений:

- несущих при нормальной эксплуатации (например, навесные наружные стеновые панели, парапеты, железобетонные ограждения балконов, перегородки и т. п.), которые при локальном разрушении активно участвуют в перераспределении усилий в элементах конструктивной системы;
- несущих конструкций с односторонними связями, которые при локальном разрушении меняют свое напряженно-деформированное состояние.

7.4 При расчете защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения следует предусматривать возможность поэтапного расчета.

На начальном этапе для первичной расчетной схемы необходимо определить напряженно-деформированное состояние конструкций при условиях нормальной эксплуатации.

На последующих этапах для каждой вторичной расчетной схемы следует определять напряженно-деформированное состояние конструкций, возникающее в особом предельном состоянии при локальном разрушении. При реконструкции необходимо учитывать напряжения и деформации конструкций, возникшее в результате эксплуатации.

7.5 Для каждого этапа расчета по вторичным расчетным схемам следует определять несущие элементы, выход из строя которых может повлечь за собой прогрессирующее обрушение всей конструктивной системы. Особое внимание следует уделять наиболее нагруженным элементам, а также элементам, которые вызывают догружение наиболее нагруженных элементов.

7.6 Расчет зданий и сооружений на защиту от прогрессирующего обрушения следует выполнять для каждого из рассматриваемых локальных разрушений отдельно и независимо от других возможных локальных разрушений.

7.7 В расчетных схемах зданий и сооружений следует учитывать реальную диаграмму работы материала конструкций и их стыков (расслоение кирпичной кладки при работе конструкции на растяжение; невосприятие в платформенном стыке растягивающих напряжений; хрупкое разрушение конструкций и узлов их сопряжения и т. п.) и возможность возникновения особого предельного состояния.

7.8 Расчет здания и сооружения на защиту от прогрессирующего обрушения следует проводить по деформированной схеме с учетом требований 7.7.

7.9 Для расчета на защиту от прогрессирующего обрушения следует использовать статический метод (см. 8.1).

7.10 В случае обеспечения пластичной работы конструктивной системы в предельном состоянии для расчета защиты от прогрессирующего обрушения используют кинематический метод теории предельного равновесия (см. 8.2).

7.11 При больших прогибах конструкций (плиты, перемычки, стержневые конструкции и т. д.) следует рассматривать их работу как работу элементов висячей системы. При этом должна быть обеспечена конструктивная возможность восприятия возникающих горизонтальных усилий.

7.12 В случае внезапного удаления элемента расчет на защиту от прогрессирующего обрушения выполняют динамическим или квазистатическим методом.».

8 Методы расчета

Изложить в новой редакции:

«8 Методы расчета

8.1 Расчет в статической постановке

8.1.1 Расчетный анализ защиты от прогрессирующего обрушения в статической постановке включает следующие процедуры:

- по принятой на начальном этапе (рисунок 8.1, а) первичной расчетной схеме определяется напряженно-деформированное состояние в элементах конструктивной системы при условии нормальной эксплуатации;

- для перехода к вторичным расчетным схемам в первичной расчетной схеме поочередно выключается один из вертикальных или горизонтальных несущих элементов согласно 4.5 (рисунок 8.1, б). При этом прочностные и деформационные характеристики материалов назначают в соответствии с требованиями раздела 5, а нагрузки принимают в соответствии с разделом 6;

- проводят расчет вторичных расчетных схем и определяют напряженно-деформированное состояние в элементах, возникающее при локальном разрушении;

- проводят критериальную проверку несущей способности и деформативности элементов конструктивной системы для особого предельного состояния конструкций, с учетом требований, изложенных в разделе 5, а также для узлов сопряжения элементов конструктивной системы.

8.1.2 Если в процессе критериальной проверки условие прочности и деформативности в каких-либо элементах или узлах не выполняется, то проводят корректировку первичной расчетной схемы, вводя дополнительные элементы жесткости, обеспечивая неразрезность элементов, или используя другие методы, приведенные в разделе 9, проводят перерасчет конструктивной системы и вновь проводят критериальную проверку.

В НАБОР

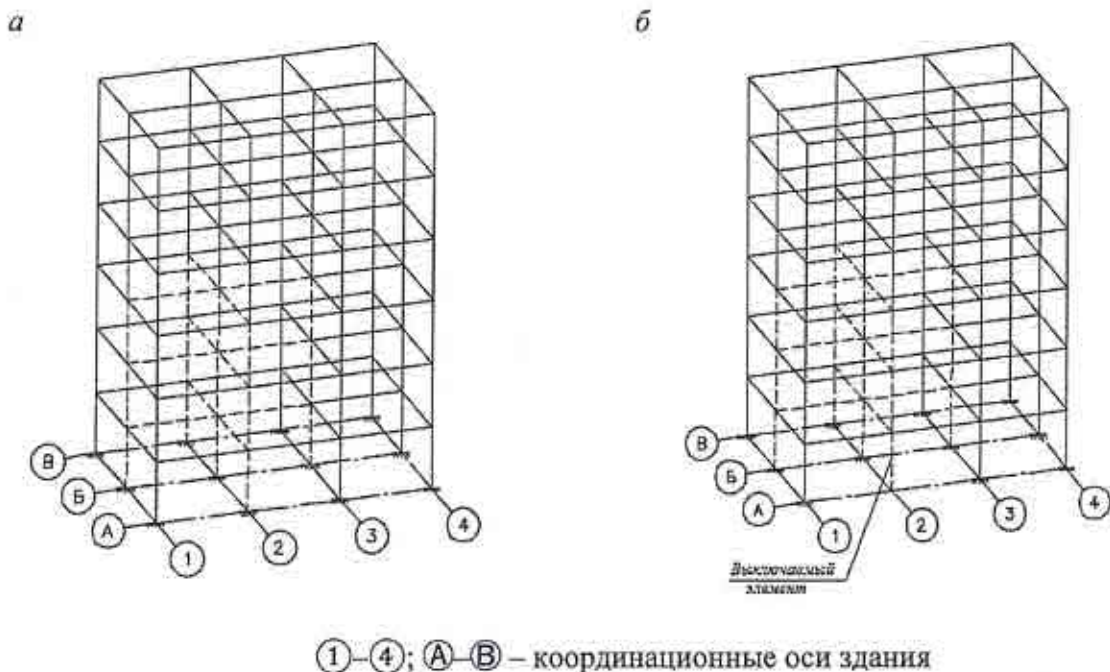


Рисунок 8.1– Первичная (а) и вторичная (б) расчетные схемы здания

8.2 Расчет кинематическим методом теории предельного равновесия

8.2.1 Расчет при каждой выбранной расчетной схеме выполняют следующим образом:

- задают наиболее вероятные механизмы разрушения элементов здания и сооружения, потерявших опору, определяют все разрушаемые связи, в том числе и образовавшиеся пластические шарниры, и находят возможные обобщенные перемещения w_i по направлению усилий в этих связях; наиболее вероятному механизму разрушения соответствует минимум потенциальной энергии конструкции на возможных (обобщенных) перемещениях;

- для каждого из выбранных механизмов разрушения следует определить предельные усилия, которые могут быть восприняты сечениями всех пластично разрушаемых элементов и связей S_i , в том числе и пластических шарниров;

- находятся равнодействующие G_i внешних сил, приложенных к отдельным звеньям механизма, то есть к отдельным неразрушаемым элементам или их частям, и перемещения по направлению их действия u_i ;

- определяют работу внутренних сил W и внешних нагрузок U на возможных перемещениях рассматриваемого механизма:

$$W = \sum_i S_i w_i, \tag{8.1}$$

$$U = \sum_i G_i u_i; \tag{8.2}$$

- проверяют условие

$$W \geq U. \tag{8.3}$$

8.2.2 Если при какой-либо расчетной схеме условие (8.3) не выполняется, то в соответствии с разделом 9 следует провести усиление конструктивных

элементов либо с помощью иных мероприятий (например, учет работы несущих элементов в расчетной схеме) добиться выполнения условия (8.3).

8.2.3 Необходимо выполнить проверку несущей способности в несущих вертикальных элементах, не расположенных над зоной локального разрушения.

8.3 Расчет в динамической постановке

8.3.1 Динамический расчет следует выполнять с учетом возможного проявления эффектов физической, геометрической и конструктивной нелинейностей.

8.3.2 Рекомендуемые параметры демпфирования для материалов и конструкций принимаются по логарифмическим декрементам колебаний, приведенным в СП 20.13330. При соответствующем обосновании допускается уточнять параметры демпфирования, в том числе для учета нелинейного характера колебаний.

8.3.3 Несущая способность конструктивных узлов при динамическом расчете должна быть подтверждена согласно нормам проектирования на возникающие в них усилия в соответствии с указаниями разделов 4–7.

8.3.4 Повышение прочности материалов конструкций при динамическом расчете может быть учтено введением коэффициента условий работы.».

Дополнить свод правил разделом 9 в следующей редакции:

«9 Конструктивные мероприятия по защите зданий и сооружений различных конструктивных систем от прогрессирующего обрушения

9.1 Общие положения

Основным конструктивным требованием по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения является обеспечение:

- необходимой несущей способности и деформативности конструктивных элементов и соединений между ними при локальном разрушении (см. 4.5);
- развития пластических деформаций в соединениях конструктивных элементов;
- в шпоночных соединениях прочности отдельных шпонок на срез в 1,5 раза выше их прочности на смятие;
- в болтовых соединениях прочности отдельных болтов на срез в 1,1 раза выше их прочности на смятие;
- пластичной работы сварных соединений в предельном состоянии в соответствии с СП 16.13330 и СП 266.1325800;
- достаточности длины зоны анкеровки арматуры при ее работе как связи сдвига и растяжения в соответствии с СП 63.13330 и СП 266.1325800;
- в сечениях надпроемных перемычек, балок, ригелей, плит в предельном состоянии разрушения по изгибу, а не по срезу.

Эти требования обеспечиваются конструктивными мероприятиями, приведенными в 9.2–9.5.

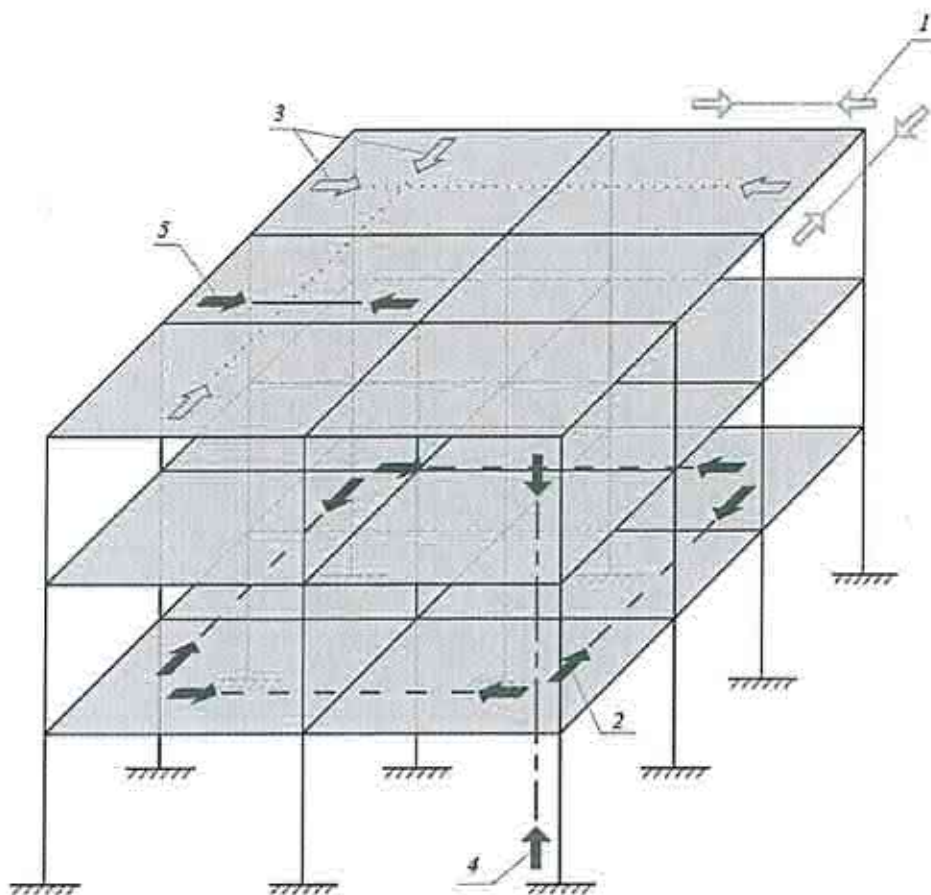
9.2 Многоэтажные каркасные здания

9.2.1 Устанавливают внутренние связи в уровне каждого перекрытия или покрытия в двух взаимно перпендикулярных направлениях, обеспечивающие

несущую способность дисков перекрытий при растяжении и сдвиге и работающие на всей длине (рисунок 9.1).

9.2.2 Устанавливают контурные периферийные связи на расстоянии не более чем 1,2 м от края в каждом перекрытии или покрытии. Этими связями следует обеспечивать несущую способность дисков перекрытий и покрытий при растяжении и сдвиге. Связи следует проектировать на основании расчета на восприятие растягивающих усилий одной связью не менее 10 кН (1 тс) на 1 пог. м контура здания.

9.2.3 Устанавливают горизонтальные связи по наружным колоннам или стенам в пределах перекрытий и покрытия. Этими связями следует обеспечивать восприятие усилий растяжения не менее 20 кН (2 тс) на 1 пог. м фасада здания.



1 – связи по угловым колоннам; 2 – контурные связи; 3 – внутренние связи; 4 – вертикальные связи; 5 – горизонтальные связи по внешним колоннам или стенам

Рисунок 9.1 – Возможная схема расположения связей в многоэтажном каркасном здании

9.2.4 Устанавливают вертикальные связи, которые связывают колонны каркасного здания или сооружения на всю его высоту. Эти связи следует рассчитывать на растягивающее усилие, равное значению осевой продольной силы, которая действует в колонне любого из этажей при основных сочетаниях

нагрузок. Стыковку связей не допускается выполнять в опорных узлах и середине высоты колонны. Их рекомендуется выполнять на 1/3–1/4 высоты этажа.

9.2.5 Предусматривают объединение стальных балок с монолитным перекрытием с помощью стад-болтов или упоров в соответствии с требованиями СП 266.1325800 для обеспечения объединения балок с перекрытием расчетными связями (например, для сталежелезобетонного перекрытия).

9.2.6 Обеспечивают жесткое сопряжение балок с колоннами минимум одного направления.

9.2.7 Вводят в несущую систему многоэтажного здания или сооружения аутигерные конструкции (рисунок 9.2, а) в виде систем перекрестных сплошных или сквозных конструкций (рисунок 9.2, б, в), рассчитанных на восприятие усилий, определяемых в соответствии с результатами расчетов по первичной и вторичной расчетным схемам.

9.2.8 Предусматривают дополнительные конструктивные мероприятия для монолитных железобетонных зданий и сооружений:

- обеспечение восприятия вертикальными связями между низом колонн (пилонов, стен) и перекрытиями (балками, ригелями) растягивающих усилий, определенных в результате расчетов, но не менее 10 кН (1 тс) на м² грузовой площади этой колонны (пилон, стены);

- покрытие и перекрытия следует связывать с колоннами (пилонами, стенами, балками, ригелями) расчетными связями;

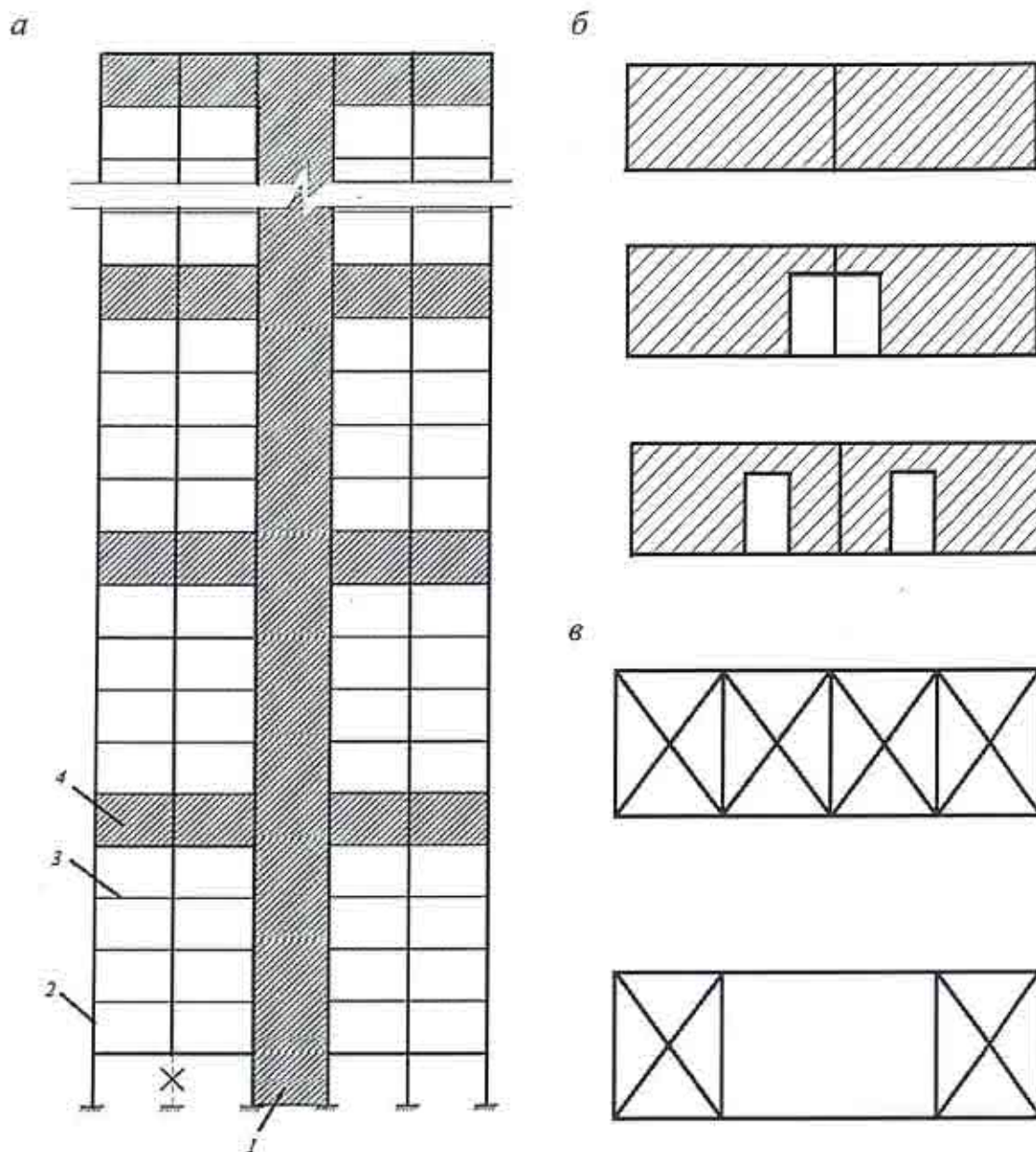
- минимальную площадь сечения горизонтальной арматуры (суммарной для нижней и верхней арматуры) в монолитных железобетонных перекрытиях и покрытиях как в продольном, так и в поперечном направлении следует принимать не менее 0,25 % площади сечения бетона. При этом необходимо обеспечить непрерывность указанной арматуры и стыковку (в том числе при возможном изменении расчетной схемы работы перекрытия или покрытия в результате локального разрушения) в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

9.2.9 Для зданий и сооружений со стальным каркасом предусматривают следующие дополнительные конструктивные мероприятия:

- при проектировании стальных конструкций следует исключить возможность хрупкого разрушения конструктивных элементов и их узлов с соблюдением требований, изложенных в СП 16.13330;

- для обеспечения пластичной работы конструктивной системы целесообразно применять малоуглеродистые и низколегированные стали с относительным удлинением не менее 20 %;

- для повышения пространственной жесткости стального каркаса следует предусматривать систему связей, допускающую развитие необходимых деформаций для перераспределения усилий после локального разрушения одного из несущих элементов.

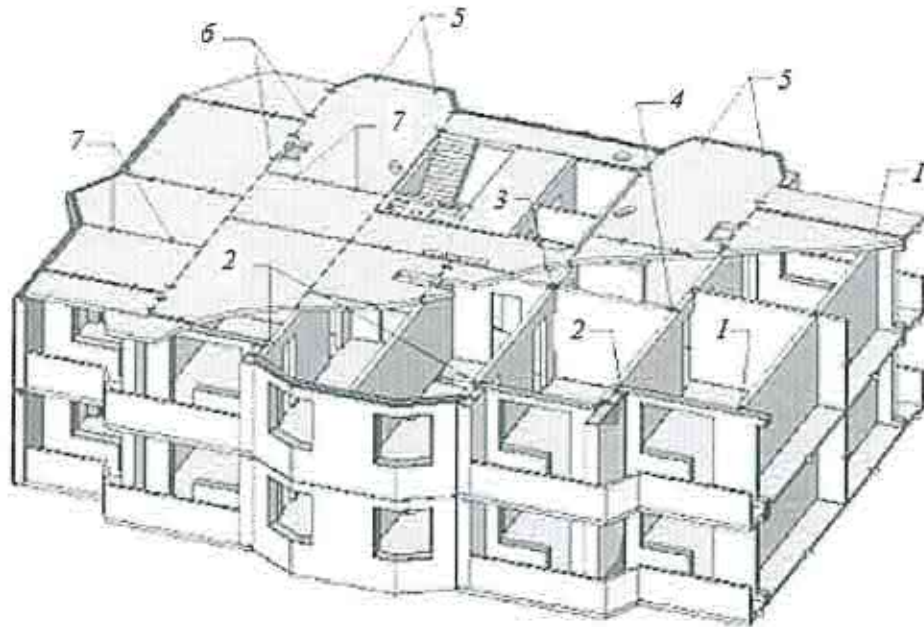


1 – ядро жесткости; 2 – колонны; 3 – ригели; 4 – аутриггерная конструкция

Рисунок 9.2 – Схема расположения аутриггерных конструкций (а) и типы этих конструкций сплошного (б) или сквозного (в) сечения

9.3 Крупнопанельные, кирпичные и комбинированные конструкции зданий и сооружений

9.3.1 Установка системы связей в крупнопанельных, кирпичных и комбинированных конструкциях зданий и сооружений в общем случае может быть выполнена по схеме, приведенной на рисунке 9.3.



1 – связь между панелями наружных и внутренних стен; 2 – связь между продольными наружными несущими стенами; 3 – связь между продольными внутренними стенами; 4 – связь между поперечными и продольными внутренними стенами; 5 – связь между наружными стенами и плитами перекрытий; 6 – связь между плитами перекрытий вдоль длины здания; 7 – связь между плитами перекрытий поперек длины здания

Рисунок 9.3 – Схема расположения связей в крупнопанельном здании

9.3.2 В рамках осуществления дополнительных конструктивных мероприятий для крупнопанельных зданий устанавливают следующую систему связей:

- горизонтальные в продольном и поперечном направлениях связи между плитами перекрытий и покрытия, обеспечивающие необходимую прочность дисков перекрытий и покрытия при растяжении и сдвиге. При этом связи следует проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, но не менее 15 кН (1,5 тс) на 1 м ширины здания и 10 кН (1,0 тс) на 1 м длины здания (для зданий башенного типа – не менее 10 кН (1 тс) на 1 м размера здания в плане). Расстояние между связями следует назначать не более 3,0 м;

- вертикальные (междуэтажные) связи между несущими стеновыми панелями, обеспечивающие необходимую прочность горизонтальных стыков стен и перекрытий при растяжении и сдвиге. Следует устанавливать не менее двух связей на стеновую панель. При этом если внутренняя стена состоит из нескольких стеновых панелей, объединенных в их вертикальном стыке вертикальными связями, то требуется установка не менее двух связей на внутреннюю стену. Связи следует проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, но не менее 25 кН (2,5 тс) на 1 м длины стеновой панели;

- горизонтальные связи между навесными наружными стеновыми панелями (поверху) и внутренними стеновыми панелями, вертикальные связи между

навесными наружными стеновыми панелями (понизу) и плитами перекрытий, совместно обеспечивающие устойчивость положения наружных стеновых панелей и включение их в работу при локальном разрушении. Для одномодульных наружных стеновых панелей требуется установка четырех связей – две с плитами перекрытия, две с внутренними стеновыми панелями. Для двухмодульных наружных стеновых панелей требуется установка восьми связей – четыре с плитами перекрытия (по две на модуль) и четыре с внутренними стеновыми панелями. При этом связи следует проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, но не менее 10 кН (1,0 тс) на 1 м длины наружной стеновой панели;

- лестничные марши и площадки следует связывать с вертикальными элементами, покрытием или перекрытием расчетными связями;

- предусматривать участки (скрытые балки), запроектированные в соответствии с требованиями по степени огнестойкости, предъявляемыми к несущим конструкциям. Эти участки, имеющие арматуру, расположенную с увеличенным защитным слоем, соединяют вертикальные несущие конструкции и обеспечивают защиту здания от прогрессирующего обрушения. Количество и места расположения арматуры определяются расчетом. В случае применения сборных плит перекрытия, в которых нет такой арматуры, необходимо устраивать монолитные участки.

9.3.3 Для кирпичных зданий и сооружений предусматривают следующие дополнительные конструктивные мероприятия:

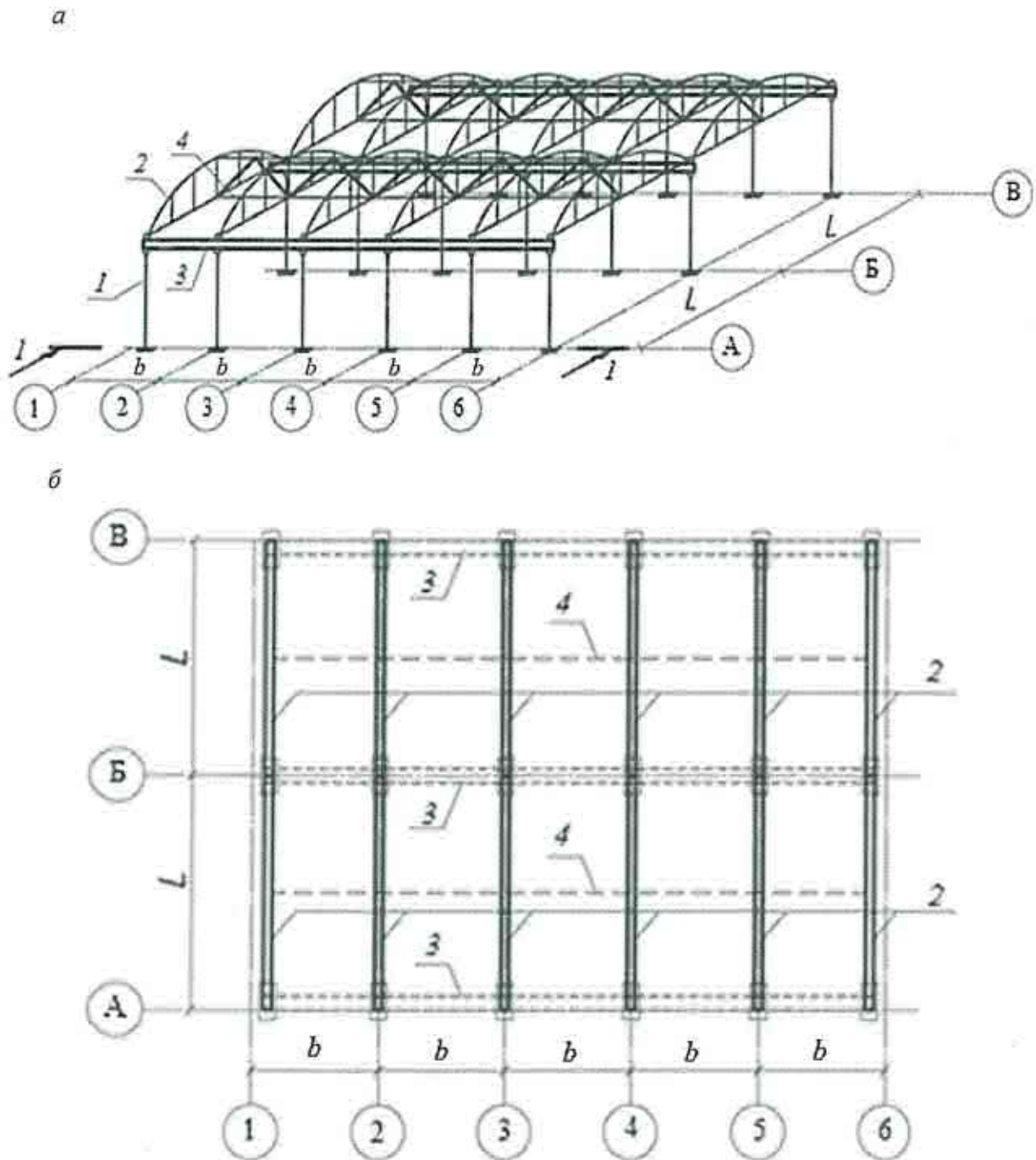
- на каждом этаже по периметру здания следует устраивать пояс армированной кладки между верхом надпроемных перемычек и низом перекрытия. Если низ перекрытия совпадает с верхом надпроемных перемычек, то перемычки необходимо выполнять монолитными железобетонными и непрерывными по всему контуру наружных или внутренних стен, т. е. необходимо устраивать непрерывный монолитный железобетонный пояс по типу антисейсмического;

- толщину внутренних несущих кирпичных стен и внутреннего слоя несущих наружных стен следует принимать по расчету, но не менее 380 мм;

- следует предусматривать горизонтальные в продольном и поперечном направлениях связи между плитами перекрытий и покрытия, обеспечивающие необходимую прочность дисков перекрытий и покрытия при растяжении и сдвиге. При этом связи следует проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов, по требованиям СП 15.13330, но не менее усилий, приведенных в 9.3.2.

9.4 Одноэтажные каркасные здания

9.4.1 По всем продольным рядам колонн устанавливают, при необходимости, неразрезные подстропильные конструкции (рисунок 9.4, а, б), обеспечивающие перераспределение усилий после локального разрушения одного из несущих элементов каркаса.



1 – колонна; 2 – стропильная конструкция; 3 – подстропильная конструкция; 4 – связевая ферма в вертикальной плоскости из плоскости стропильной конструкции; ①–⑥, А–В – координатные оси здания; b – шаг колонн; L – пролет

Рисунок 9.4 – Схема расположения подстропильных конструкций и связей в одноэтажном здании: пространственная схема каркаса (а) и план здания (б)

9.4.2 При применении в покрытии сквозных стропильных конструкций (фермы, арки) в плоскостях этих конструкций, при необходимости, предусматривают установку затяжек, связей и других несущих элементов,

обеспечивающих перераспределение усилий в случае выключения одного из поясов таких конструкций.

9.5 Большепролетные здания и сооружения

9.5.1 Для большепролетных зданий и сооружений предусматривают дополнительные конструктивные мероприятия:

- конструктивную систему большепролетного здания и сооружения следует проектировать с альтернативными путями передачи усилий при локальном разрушении одного из несущих конструктивных элементов;

- необходимо предусматривать дополнительные конструктивные элементы (колонны, ригели, затяжки, связи, контурные элементы и т. д.), обеспечивающие возможность восприятия измененных усилий при локальном разрушении;

- из конструктивной системы целесообразно исключать конструкции с односторонними связями.

9.6 Здания с деревянным каркасом

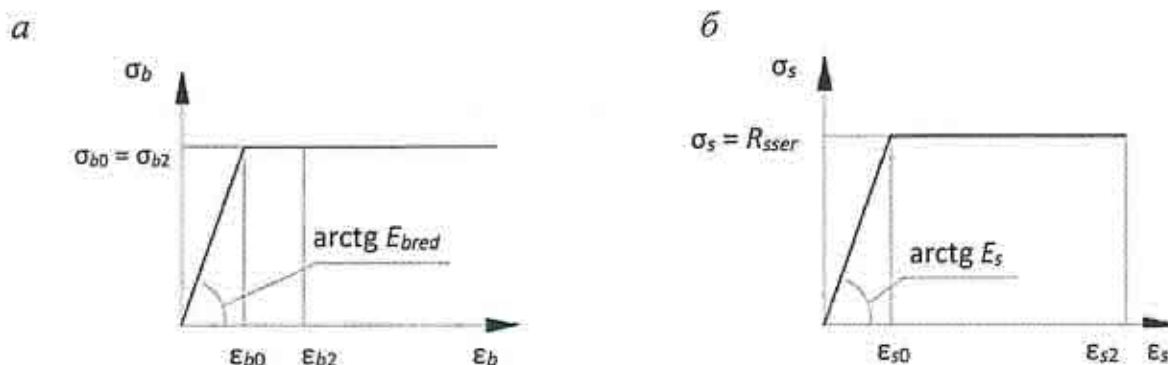
9.6.1 Для зданий с деревянными каркасами предусматривают установку связевых вертикальных ферм по всей длине здания, верхним поясом которых будет обвязочный брус, проходящий по верху колонн и по всей длине здания.

Также может быть принята подстропильная конструкция по схеме рисунка 9.4 в виде фермы.

Дополнить приложением К в следующей редакции:

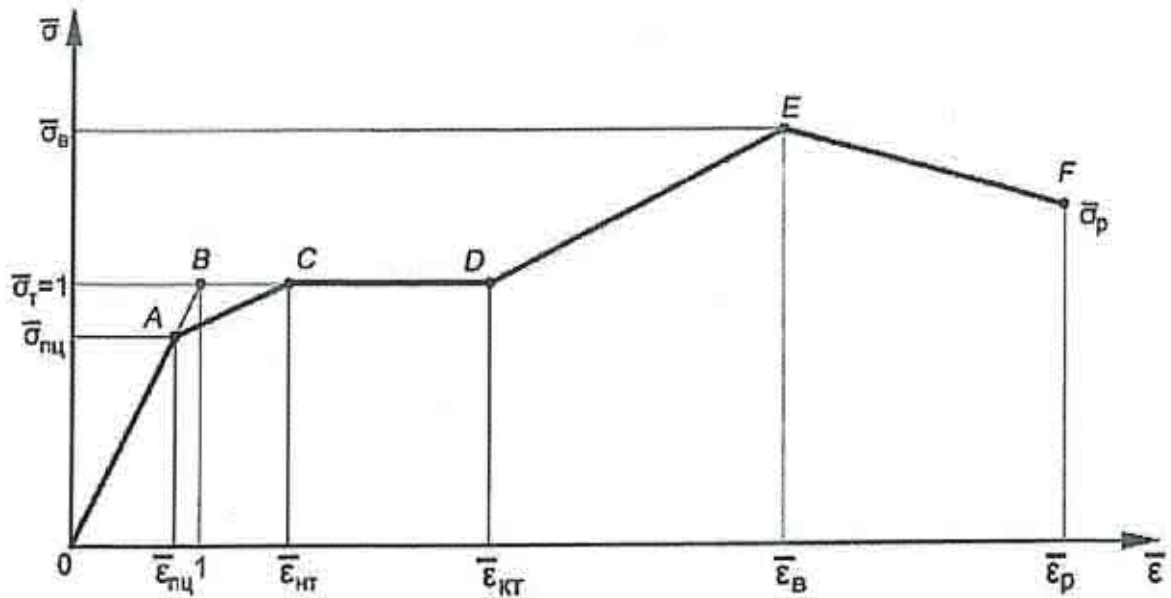
«Приложение К

Диаграммы состояния материалов для особого предельного состояния



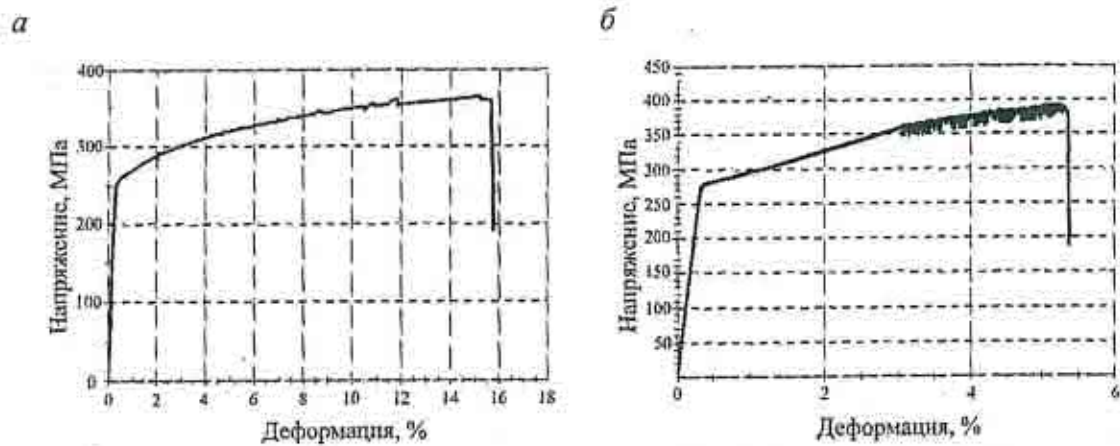
E_{bred} – модуль деформации бетона; E_s – модуль деформации арматуры; ϵ_b – деформации бетона; ϵ_s – деформации арматуры; σ_b – напряжения бетона; σ_s – напряжения арматуры

Рисунок К.1 – Диаграммы для определения предельных деформаций бетона (а) и арматуры (б)



$\bar{\sigma}_{пц}$ и $\bar{\varepsilon}_{пц}$ – предел пропорциональности и соответствующие деформации; $\bar{\sigma}_т$ и $\bar{\varepsilon}_{нт}$ – предел текучести и соответствующие деформации; $\bar{\varepsilon}_{кт}$ – деформации, соответствующие концу площадки текучести; $\bar{\sigma}_в$ и $\bar{\varepsilon}_в$ – временное сопротивление и соответствующие деформации; $\bar{\sigma}_р$ и $\bar{\varepsilon}_р$ – напряжения, предшествующие разрыву, и соответствующие деформации

Рисунок К.2 – Обобщенная расчетная диаграмма работы строительных сталей



а – алюминиевый деформируемый сплав марки 1915т по ГОСТ 4784;
б – алюминиево-магниевый сплав марки 1565ч по ГОСТ 4784

Рисунок К.3 – Пример диаграмм расчета

».

Приложение А
 Исключить.

Приложение Б

Исключить.

Приложение В

Исключить.

Приложение Г

Исключить.

Приложение Д

Исключить.

Приложение Е

Исключить.

Приложение Ж

Исключить.

Приложение И

Исключить.

Библиография

Позиция [4]. Исключить.