

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

Стандарт организации

**ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ
СУЩЕСТВУЮЩИХ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ
ЗДАНИЙ**

**Правила, контроль выполнения и требования к
результатам работ**

СТО НОСТРОЙ 126-2013

Первая редакция

Открытое акционерное общество

«Центральный научно-исследовательский и проектно-
экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений»

Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «БСТ»

Москва 2013

Предисловие

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. РАЗРАБОТАН | ОАО «ЦНИИПромзданий» |
| 2. ПРЕДСТАВЛЕН
НА УТВЕРЖДЕНИЕ | Комитетом по капитальному ремонту
объектов городской и поселковой
инфраструктуры, протокол _____ |
| 3. УТВЕРЖДЕН И
ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ | Решением Совета Национального
объединения строителей, протокол
от _____ |
| 4. ВВЕДЕН | ВПЕРВЫЕ |

© Национальное объединение строителей, 2013

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением строителей

Содержание

Введение.....	
1. Область применения.....	
2. Нормативные ссылки.....	
3. Термины и определения.....	
4. Общие положения.....	
5. Конструктивные решения повышения сейсмостойкости зданий и технология их осуществления.....	1
6. Повышение сейсмостойкости конструкций, обеспечивающих возможность эвакуации людей при землетрясениях.....	9
7. Контроль качества выполнения работ.....	
8. Материалы.....	
9. Требования к сварке.....	
10. Использование композиционных материалов для повышения сейсмостойкости.....	
11. Обеспечение безопасности.....	
Библиография.....	
Приложение А.....	
Приложение Б.....	

Введение

Настоящий стандарт разработан в рамках Программы стандартизации Национального объединения строителей совместно с Национальным объединением проектировщиков и направлен на реализацию основных положений Градостроительного кодекса Российской Федерации, Федерального закона от 27 декабря 2002 г, № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 г, № 384-ФЗ «Технический регламент безопасности зданий и сооружений», приказа Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. №624 об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность капитального строительства».

В последние годы отмечается повышение сейсмической активности земной коры. Уровень сейсмичности некоторых районов России в ныне действующих нормативных документах повышен на 1-2 балла, к числу сейсмоопасных отнесен ряд районов, в которых ранее допускалось строительство зданий без учета этих требований. Появляется сейсмическая опасность для многих районов, ранее далеких от такого понятия, как «сейсмическая активность».

Кроме того, на селитебных территориях, в результате нарушения гидрогеологического режима, повышается уровень грунтовых вод, что, в свою очередь, повышает уровень сейсмичности площадки строительства (см. СП 14.13330.2011, табл. 1). То же можно сказать и о строительстве на насыпных грунтах, становящихся основаниями зданий в результате работ по планировке мест застройки. Актуальным становится вопрос об усилении построенных и эксплуатируемых зданий в соответствии с действующими нормативными документами.

Целью разработки стандарта является конкретизация общих положений и конструктивных требований СП 14.13330.2011 «СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах», позволяющих повысить сейсмостойкость существующих каркасных зданий при минимальных материальных затратах.

Стандарт учитывает требования СТО НОСТРОЙ 1.1-2010 «Стандарты саморегулируемой организации. Порядок разработки, оформления, изменения и учета».

При разработке стандарта использованы действующие нормативные документы, современные зарубежные и отечественные технологии а также опыт и наработки авторов Стандарта (Я.М. Айзенберг, Э.Н. Кодыш, И.К. Никитин, В.И. Смирнов, Н.Н. Трекин «Сейсмостойкие многоэтажные здания с железобетонным каркасом», 2012г).

Работа выполнена в ОАО «ЦНИИПромзданий» (Генеральный директор В.В. Гранев)

Авторский коллектив: докт. техн. наук, проф. В.В. Гранев, докт. техн. наук, проф. Н.Н. Трекин, докт. техн. наук, проф. Э.Н. Кодыш, инженер К.Е. Соседов (ОАО «ЦНИИПромзданий»).

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

**ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ
МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ**

Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ

IMPROVING SEISMIC RESISTANCE OF EXISTING MULTI-STOREY
FRAMEWORK BUILDINGS

The rules, the monitoring of implementation and the demands to the results of the
work

1. Область применения

1.1. Стандарт устанавливает основные нормы и правила выполнения работ по повышению сейсмостойкости многоэтажных каркасных зданий и усилению зон эвакуации людей при землетрясениях интенсивностью 7,8 баллов.

1.2. Стандарт содержит примеры конструктивных решений усиления несущих конструкций, правила их выполнения и контроль качества работ.

1.3. В стандарте даны примеры усиления конструкций и правила выполнения работ в зонах, обеспечивающих эвакуацию людей при отсутствии возможности повышения сейсмостойкости всего здания.

1.4. Стандарт предназначен для применения в зданиях нормального и пониженного уровня ответственности. Для зданий повышенного уровня ответственности по Ф384 [1] повышать сейсмостойкость следует по специально разработанным техническим условиям (СП, ТУ).

2. Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Проект СТО НОСТРОЙ 126-2013

ГОСТ 103-2006 Прокат сортовой горячекатаный полосовой.

Сортамент.

ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.

ГОСТ 535-2005 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия.

ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия.

ГОСТ 1759.0-87* Болты, винты, шпильки, гайки. Технические условия.

ГОСТ 2590-2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый.

Сортамент.

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.

ГОСТ Р ИСО 4759-1-2009 Изделия крепежные. Допуски. Часть 1. Болты, винты, шпильки, гайки. Класс точности А, В и С.

ГОСТ Р 5425-2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования

ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ Р ИСО 6157-1-2009 Изделия крепежные. Дефекты поверхности. Часть 1. Болты, винты и шпильки общего назначения.

ГОСТ Р ИСО 6157-2-2009 Изделия крепежные. Дефекты поверхности. Часть 2. Гайки.

ГОСТ 7566-94Metalлопродукция. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

ГОСТ 8239-89 Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент.

ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент.

ГОСТ 8509-93 Уголки стальные горячекатаные равнополочные.

Сортамент.

Проект СТО НОСТРОЙ 126-2013

ГОСТ 8510-86* Уголки стальные горячекатаные неравнополочные.
Сортамент.

ГОСТ 8731-74* Трубы стальные бесшовные горячедеформированные.
Технические условия.

ГОСТ Р ИСО 9001-2008 Системы менеджмента качества. Требования

ГОСТ 9467-75* Электроды покрытые металлические для ручной
дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы.

ГОСТ Р ИСО 10005-2007 Менеджмент организации. Руководящие
указания по планированию качества.

ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по
контрольным образцам.

ГОСТ 10922-90 Арматурные и закладные изделия сварные,
соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных
конструкций. Общие технические условия

ГОСТ 12004-81* Сталь арматурная. Методы испытаний на
растяжение.

ГОСТ 14019-2003 Материалы металлические. Метод испытания на
изгиб.

ГОСТ 14098-91 Соединения сварные арматуры и закладных изделий
железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры

ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции.
Испытания и контроль продукции. Основные термины и определения.

ГОСТ 17624-87 Бетоны. Ультразвуковой метод определения
прочности.

ГОСТ 19903-74* Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.

ГОСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическими
методами неразрушающего контроля.

ГОСТ 23118-99 Конструкции стальные строительные. Общие
технические условия.

Проект СТО НОСТРОЙ 126-2013

ГОСТ 23858-79 Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковые методы контроля качества. Правила приемки.

ГОСТ 24211-91 Добавки для бетонов. Общие технические требования.

ГОСТ 24258-88 Средства подмащивания. Общие технические условия.

ГОСТ 24259-80 Оснастка монтажная для временного закрепления и выверки конструкций зданий. Классификация и общие технические требования.

ГОСТ 24297-87 Входной контроль продукции. Основные положения.

ГОСТ 25.601-80 Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Методы испытания плоских образцов на растяжение при нормальной, повышенной и пониженной температурах.

ГОСТ 26433.2-94 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений.

ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

ГОСТ 26887-86 Площадки и лестницы для строительно-монтажных работ. Общие технические условия.

ГОСТ 31384-2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования.

ГОСТ 52085-2003 Опалубка. Общие технические условия.

ГОСТ Р 52544-2006 Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ Р 53231-2008 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

Проект СТО НОСТРОЙ 126-2013

ГОСТ 12.0.001-82*. ССБТ. Основные положения

ГОСТ 12.0.004-90(1999). ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ Р 12.0.009-2009 Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда на малых предприятиях. Требования и рекомендации по применению

ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования

СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

РТМ 393-94 Руководящие технические материалы по сварке и контролю качества соединений арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций.

СП (пока без номера) Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами.

СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда.

СП 14.13330.2011 «СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах»

СП 16.13330.2011 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»

СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»

СП 28.13330.2012 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции».

Примечания – При пользовании стандартом следует проверить действие ссылочных стандартов и сводов правил в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и НОСТРОЙ в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим пособием следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. Термины и определения

3.1. **авария:** Неожиданное полное или частичное обрушение (разрушение), перемещение или изменение формы, опасное для жизни или здоровья людей, наносящее ущерб окружающей среде либо вызывающее нарушение (остановку) производственного процесса.

3.2. **антисейсмические мероприятия:** Совокупность конструктивных и планировочных решений, основанных на выполнении указаний нормативных документов, обеспечивающая определенный, регламентированный уровень сейсмостойкости сооружений.

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

3.4. входной контроль: контроль продукции поставщика, поступающей к потребителю или заказчику и предназначенный для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации [ГОСТ 16504 п. 100].
--

3.5. дефект: Отдельное несоответствие конструкции какому-либо параметру, установленному проектом или нормативными документами (СНиП, ГОСТ, ТУ, СН и т.д.) [СП 13.102-2003 п. 3].

3.6. интенсивность землетрясения: Оценка воздействия землетрясения в баллах 12-балльной шкалы, определяемая по макросейсмическим описаниям разрушений и повреждений природных объектов, грунта, зданий и сооружений, движений тел, а также по наблюдениям и ощущениям людей.

3.7. категория технического состояния: Степень эксплуатационной пригодности несущей строительной конструкции или здания и сооружения в целом, а также грунтов их основания, установленная в зависимости от доли снижения несущей способности и эксплуатационных характеристик [ГОСТ Р 53778 п. 3.6].

3.8. Операционный контроль: Контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции [ГОСТ 16504 п. 101].

3.9. приемочный контроль: контроль продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставкам и (или) использованию [ГОСТ Р 16504 п. 102].

3.10. обследование технического состояния здания (сооружения): Комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющие возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта, и включающей в себя обследование грунтов основания и строительных конструкций на предмет изменения свойств грунтов деформационных

повреждений, дефектов несущих конструкций и определения их фактической несущей способности [ГОСТ Р 53778 п. 3.4].

3.11. отказ: Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния.

3.12. поверочный расчет: Расчет существующей конструкции и (или) грунтов основания по действующим нормам проектирования с введением в расчет полученных в результате обследования или по проектной и исполнительной документации: геометрических параметров конструкции, фактической прочности строительных материалов и грунтов оснований, действующих нагрузок, уточненной расчетной схемы с учетом имеющихся дефектов и повреждений [ГОСТ Р 53788 п.3.9].

3.13. рамно-связевая система: Система, состоящая из рам (каркаса) и вертикальных диафрагм, стен или ядер жесткости и воспринимающая горизонтальные и вертикальные нагрузки. При этом горизонтальная и вертикальная нагрузки распределяются между рамами (каркасами), вертикальными диафрагмами и другими элементами в зависимости от соотношения жесткостей этих элементов.

3.14. связевая система: Система, состоящая из рам (каркасов) и вертикальных диафрагм, стен и (или) ядер жесткости. При этом расчетная горизонтальная нагрузка полностью воспринимается диафрагмами, стенами и (или) ядрами жесткости.

3.15. сейсмичность площадки строительства: Интенсивность расчетных сейсмических воздействий на площадке строительства с соответствующими категориями повторяемости за нормативный срок. Сейсмичность устанавливается в соответствии с картами сейсмического районирования и сейсмомикрорайонирования площадки строительства и измеряется в баллах по шкале MSK-64.

3.16. сейсмоизоляция: Снижение сейсмических нагрузок на сооружение за счет использования специальных конструктивных элементов:

- повышающих гибкость и периоды собственных колебаний сооружения (гибкие стойки; качающиеся опоры; резинометаллические опоры и др.);

- увеличивающих поглощение (диссипацию) энергии сейсмических колебаний (демпферы сухого трения; скользящие пояса; гистерезисные; вязкие демпферы);

- резервных, выключающихся элементов.

П р и м е ч а н и е – В зависимости от конкретного проекта используются все или некоторые из перечисленных элементов.

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

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

- продолжение эксплуатации сооружения после восстановления или ремонта.

3.18. усиление: Комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение несущей способности и эксплуатационных свойств строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая грунты основания, по сравнению с фактическим состоянием или проектными показателями [ГОСТ Р 53788 п.3.22].

3.19. композиционные материалы: материалы, состоящие из углеродных, арамидных и стеклянных волокон, объединенных полимерной матрицей [СП..... п.3.3].

3.20. полимерная матрица: компонент композитного материала, объединяющий и защищающий его армирующие волокна от повреждений и распределяющий нагрузку между отдельными волокнами [СП..... п.3.4].

3.21. внешнее усиление композиционными материалами: система приклеенных к поверхности железобетонной конструкции ламинатов, тканей или лент, включающаяся в совместную работу конструкции [СП..... п.3.5].

3.22. ткани и ленты: тканые изделия из углеродных, арамидных и стеклянных волокон, предназначенные для изготовления системы внешнего армирования в построечных условиях [СП..... п.3.6].

3.23. ламинаты: готовые для устройства внешнего армирования конструкций многослойные ленты различной толщины и ширины, изготовленные в заводских условиях путем пропитки и горячего прессования [СП..... п.3.7].

3.24. углепластик: полимерный композитный материал, армированный углеродными волокнами [СП..... п.3.8].

4. Общие положения

4.1. Необходимость и степень повышения сейсмостойкости здания должны быть подтверждены расчетом с учетом расчетного сейсмического воздействия по методике, принятой в СП 14.13330.2011 и проверкой соответствия конструктивным требованиям. Для расчета должны быть использованы фактические характеристики материалов, параметры конструктивной схемы здания и данные по нагрузкам. Несущая способность каждого элемента и здания в целом должны отвечать требованиям ГОСТ Р 5425.

4.2. Для уточнения характеристик материалов, учета имеющихся дефектов, определения фактических нагрузок (СП 20.13330) и параметров конструктивной схемы здания необходимо провести инструментальное обследование в соответствии с ГОСТ Р 53778.

4.3. В настоящем стандарте рассмотрены здания с железобетонным каркасом связевой, рамной и комбинированной конструктивных систем. Классификация расчетных схем вертикальных рам представлены в табл.4.1. Примеры расположения элементов жесткости в плане здания и их конструктивные решения представлены в табл.4.2.

4.4. Увеличение сейсмостойкости эксплуатируемых железобетонных многоэтажных каркасных зданий производится по следующим направлениям:

а) изменение объемно-планировочных решений с целью:

-равномерного распределения масс от веса конструкций как в плане так и по высоте здания;

-корректировка плана здания (по возможности) для сближения фактического центра жесткостей с центром масс;

б) изменение функционального назначения здания с целью снижения степени ответственности здания и действующих нагрузок;

в) повышение общей пространственной жесткости несущей системы здания:

-усиление существующих диафрагм, связей или ядер жесткости;

-устройство дополнительных элементов жесткости;

-усиление несущих конструкций здания;

-повышение жесткости узловых сопряжений сборных элементов;

-снижение этажности здания;

г)устройство сейсмоизоляции, пассивного демпфирования и других методов регулирования сейсмической реакции (не рассматриваются в данном стандарте).

Расчетные схемы вертикальных рам каркасно-балочных (ригельных) зданий

Таблица 4.1

Каркас Рамы	Связевые	Комбинированн о - связевые	Рамно - связевые	Рамные
Поперечн ые				
Продольн ые				

Примечание. Принятые обозначения: 1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – шарнирный узел; 4 – жесткий узел; 5 – ригель перекрытия; 6 – металлическая связь (связевая панель) ; 7 – диафрагма жесткости; 8 – ядро жесткости

Расположение элементов жесткости в плане здания и их конструктивные решения

Таблица 4.2

Металлические связи треугольные портал	Диафрагмы жесткости	Ядра жесткости

Примечание. Принятые обозначения: 1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – шарнирный узел; 4 – жесткий узел; 5 – ригель перекрытия; 6 – металлическая связь (связевая панель) ; 7 – диафрагма жесткости; 8 – ядро жесткости

4.5. Конструктивные решения по усилению эвакуационных зон осуществляется при отсутствии возможности повышения сейсмостойкости всего здания. Эти меры основаны на установке дополнительных несущих систем (плоские и пространственные рамы, стойки, подкосы и т.д.) по всему маршруту движения людского потока к выходу из здания, способных временно задержать обрушение элементов и снижающих вероятность полного обрушения конструкций здания в эвакуационной зоне.

4.6. В многоэтажных каркасах связевой конструктивной схемы узловые сопряжения колонн с ригелями в поперечном направлении и плит с ригелями в продольном направлении являются шарнирными. Сейсмические горизонтальные усилия передаются через диски перекрытий на вертикальные диафрагмы жесткости. Конструктивные решения по повышению сейсмостойкости заключаются в повышении жесткости перекрытий в своей плоскости, усилении существующих диафрагм и включении в работу дополнительных элементов жесткости, а так же в преобразовании шарнирных узлов в жесткие.

4.7. В рамных каркасах с жестким защемлением колонн в дисках перекрытий сейсмические горизонтальные усилия воспринимаются поперечными (продольными) рамами. Повышение сейсмостойкости производится путем установки дополнительных элементов жесткости в продольном (поперечном) направлении и, при необходимости, увеличении жесткости колонн. Недостаточная несущая способность колонн или необходимость их включения в состав связевого устоя (диафрагмы, связи) может частично компенсироваться или осуществляться устройством обоймы вокруг колонн. По конструктивным требованиям СП 14.13330.2011 в рамных каркасах возникает необходимость в усилении жестких узлов и прилегающих участков колонн и ригелей.

4.8. В комбинированных каркасах с различным сочетанием рамной и связевой конструктивной схем в продольном или поперечном направлениях

выбор способа повышения сейсмостойкости здания определяется в соответствии с пунктами 4.6 и 4.7.

4.9. При расчете каркасов следует учитывать определенные запасы несущей способности, заложенные в элементах типовых каркасных многоэтажных зданиях: при расчете типовых каркасов временные нагрузки на перекрытия принимались одинаковыми по всем этажам, что в промышленных и гражданских зданиях практически не реализуется; с целью определения невыгодного загружения производился перебор различных комбинаций по расположению временных нагрузок на ригелях рамы, что также на практике маловероятно; в принятом сортаменте диаметров арматуры; системе унификации армирования ригелей и колонн, а также в использовании способа подбора марок изделий по маркировочным схемам (ключам подбора).

5. Конструктивные решения повышения сейсмостойкости зданий и технология их осуществления

5.1. При невозможности использовать приведенные в пункте 4.4а способы прибегают к конструктивному усилению. В этом разделе приведен ряд конструктивных решений и рекомендации по технологии их выполнения, на примере наиболее распространенных серий универсального применения ИИ-04, 1.020-1 или 1.020-1/87, призванных помочь выбрать оптимальное для данного здания решения с последующей детализацией в рабочем проекте.

Классификация конструктивных решений.

5.2. Дополнительные элементы жесткости здания возводятся в том случае, когда расчет с учетом сейсмики на действие фактических нагрузок на перекрытиях показал недостаточную прочность ранее установленных устоев, колонн, диафрагм и их креплений к колоннам. При этом в здании

должны быть места, позволяющие возводить на всю высоту диафрагмы, располагаемые симметрично относительно оси, переходящей через центр жесткостей здания, и не снижающие эксплуатационные качества здания. В противном случае каркас усиливается организацией жестких узлов сопряжения ригелей с колоннами и монолитных продольных ригелей. Таким образом рассматриваемые примеры конструктивных решений усиления (табл.5.1) можно разделить на две группы:

1-я группа

Усиление каркаса производится установкой между колоннами в продольном или/и в поперечном направлении дополнительных вертикальных связевых устоев в виде стальных связей или монолитных железобетонных диафрагм (усиление требует обязательного согласования с заказчиком или технологом). При этом колонны, входящие в связевой устой, как правило, усиливаются стальными или железобетонными обоймами и ужесточаются узлы сопряжения.

Если в направлении устройства дополнительных устоев вертикальных элементов жесткости не было, перекрытия должны быть ужесточены путем устройства полосовой набетонки.

В жилых и общественных зданиях целесообразным является применение железобетонных диафрагм, которые могут иметь дверные проемы. В производственных зданиях предпочтительным является применение стальных связей, треугольных или порталных, которые дают бóльшую свободу для размещения оборудования и прокладки коммуникаций.

2-группа

Применяется в случаях, когда установка дополнительных элементов жесткости в каком-либо направлении невозможна или нежелательна. Усиливаются все элементы, в которых перерасчет показал недостаточную несущую способность. Такой способ усиления может оказаться

предпочтительным также в случае, если недостаточная прочность обнаружена лишь в небольшом числе элементов.

Таблица 5.1

Конструктивные решения усиления при увеличении расчетной сейсмичности зданий				
п	Признак необходимости усиления	Конструктивное решение	Раздел, где приведено конструктивное решение	Условия применения
.	Не обеспечивается восприятие горизонтальных усилий	Устройство монолитных диафрагм	5.9	Во всех случаях
.	Не обеспечивается восприятие горизонтальных усилий	Установка дополнительных вертикальных стальных связей	5.8	Во всех случаях
.	Недостаточное армирование колонн	Усиление колонн стальными или железобетонными обоймами или рубашками	5.11	В колоннах диафрагм (связей) или жестких узлов сопряжений
.	Не хватает жесткости диска перекрытия для передачи усилий	Набетонка на перекрытии	5.10	Во всех случаях
.	Не обеспечивается восприятие горизонтальных усилий	Усиление узла сопряжения ригеля с колонной	5.12	При отказе от применения дополнительных диафрагм (связей)
.	Не обеспечена устойчивость здания в продольном направлении	Устройство продольного монолитного ригеля или стальной фермы	5.13	При отказе от применения диафрагм (связей) в продольном направлении
.	При уменьшенной по сравнению с проектом длине	Увеличение длины опирания плит	5.14	Во всех случаях

	опирания плит			
--	---------------	--	--	--

5.3. При недостаточной прочности колонн последние усиливаются стальными или железобетонными обоймами и ужесточаются узлы сопряжений.

При недостаточной прочности опорных сечений поперечных ригелей приопорные участки этих ригелей усиливаются путем устройства вутов или/и добавления верхней арматуры в монолитном слое бетона (разд. 5.12).

5.4. Альтернативой приведенным в таблице 5.1 мероприятиям по усилению конструкций может служить демонтаж верхнего этажа здания, в результате чего сейсмические нагрузки на оставшуюся часть здания могут существенно уменьшиться. К этому можно прибегнуть также, если принятые способы усиления оказываются недостаточными для обеспечения прочности.

5.5. При выявлении обследованием уменьшенной длины опирания перекрытий по сравнению с проектной или отсутствия надлежащей приварки ребристых плит к закладным деталям ригеля, следует увеличить длину опирания плит или прочность соединения их с ригелем.

5.5. Для зданий, запроектированных без учета сейсмических нагрузок, особенно важно усиление центральной зоны узлов поперечных рам. Такое усиление можно осуществить путем соединения стальных элементов обойм верхней и нижней колонн. При этом обоймы, независимо от расчета, должны располагаться на длине, равной не менее полуторной высоты их сечения для обеих колонн.

5.6. При недостаточной жесткости перекрытий из сборных плит, следует предусматривать набетонку по всей поверхности перекрытия или полосовую (рис.5.9 и 5.10).

5.7. Общие рекомендации по технологии усиления

5.7.1. Работы по усилению конструкций должны выполняться высококвалифицированными специалистами с поэтапным контролем качества работ.

На все скрытые работы должны составляться соответствующие акты на скрытые работы.

5.7.2. Работы по образованию отверстий, выемок в бетоне, а также по скалыванию бетона рекомендуется выполнять с помощью алмазного бурения (сверления) без повреждения арматуры, а после установки усиливающих элементов эти места должны быть тщательно забетонированы или заделаны раствором либо специальным ремонтным составом.

5.7.3. На участках с укладкой слоя монолитного бетона должно быть обеспечено его надежное сцепление с железобетонными конструкциями. Поверхностям элементов в зоне укладки бетона следует придать шероховатость путем насечки, обдирки поверхностного слоя, химическим способом и др. Кроме того целесообразно произвести скалывание верхних частей бетона, замоноличивающего швы между сборными элементами, для образования шпонок, обеспечивающих сцепление нового и старого бетона.

Поверхность конструкции промывается водой под давлением и выдерживается во влажном состоянии не менее 4 часов с удалением свободной воды перед бетонированием.

5.7.4. Бетонирование отдельных элементов следует вести без перерывов. Рекомендуемые составы бетонных смесей при устройстве обойм и рубашек колонн и ригелей приведены в табл. 5.2.

5.7.5. Рекомендуемый состав для улучшения сцепления (в весовых частях):

- эпоксидная смола марки ЭД-14 или ЭД-20 ГОСТ 10587-93 – 100;
- ацетон или толуол – 50-70;
- полиэтиленполиамин (ТУ 6-02-594-75) – 10.

Через 320 минут после нанесения состава на основе эпоксидной смолы (до отверждения мастики) на усиливаемый участок наносится бетонная смесь.

Примечание. Применять данный состав при усилении колонн обоймами или рубашками нецелесообразно.

Таблица 5.2

Метод бетонирования	Состав смесей				Примечание
	цемент	песок	щебень	В/Ц	
Сухое торкрети-рование	1	2	—		0,15-0,25% ГКЖ-10 или ГКЖ- 11 от массы цемента
Мокрое торкрети-рование	1	2	—	0,42	0,8-1,2% латекса СКС-65 от массы цемента
Бетонирование с укладкой в опалубку вибрированием (смеси с НЦ)	1	1	2	0,45	—
Напорное бетони- рование (смеси с НЦ)	1	1,6	2,34	0,4	0,6-0,8% С-3 от массы цемента
Укладка и нагнетание мелкозернистой смеси растворонасосом	1	1,5	—	0,45	0,6-0,8% С-3 от массы цемента
	1	2,5	—	0,32	

Монтируемые элементы усиления должны быть, как правило снабжены устройствами для рихтовки, а также устройствами, обеспечивающими их включение в работу. Должно обеспечиваться плотное прилегание стальных элементов усиления к железобетонным конструкциям путем использования монтажных струбцин, установки элементов на раствор, зачеканки раствора в имеющиеся зазоры и использование анкеров.

5.8. Установка вертикальных стальных связей по колоннам

5.8.1. Для повышения расчетной сейсмичности здания со связевым каркасом в качестве дополнительных элементов жесткости, наряду с монолитными диафрагмами, могут быть использованы вертикальные связи.

Применение этого метода усиления каркаса может быть использовано при сравнительно небольшом увеличении горизонтальной сейсмической нагрузки и сложности установки в здании дополнительных железобетонных диафрагм. Высота этажей здания при этом должна быть не менее 3,6м.

5.8.2. Вертикальные устои жесткости в виде стальных связей должны быть непрерывными по всей высоте здания и располагаться симметрично относительно центра жесткости здания.

5.8.3. При использовании дополнительных стальных связей необходимо, как правило, выполнить усиление связевых колонн и фундаментов этих колонн.

5.8.4. Дополнительные стальные связи устанавливаются между смежными колонными продольного и поперечного ряда на всех этажах. Связи могут быть portalного или треугольного очертания, в зависимости от высоты этажа и пролета.

5.8.5. Связи представляют собой спаренную двухветвевую конструкцию из уголков, ветви которой могут быть разнесены на ширину сечения колонны и соединены между собой стальными планками.

Крепление связей осуществляется приваркой их через фасонки к стальной обойме колонны (к закладным деталям). При наличии ранее установленных связей, прикрепленных к колоннам через закладные детали типа «двойной столик», дополнительные связи рекомендуется устанавливать в соседнем шаге колонн, прикрепляя фасонки связей к этим закладным деталям колонны.

5.8.6. Колонна может усиливаться обоймой из 4-х уголков (по углам), соединенным планками. В нижней (на плите перекрытия) и верхней (в уровне низа консолей) зонах усиления вместо стальных соединительных планок в направлении установки связей привариваются фасонки из стального листа, к которым крепятся ветви вертикальных связей. Для соединения верхней и нижней зон усиления фасонки этих зон соединяются между собой полосами, пропущенными в зазор между плитами и колонной или уголками, пропущенными через пробитые в торцевых участках пустотных плит (или в полке сантехнической плиты) отверстия.

5.8.7. В связях нижних этажей, если вертикальная проекция растягивающего усилия в нижнем подкосе связевой панели превышает

сжимающее усилие в колонне (например, для связевой панели в крайнем продольном ряду при большой протяженности здания), передача усилий может быть осуществлена непосредственно на фундамент колонны через опорную пластину, установленную на обресе фундамента и прикрепленную к фундаменту с помощью анкеров, пропущенных в отверстия, предварительно рассверленные в фундаменте на длину анкеровки, и заделанных в них раствором на основе эпоксидных клеев, либо цанговых болтов.

5.8.8. Пример установки дополнительных связей в продольном направлении, соответствующих требованиям ГОСТ 23118, для случая, когда не требуется усиление колонн, а сами колонны имеют открытые консоли, приведен на рис. 5.1. При этом, если колонны не имеют открытых консолей, верхнее соединение элементов яруса связей производится под скрытыми консолями колонны или под поперечными ригелями аналогично нижнему соединению.

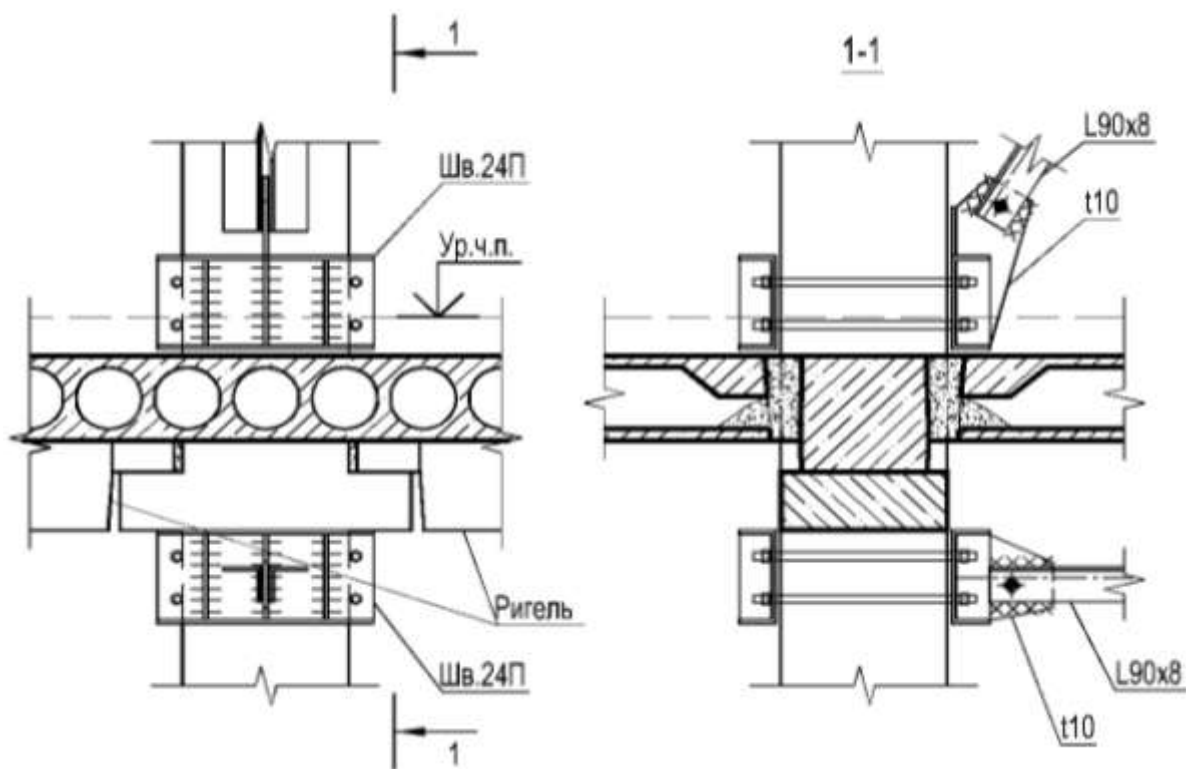


Рис. 5.1. Крепление продольных связей к колонне без её усиления

5.8.9. Пример усиления колонн связевой панели пример крепления связи продольного направления приведен на рис. 5.2.

5.8.10. Пример крепления к колонне связей поперечного направления приведены рис. 5.3.

5.8.11. Пример крепления связи к фундаменту приведен на рис.5.4.

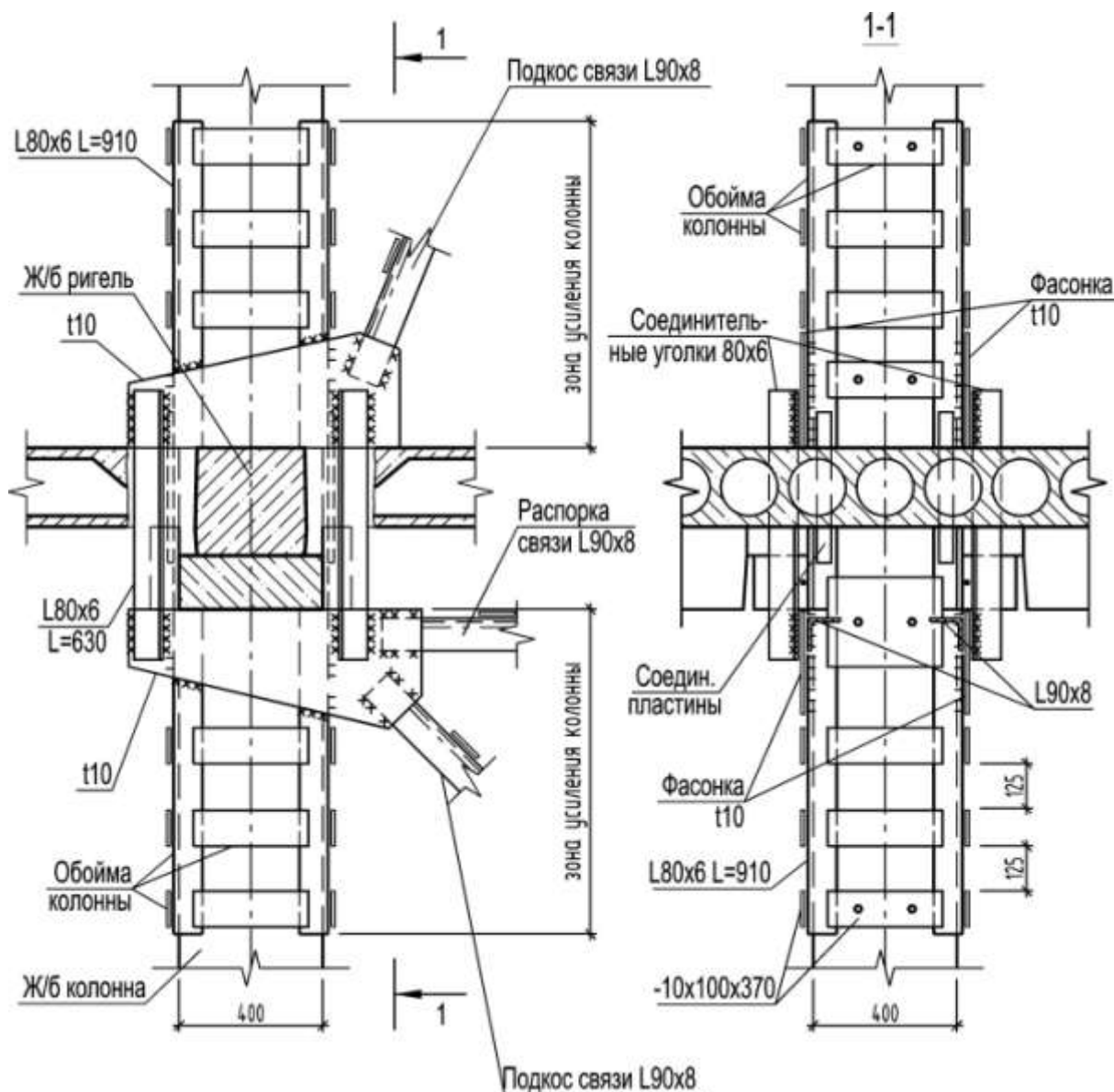


Рис. 5.2. Крепление продольных связей portalного типа к колонне в стальной обойме (все просверленные отверстия после установки пластин зачеканиваются раствором)

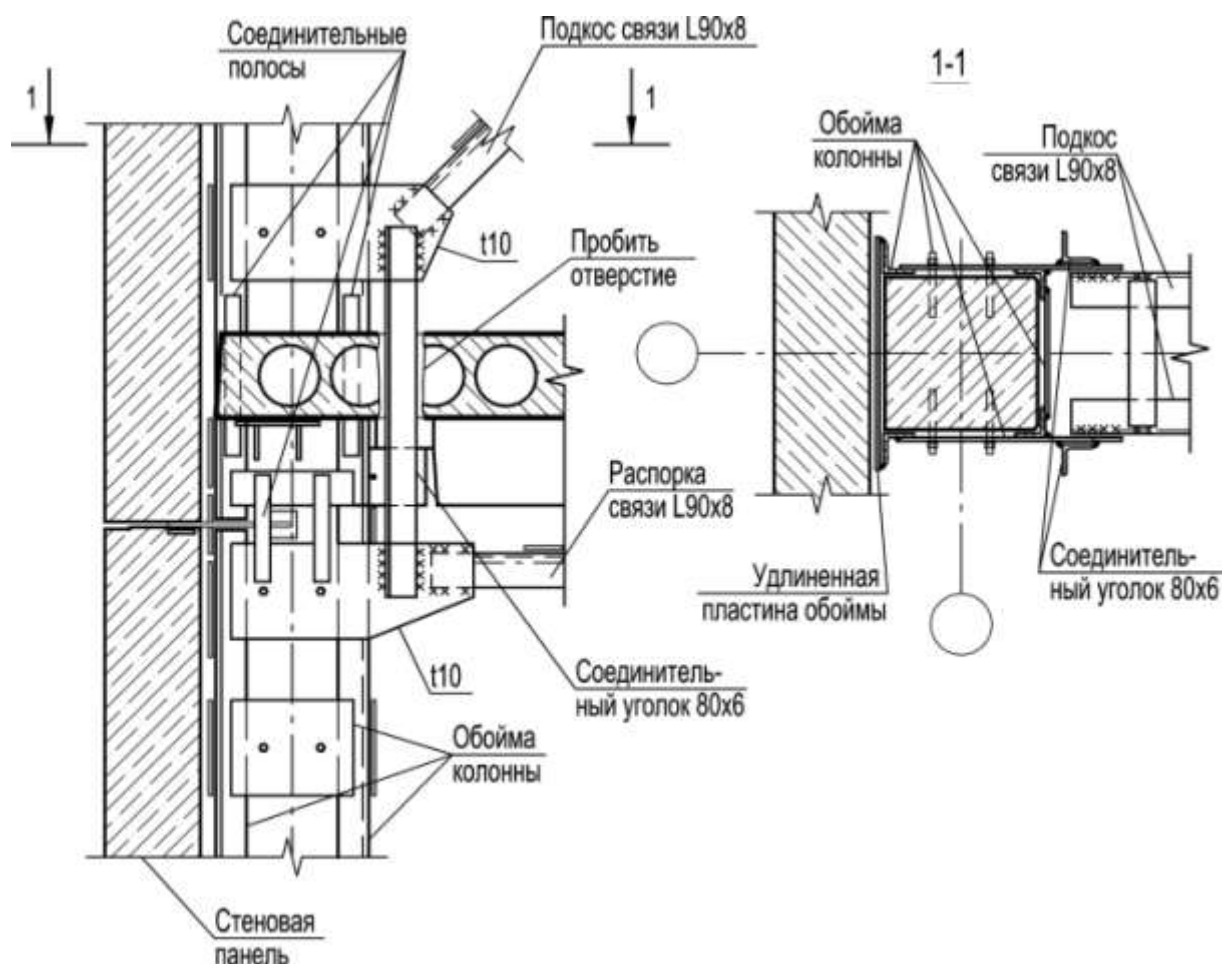


Рис. 5.3. Крепление поперечных связей к колонне к стальной обойме

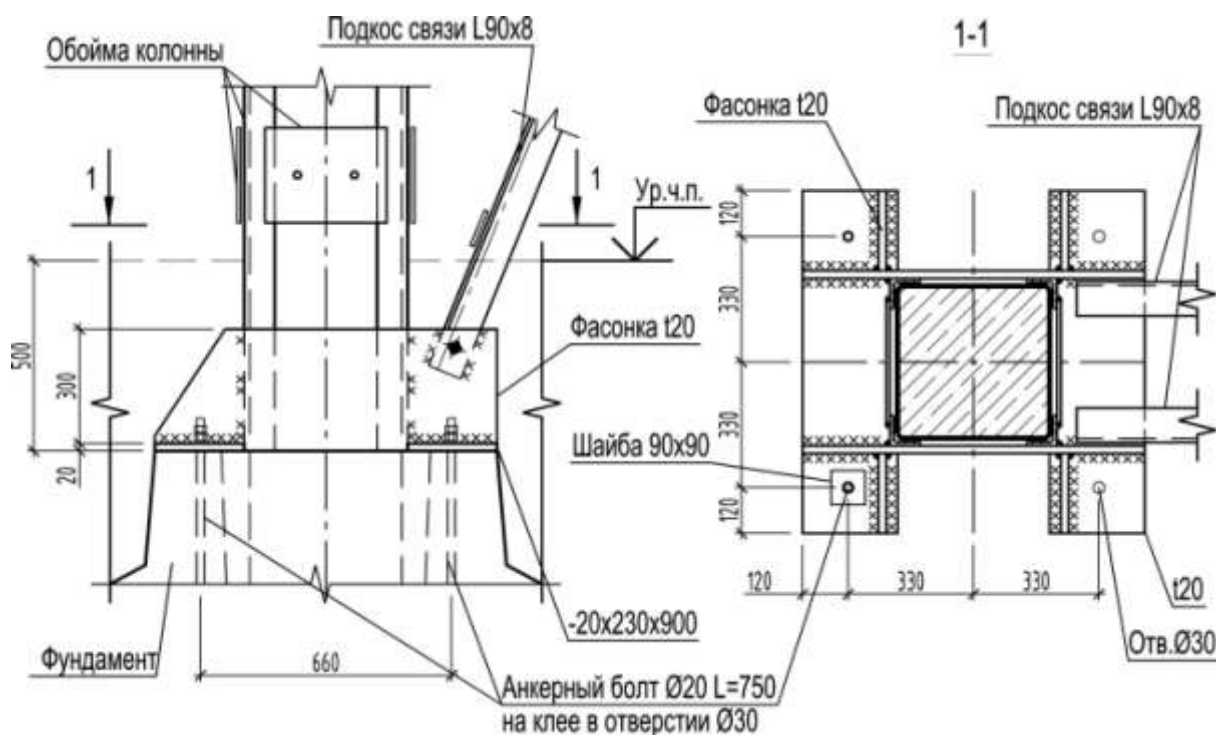


Рис. 5.4. Крепление подкоса стальных связей к фундаменту

5.9. Устройство монолитных диафрагм

5.9.1. Для каркасных зданий, возведенных в районах с сейсмичностью 7 баллов может производиться усиление каркаса монолитными диафрагмами на всю высоту здания как в поперечном, так и в продольном направлении.

5.9.2. Диафрагмы устанавливаются по осям колонн. Колонны, примыкающие к диафрагмам, усиливаются либо обоями из уголков, либо железобетонными обоями. При обоях из уголков стальные перемычки обойм свариваются с закладными изделиями диафрагмы. При железобетонных обоях связь диафрагмы с колоннами осуществляется путем заведения горизонтальных стержней в железобетонную обойму на длину не менее 40 см. При этом бетонирование обоймы производится одновременно с бетонированием диафрагмы.

5.9.3. Диафрагмы поперечного направления соединяются с вышерасположенными ригелями с помощью дюбелей или цанговых болтов, вставляемых в отверстия, просверленные в нижней грани ригеля. Эти дюбеля или болты соединяются с закладными деталями в виде продольных уголков, расположенных поверх диафрагмы. С нижерасположенными ригелями поперечные диафрагмы соединяются путем приварки вертикальных стержней к уголкам, устанавливаемым поперек ригеля после расчистки в этих местах пола. Уголки соединяются с ригелем с помощью дюбелей или цанговых болтов аналогично верхним соединениям, либо путем устройства в ригеле глухих отверстий с установкой в них стержней, сваренных с уголками, и последующей зачеканкой.

5.9.4. Диафрагмы продольного направления соединяются с выше- и нижерасположенными межколонными плитами путем пропуска вертикальных стержней в отверстия, пробитые через продольные пустоты. Если диафрагмы проходят примерно над пустотой плиты, отверстия для вертикальных стержней пробиваются через соседние пустоты.

5.9.5. В местах примыкания к плите диафрагмы должны иметь соответствующие уширения для размещения этих стержней.

5.9.6. Условия применения диафрагм аналогичны обычным условиям применения диафрагм в зданиях из конструкций серий ИИ-04 и 1.020.1-1/87. Как поперечные, так и продольные диафрагмы рассчитываются на сейсмику как составная часть каркаса.

5.9.7. Рекомендуется следующая последовательность производства работ:

1. Расчищается пол в месте намеченного расположения диафрагмы.
2. При устройстве продольных диафрагм пробиваются отверстия в межколонных плитах.

3. Изготавливается и устанавливается на месте арматурный каркас диафрагмы. При этом при высоте этажа менее 4,8 м. рекомендуется использовать сварные сетки заводского изготовления. При колоннах со стальными обоями закладные детали каркаса привариваются к перемычкам обоймы. При колоннах с железобетонными обоями арматурные каркасы диафрагмы и обойм изготавливаются и устанавливаются одновременно. В поперечных диафрагмах закладные изделия в виде уголков, расположенных сверху и внизу, соединяются с выше- и нижерасположенными ригелями с помощью дюбелей, цанговых болтов и т.п.

4. Устанавливается опалубка и производится бетонирование с помощью бетононасоса при высоте слоя бетонирования не более 1,5 м.

5.9.8. Пример усиления монолитных колонн, примыкающих к диафрагмам стальными или железобетонными обоями приведен на рис. 5.5 и 5.6.

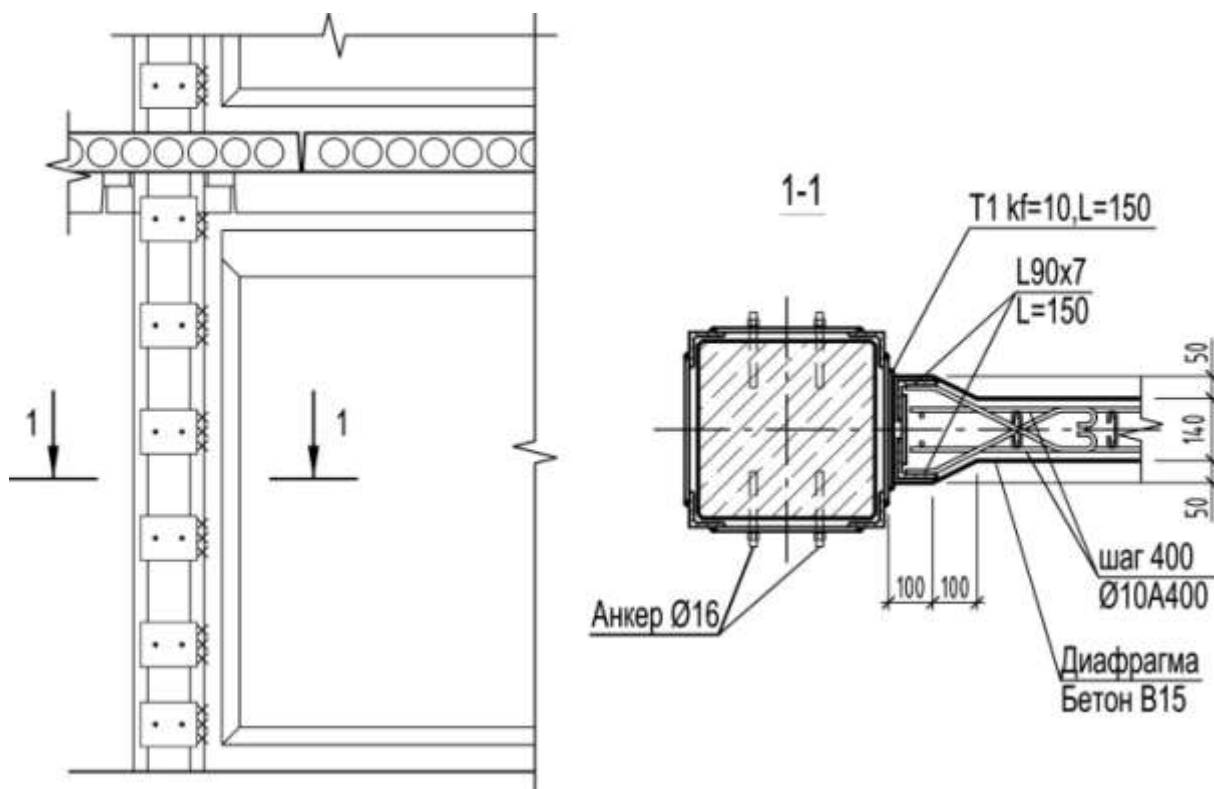


Рис. 5.5. Соединение монолитной диафрагмы с колонной, усиленной стальной обоймой

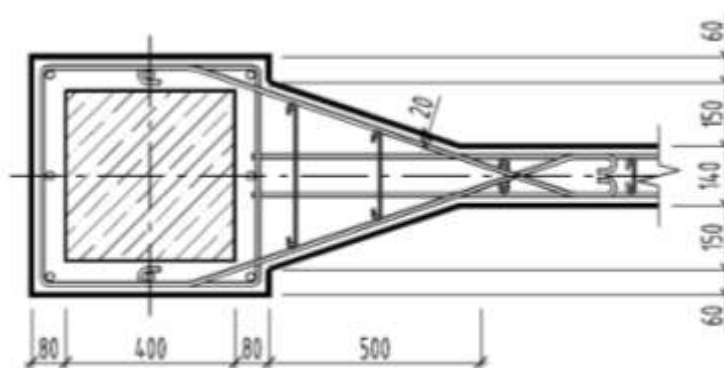


Рис. 5.6. Соединение монолитной диафрагмы с колонной, усиленной железобетонной обоймой

5.9.9. Для зданий с высотой этажа 6 м и более при полезной нагрузке на перекрытиях более 1000 кг/м^2 диафрагмы должны быть связаны с выше- и нижерасположенными перекрытиями. Примеры креплений к перекрытиям диафрагм поперечного направления приведены на рис. 5.7, продольного направления – на рис. 5.8.

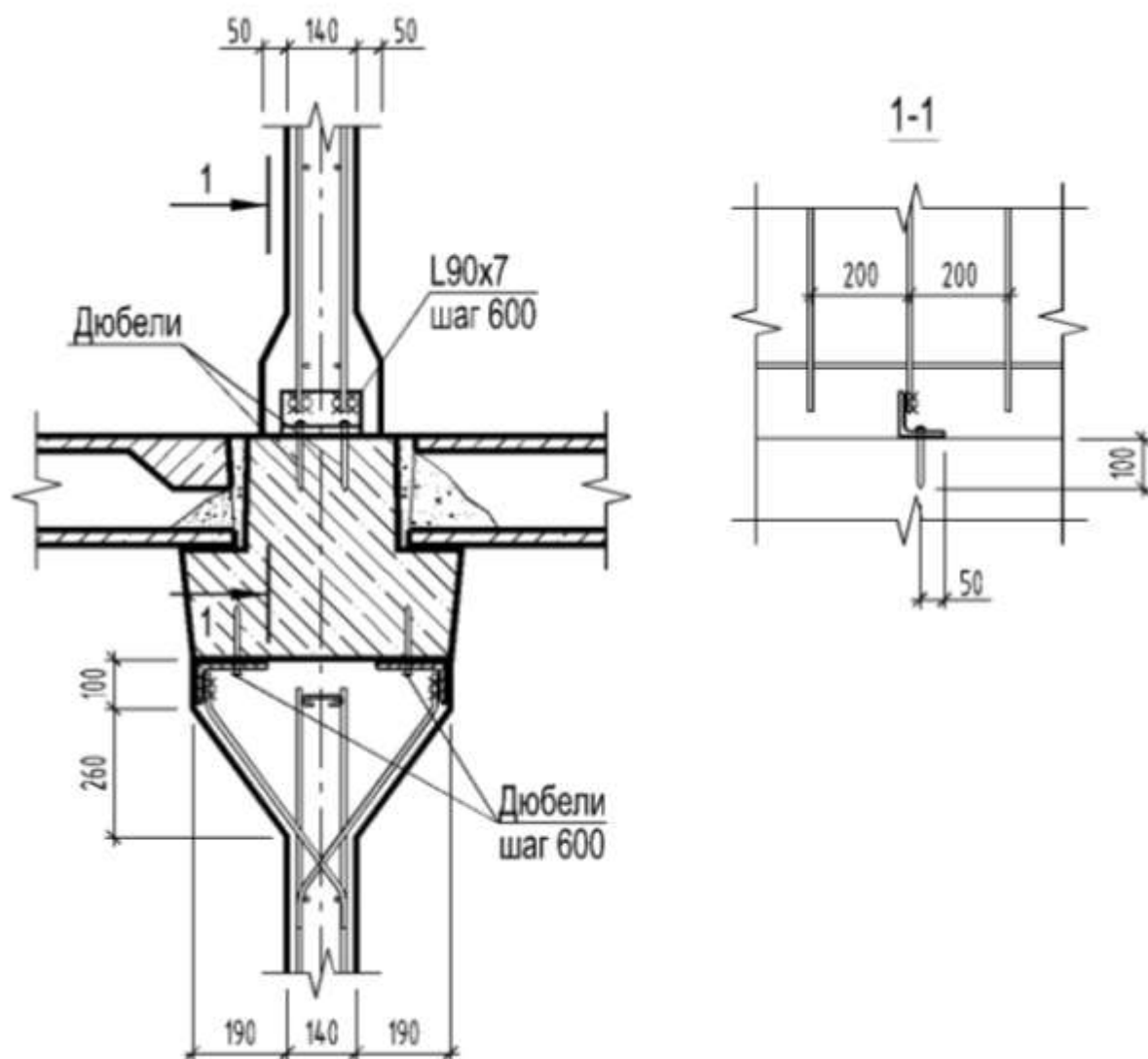


Рис. 5.7. Соединение диафрагмы поперечного направления с перекрытием

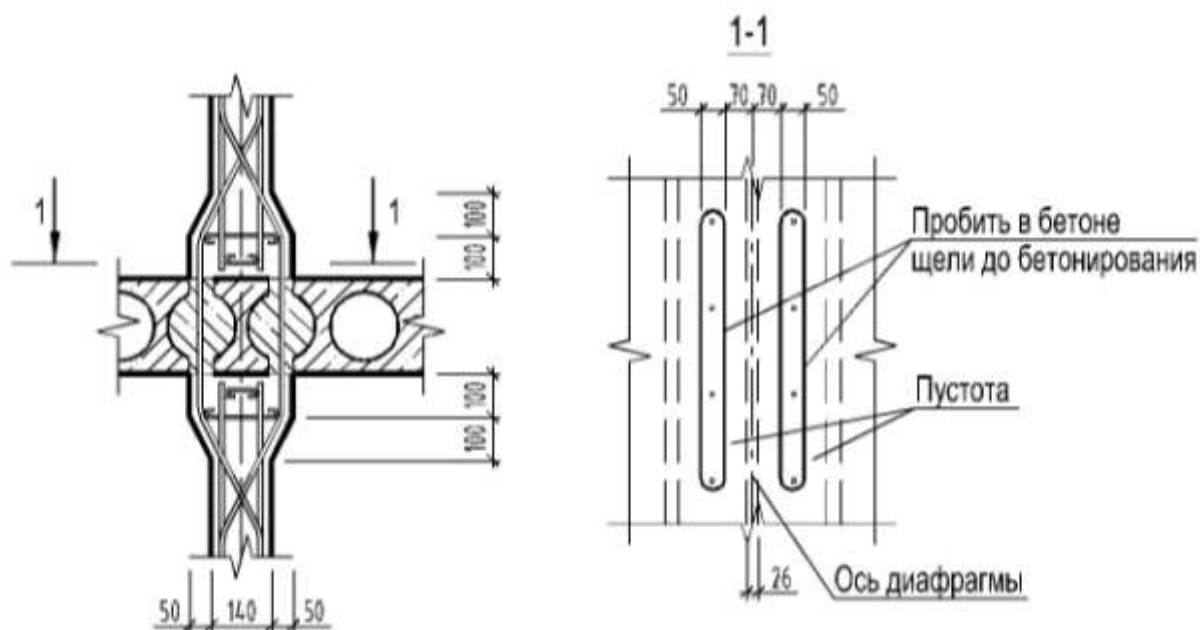


Рис. 5.8. Соединение диафрагм продольного направления с перекрытием из многопустотных плит

5.10. Ужесточение дисков перекрытий путем устройства набетонки

5.10.1. Ужесточение дисков перекрытий из сборных плит набетонкой, производится при недостаточной прочности дисков перекрытий и покрытия, при некачественном заполнении раствором швов между плитами перекрытий или покрытий, при отсутствии шпонок на боковых гранях плит, а также в зданиях запроектированных без учета сейсмических нагрузок, перекрытия которых не отвечают конструктивным требованиям.

5.10.2. Для увеличения жесткости дисков, перераспределяющих усилия от сейсмических горизонтальных воздействий между конструкциями каркаса, устанавливается полосовая набетонка по поперечным и продольным осям колонн или сплошная набетонка по всей поверхности плит.

5.10.3. Пример усиления перекрытия полосовой набетонкой приведен на рис. 5.9.

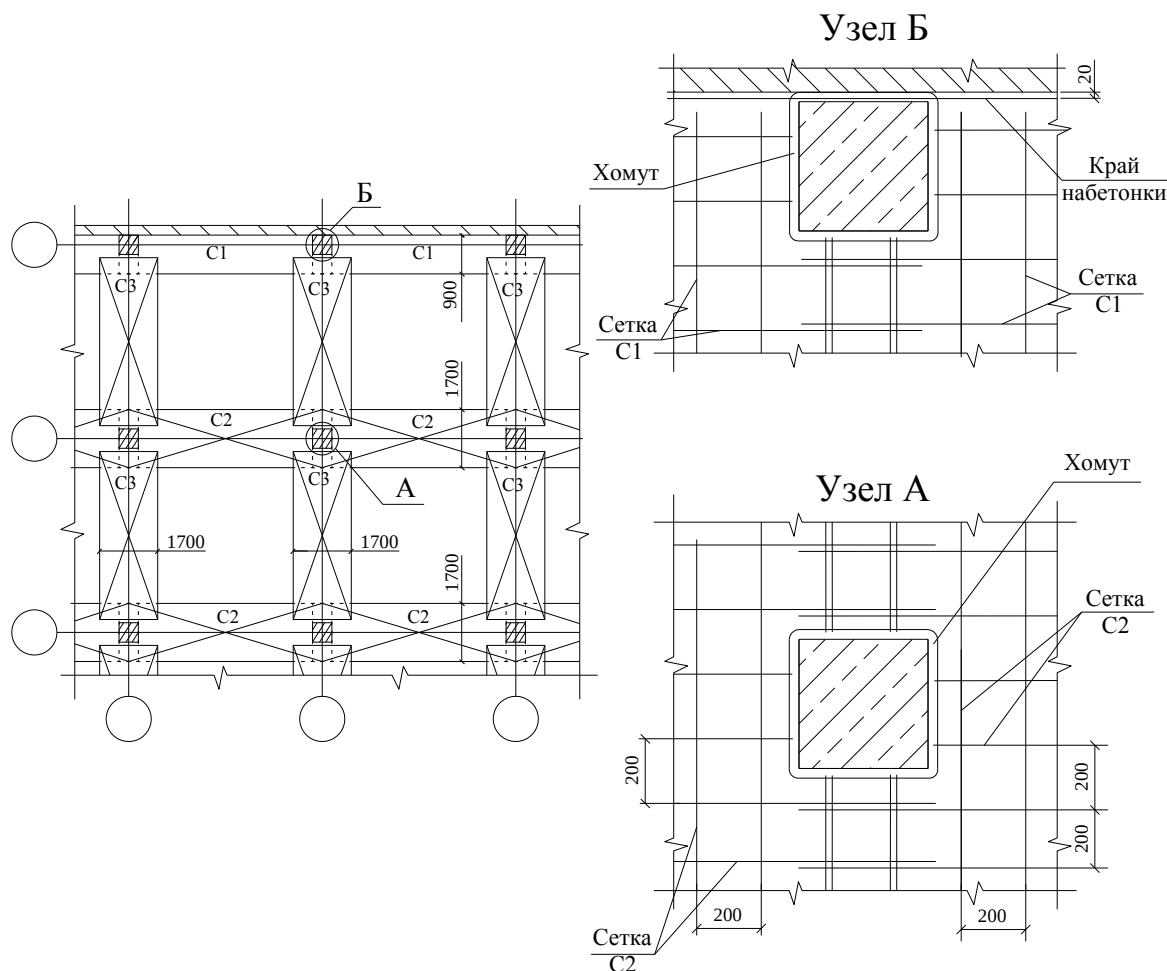


Рис. 5.9. Полосовая набетонка, армированная сетками

5.10.4. При несовпадении центра масс и центра жесткости здания от горизонтальных сейсмических воздействий возникает кручение дисков перекрытий и покрытий и значительно увеличивается сдвигающая сила. Зона дисков между этими центрами должна иметь сплошную набетонку.

5.10.5. Сплошную набетонку следует устраивать в зонах, где сдвигающие усилия превышают несущую способность перекрытия с полосовой набетонкой.

5.10.6. Зоны горизонтальных дисков между крайними диафрагмами или связями и торцами здания, отрывающиеся от основного массива здания при горизонтальном сейсмическом толчке, должны быть к нему прикреплены тяжами.

Тяжи рекомендуется выполнять из арматурных стержней периодического профиля (прочность их определяется расчетом). Эти стержни располагаются в толще набетонки и привариваются к элементам усиления низа колонн.

5.10.7. При недостаточном опирании плит на ригели целесообразно устройство полосовой набетонки.

5.10.8. При расчетах допускается учитывать увеличение набетонкой несущей способности ригелей.

5.10.9. Набетонка выполняется из бетонов класса на одну ступень выше класса бетона плит, армированного сетками из проволоки Ø4 B500 с ячейками 200х200 мм, толщина слоя бетона – 60-70 мм. Сетки стыкуются внахлест. Вокруг колонн дополнительно устанавливаются замкнутые хомуты (рис.5.9).

5.10.10. Для обеспечения контакта набетонки с плитами в швы между плитами и гребнями ригелей устанавливаются каркасы, к которым затем привязываются сетки набетонки (от всплытия при бетонировании).

Возможна в замен каркасов установка с шагом 1000 мм шпилек в эти швы; шпильки анкеруют сетки и удерживают их от всплытия.

5.10.11. Пример обеспечения связи набетонки с перекрытием приведен на рис.5.10.

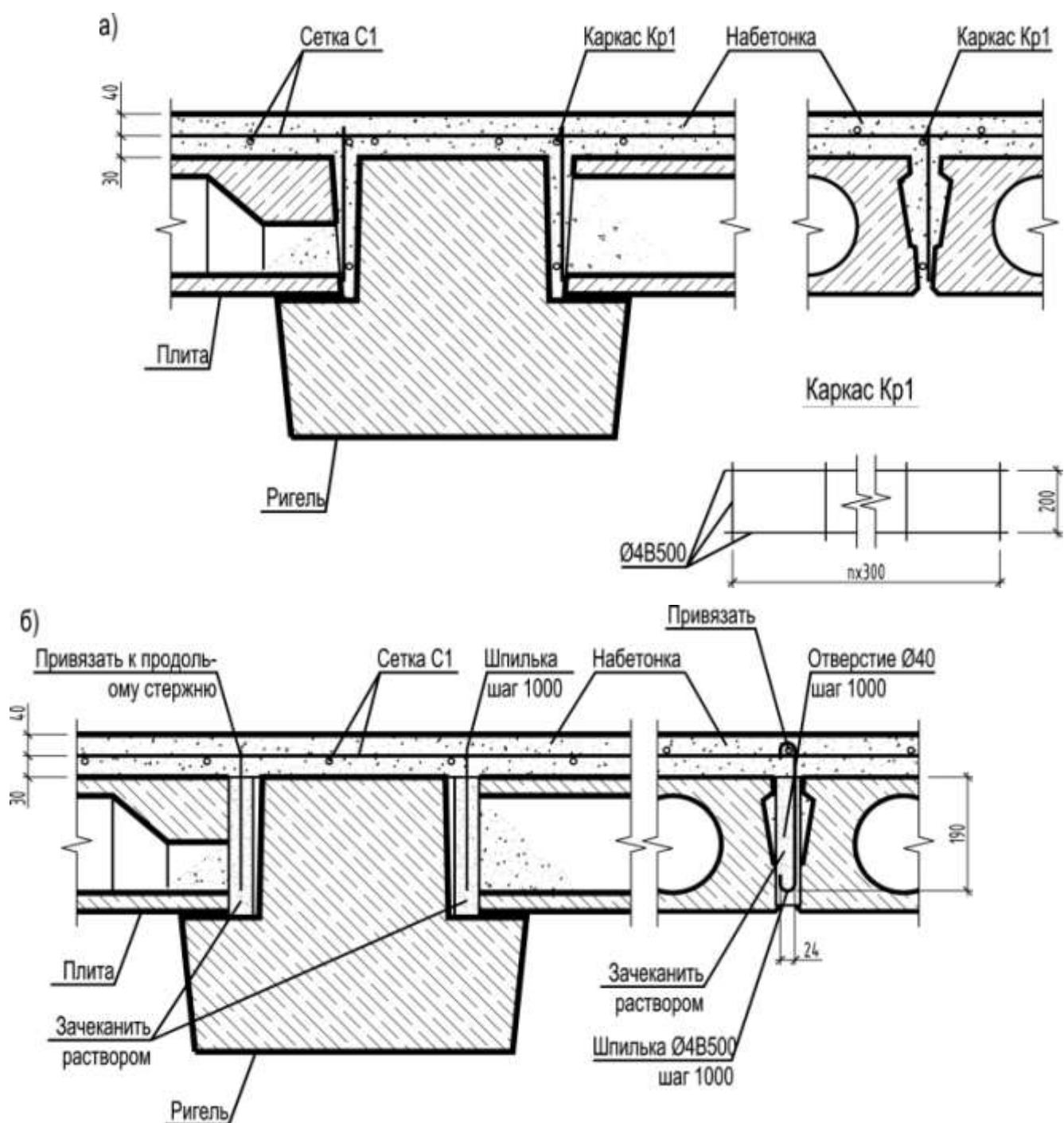


Рис. 5.10. Фиксация сетки набетонки:

а) каркасами; б) шпильками

5.10.12. Для обеспечения плотного примыкания набетонки к колоннам целесообразно в этих местах применять напрягающий бетон.

5.10.13. Все швы в перекрытии должны быть тщательно с уплотнением заделаны цементным раствором марки не ниже М100.

5.10.14. Перед устройством набетонки поверхность плит зачищается до получения шероховатой поверхности, все швы тщательно расчищаются на глубину 250 мм в ребристых плитах.

5.10.15. При устройстве набетонки должно обеспечиваться сохранение зазора между перекрытиями и наружными стенами.

5.10.2. Для обеспечения надежного контакта набетонки с плитами, а также для фиксации сетки используются шпильки из $\varnothing 6A1$ (рис. 5.10). Эти шпильки ставятся в глухие отверстия, просверленные в швах плит через 1000 мм, которые затем зачеканиваются раствором.

5.11. Усиление колонн стальными и железобетонными обоймами

5.11.1. Усилению подлежат колонны, прочность которых в результате расчета оказалась не достаточной, а также колонны к которым крепятся дополнительные связи или диафрагмы.

5.11.2. При повышении сейсмичности здания путем перехода на жесткие узлы сопряжения колонн с ригелями усилению подлежат все колонны в зоне узлов на длину $1,5h$ вверх от поверхности плит и вниз от низа консолей, при этом усиление должно осуществляться стальными обоймами (h – сторона сечения колонны).

При повышении сейсмичности здания устройством диафрагм колонны можно усиливать и железобетонными обоймами. Железобетонные обоймы в этом случае целесообразно выполнять одновременно с примыкающими к ним диафрагмами.

5.11.3. Выбор варианта усиления следует производить на основе технико-экономического сравнения, при этом следует учитывать, что при усилении железобетоном существенно увеличивается сечение колонн; расход стали небольшой; обработка поверхности колонн, устройство опалубки и бетонирование требует больших трудозатрат, однако после бетонирования колонны не требуют дополнительной отделки. При усилении стальным прокатом габариты колонн почти не меняются; расход стали значительный; требуется исполнение качественных сварных работ в большом объеме;

необходимо проведение мероприятий обеспечивающих обжатию колонн обоями; после усиления колонн, при наличии агрессивных сред и при необходимости повышения огнестойкости, колонны должны быть оштукатурены по сетке или покрыты специальными составами.

Количественные характеристики усиления колонн определяются расчетом каркаса.

5.11.4. Вертикальные обоямы колонн должны быть заанкерены в фундамент путем приварки к выпускам дополнительных стержней из фундамента при помощи стальных соединительных пластин.

5.11.5. Зазоры в узлах сопряжения колонн с конструкциями перекрытия должны заделываться аналогично варианту усиления железобетонной обоямой.

5.11.6. Стальные обоямы рассчитываются и выполняются из четырех уголков, установленных по углам колонны и соединенных между собой пластинами на сварке. Пластины воспринимают поперечные силы.

В зоне консоли уголки устанавливаются пером наружу. Эти уголки соединяются пластинами в одном направлении, а в другом направлении прикрепляются к бетону консоли с шагом 100мм дюбелями или анкерами, устанавливаемыми в просверленные отверстия с последующей зачеканкой раствором.

5.11.7. Соединения обоямы колонн смежных этажей осуществляются приваркой к уголкам соединительных полос.

В зоне расположения плит полосы пропускаются через зазор между колонной и плитами.

Пример выполнения усиления стальными обоямами, соединенными друг с другом приведен на

рис.5.11.

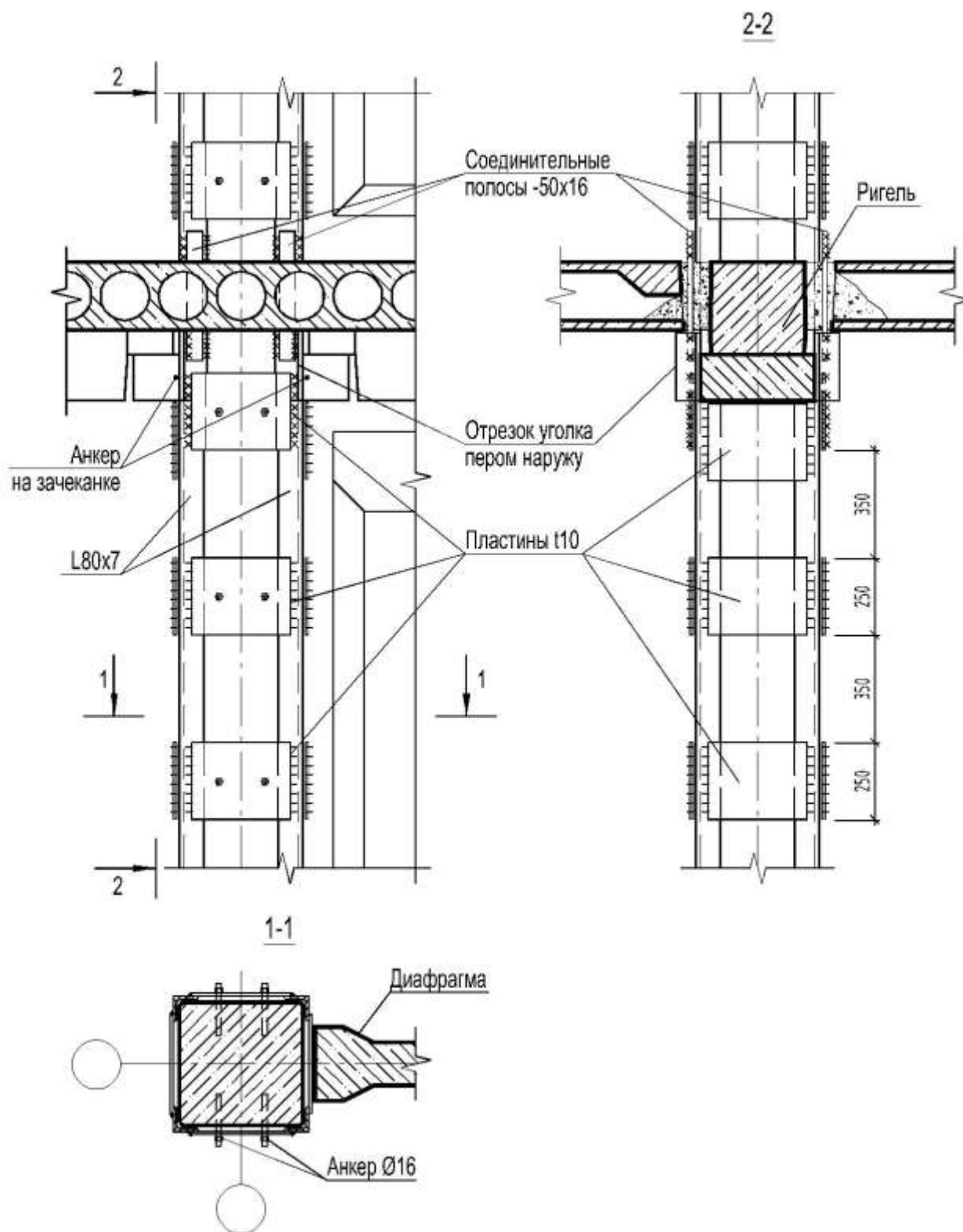


Рис. 5.11. Колонны усиленные стальными обоймами, соединенными друг с другом при скрытых консолях или без них

5.11.8. Если расчетом доказано отсутствие растягивающих напряжений в уголках обоймы, соединение уголков смежных этажей не обязательно. При этом должна быть надежно обеспечена передача усилий сжатия от уголка к бетону, окружающего колонну в узле, например, через опорные уголки, приваренные по периметру обоймы.

Пример выполнения усиления стальными обоймами, не соединенных друг с другом приведен на рис.5.12.

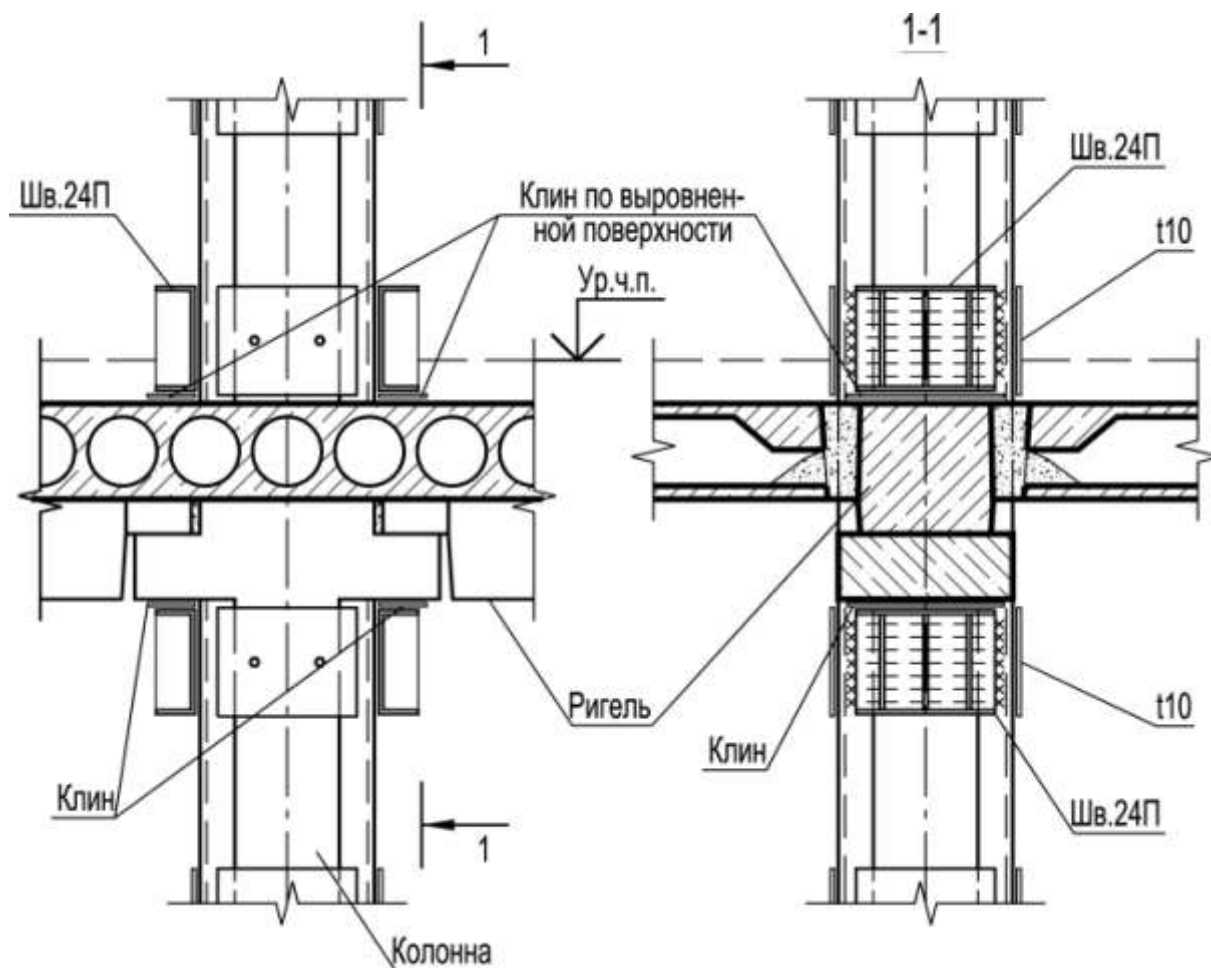


Рис. 5.12. Колонны усиленные стальными обоймами,
не соединяемыми друг с другом

5.11.9. Для полного примыкания уголков к граням колонны ребра колонн должны быть затуплены.

5.11.10. Для улучшения сцепления металла с бетоном на внутренние поверхности уголков возможно нанесение электродом стальных точек-наплавков с шагом 20-30 см.

5.11.11. При приварке пластин к уголкам обоймы необходимо предварительно прижать уголки к колонне струбцинами или тяжами. Они располагаются в шахматном порядке для обеспечения обжатия в обоих направлениях и комбинируются в процессе устройства обойм с привариваемыми к продольным уголкам пластинами. На последнем этапе струбцины (или тяжи) поочередно снимаются и заменяются привариваемыми пластинами.

Пример выполнения стальной обоймы с обжатием струбцинами приведен на рис.5.13.

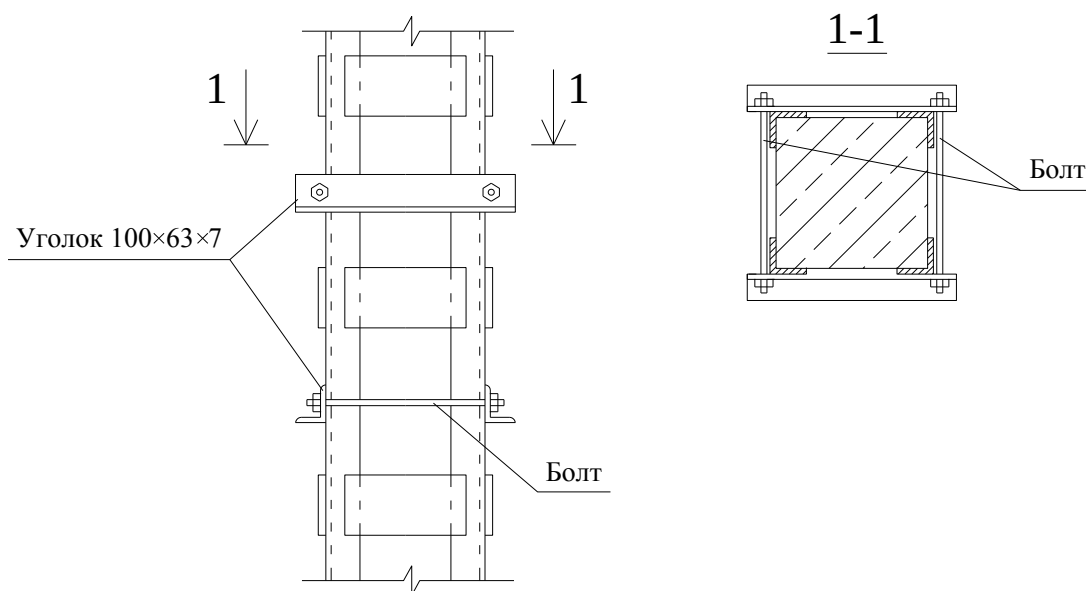


Рис. 5.13. Обжатие элементов обоймы струбцинами

5.11.12. При отсутствии предварительного обжатия колонн пластины следует приваривать в следующем порядке: перед приваркой вторым швом их следует разогреть до 200-250°C, что после приварки ко второму уголку и остывании создает обжатие колонн.

5.11.13. При отсутствии оштукатуривания колонн следует зачеканить зазор между уголками и поверхностью колонны.

5.11.14. Пример усиления крайней колонны, расположенной у наружной стены приведена на рис. 5.14.

Обжатие колонны обоймой в направлении нормальном стене, можно производить только путем нагрева пластин.

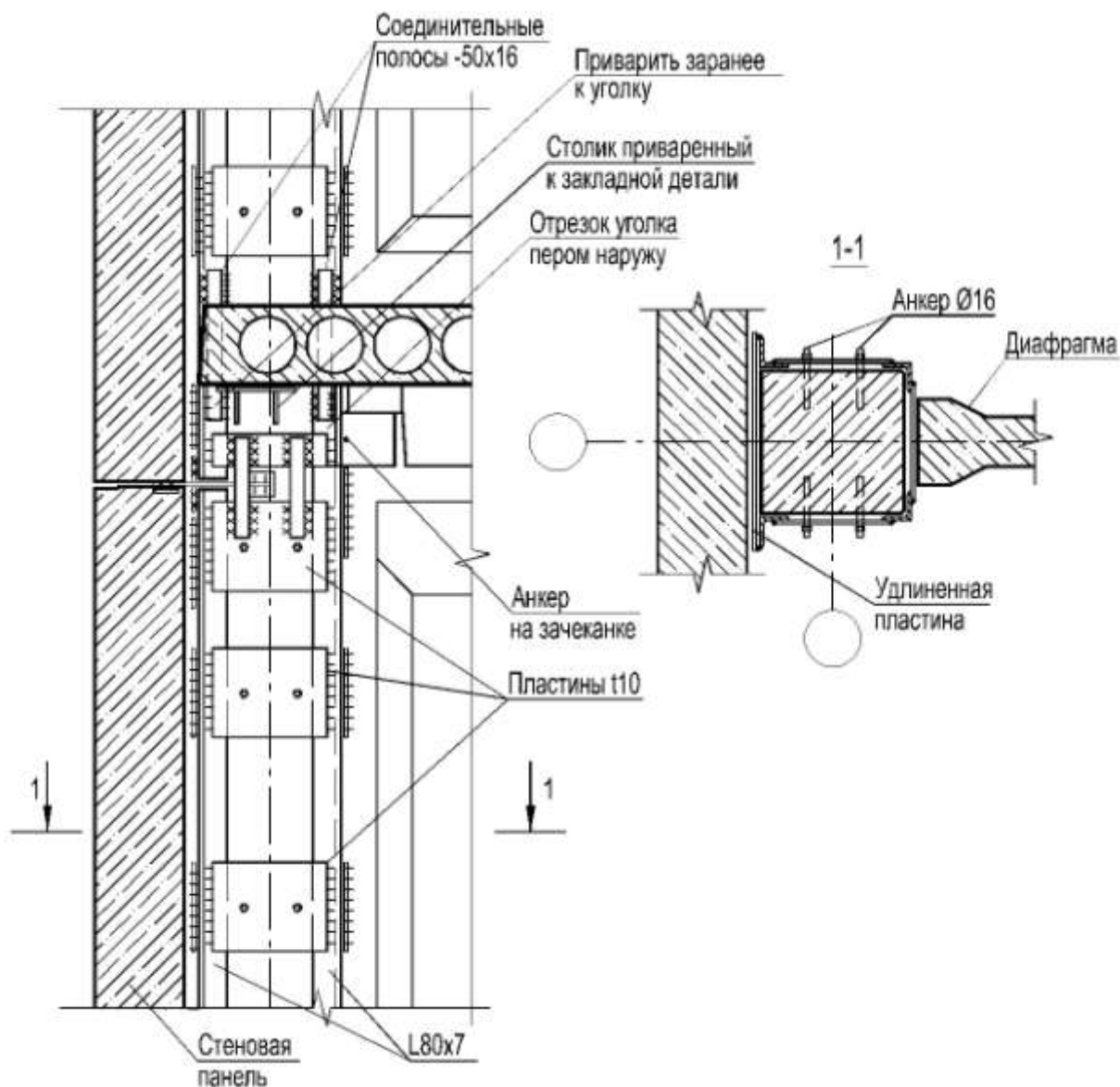


Рис. 5.14. Пристенная колонна усиленная стальной обоймой

5.11.15. Армирование колонн, усиленных железобетонными обоймами (рубашками), выполняется из продольных стержней с минимальным диаметром 20мм класса А400 и поперечной арматуры в виде хомутов диаметром не менее 6мм с шагом не более 200мм.

В зоне консолей продольные стержни связываются отдельными поперечными стержнями и анкерами, установленными в рассверленные отверстия с последующей зачеканкой раствором.

Пример выполнения железобетонной обоймы приведен на рис.5.15.

5.11.16. Соединение продольных стержней между этажами производится соединительными стержнями, пропущенными через зазор между колонной и торцом плиты.

5.11.17. Для бетонирования обойм следует использоваться мелкозернистый бетон класса прочности не ниже В20.

5.11.18. Бетонирование железобетонных обойм осуществляется снизу вверх под давлением с тщательным уплотнением бетона вибрированием и производится бетононасосом слоями высотой не более 1,5 м.

5.11.19. Зазоры в узлах сопряжения колонн, усиленных стальными или железобетонными обоймами, с конструкциями перекрытия (особенно между колонной и торцами ригелей) должны быть очищены от старого бетона (раствора) и после установки арматуры тщательно замоноличены напрягающим бетоном на заполнителе с фракцией не более 5-10мм.

5.11.20. Угловые колонны, выполненные в той же опалубке, что и прочие колонны, обычно имеют повышенный запас прочности в связи с существенно меньшей нагрузкой. Поэтому такие колонны, как правило, не нуждаются в усилении.

5.12. Усиление узлов сопряжения поперечных ригелей с колоннами

5.12.1. Если прочность установленных поперечных диафрагм недостаточна при сейсмическом воздействии, а устройство дополнительных диафрагм или металлических связей на всю высоту здания невозможно, узлы сопряжения ригелей и колонн (все или значительная их часть) могут быть превращены в неподатливые узлы, способные воспринимать горизонтальные нагрузки и тем самым разгружать диафрагмы, предотвращая их разрушение при сейсмическом толчке.

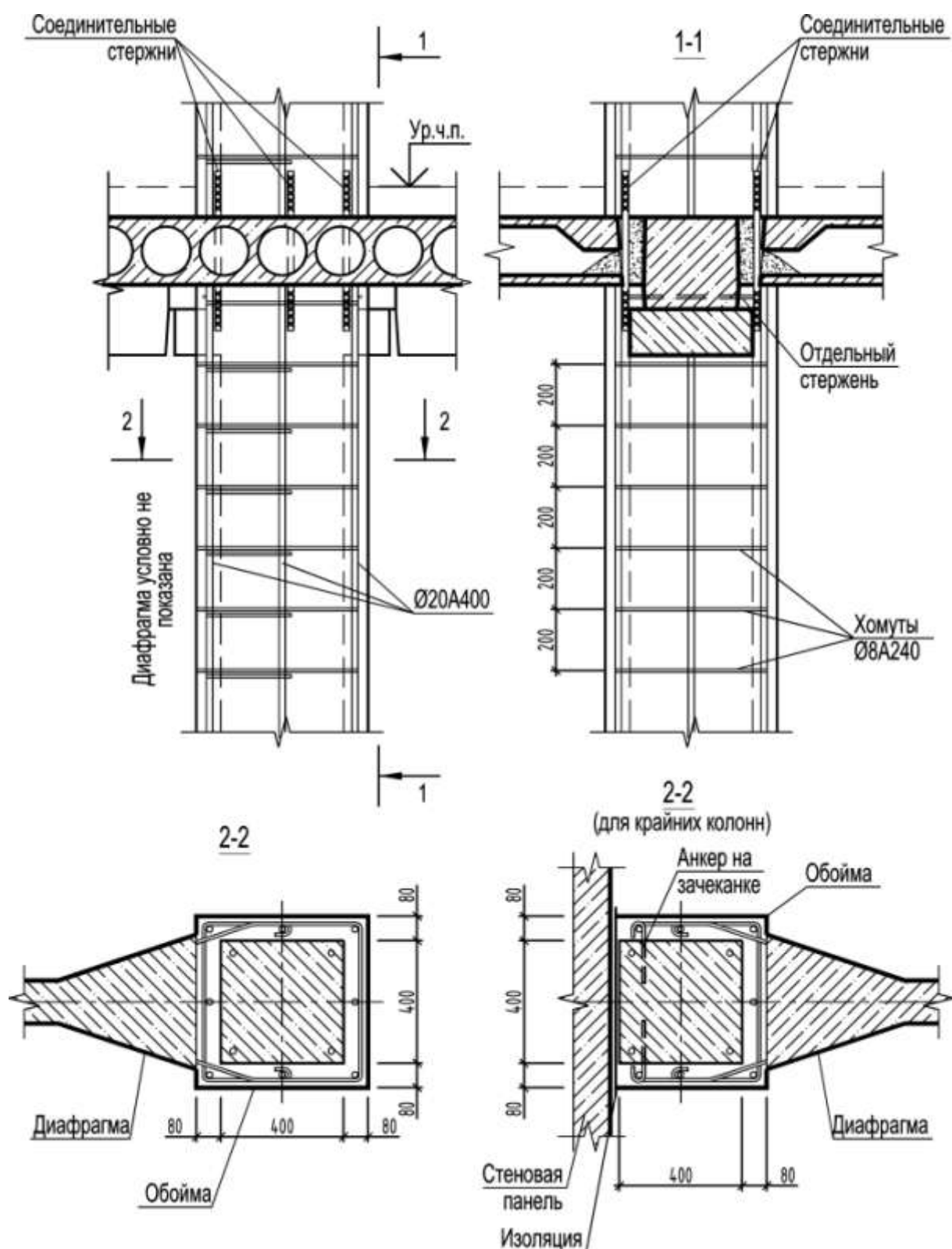


Рис. 5.15. Колонна усиленная железобетонной обоймой

5.12.2. Ужесточение узлов сопряжения ригелей с колоннами производится с вутами и без них.

5.12.2. Усиление узлов сопряжения указанными выше способами следует производить только если колонны усилены стальными обоймами.

5.12.3. Выбор варианта усиления производится на основании технико-экономического обоснования, при этом следует учитывать, что при усилении узлов без устройства вутов, пол над ригелями должен быть выполнен из тяжелого бетона или быть поднят на высоту не менее 100мм. При усилении с устройством вутов – производится наращивание нижней зоны ригеля на опоре, с уменьшением полезной высоты помещения.

5.12.4. Усиление без устройства вутов выполняется в следующей последовательности:

- к стальным обоймам, расположенным на уровне верха плит перекрытий, привариваются два продольных стержня с помощью горизонтальных пластин;

- к продольным стержням привариваются под прямым углом уголки, которые в свою очередь соединяются с вертикальными хомутами, выполненными из стали класса А-240;

- хомуты проходят сквозь отверстия, пробитые в плитах через продольные пустоты, внизу заанкереваются уголками и пластинами, расположенными у нижней грани ригеля;

- хомуты стягиваются с помощью резьбового наконечника и гаек;

- стержни и верхние уголки покрываются слоем бетона класса В20;

- нижние уголки и хомуты оштукатуриваются по сетке.

5.12.5. Класс прочности бетона обетонирования принимается не ниже В20.

5.12.6. При недостаточной прочности приварки ригеля к консоли (например, в случае значительного положительного момента), нижние уголки могут служить в качестве дополнительной опорной арматурой ригеля.

В этом случае уголки привариваются к стальным элементам обоймы усиления колонны, расположенным на уровне низа ригеля.

5.12.7. Пример выполнения усиления без устройства вутов приведен на рис.5.16.

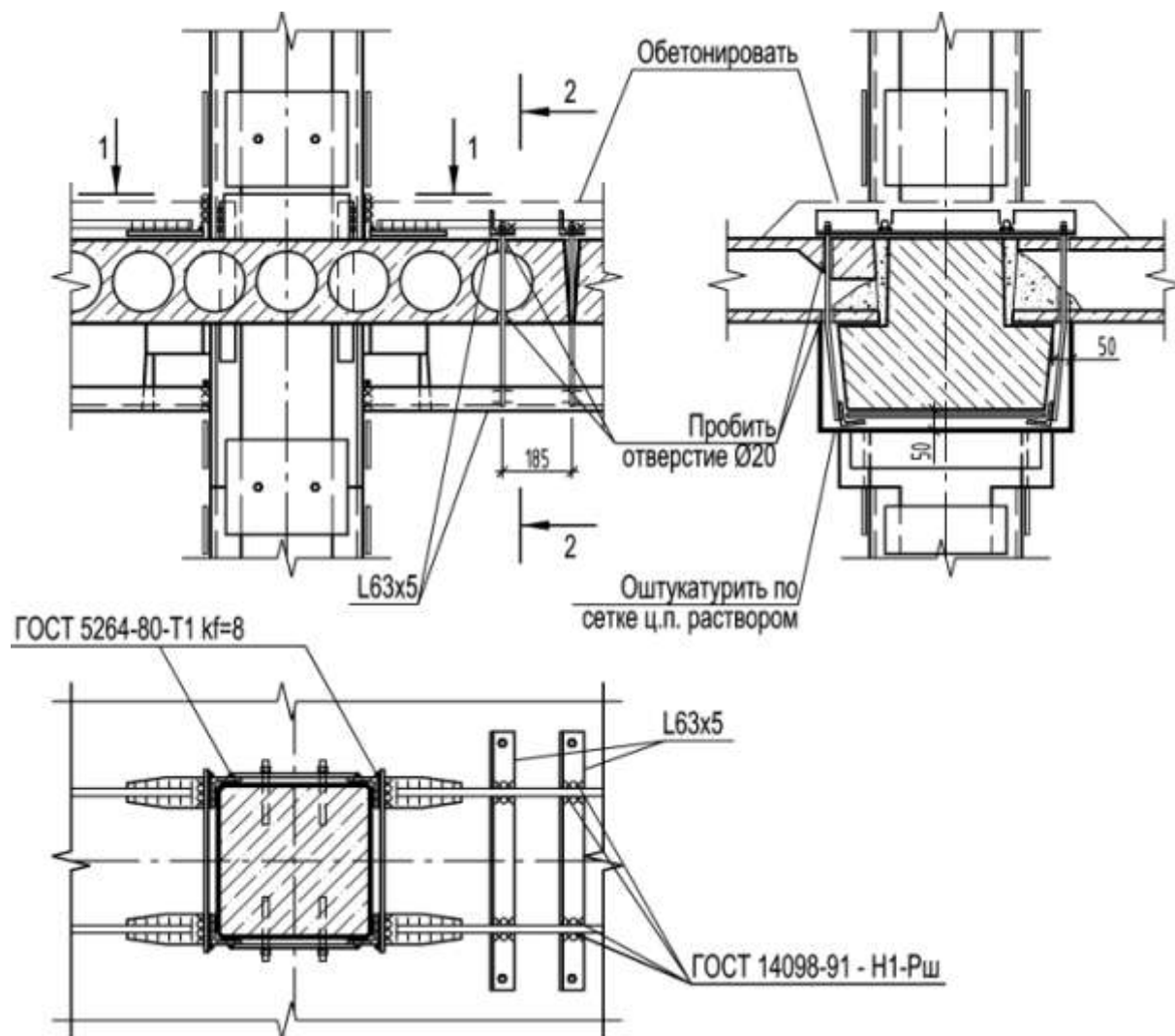


Рис. 5.16. Узел поперечной рамы усиленный дополнительной арматурой

5.12.8. При недостаточной интенсивности поперечной арматуры в опорной зоне ригеля, или необходимости соблюдения конструктивных требований, предъявляемых к поперечному армированию конструкций в сейсмических районах, следует устраивать дополнительные вертикальные хомуты.

Хомуты пропускаются сквозь отверстия в полках ребристых плит или в местах пустот многопустотных плит перекрытия. Хомуты заанкериваются сверху и снизу пластинами и уголками.

5.12.9. Если расчет усиления, выполненного без устройства вутов, показывает, что при таком усилении даже всех узлов каркаса разгрузка установленных диафрагм недостаточна или такое усиление технологически невозможно, то следует устраивать приопорные вуты высотой 0,2-0,3 пролета ригеля «в свету» с последующим обетонированием всего ригеля. Высота ригеля на опоре должна увеличиться в 1,5-2 раза.

5.12.10. Усиление с устройством приопорных вутов производится в следующей последовательности:

- к стальным обоям, расположенным на уровне верха плит перекрытий, привариваются два продольных стержня с помощью горизонтальных пластин;

- к продольным стержням привариваются под прямым углом уголки, которые в свою очередь соединяются с вертикальными хомутами переменной длины, выполненными из стали класса А-240;

- хомуты проходят сквозь отверстия, пробитые в плитах через продольные пустоты, внизу заанкериваются приопорными уголками, установленными наклонно на длине равной $1/3$ пролета ригеля;

- в связи с большой длиной хомутов их следует соединять друг с другом дополнительными горизонтальными стержнями;

- приопорные уголки привариваются к элементам стальной обоймы и раскрепляются в поперечном направлении дополнительными стержнями;

- вуты обетонируются бетоном.

5.12.11. Класс бетона омоноличивания вутов должен быть на одну ступень выше класса бетона ригеля, но не выше В35.

5.12.12. Пример выполнения усиления с устройством вутов приведен на рис.5.17.

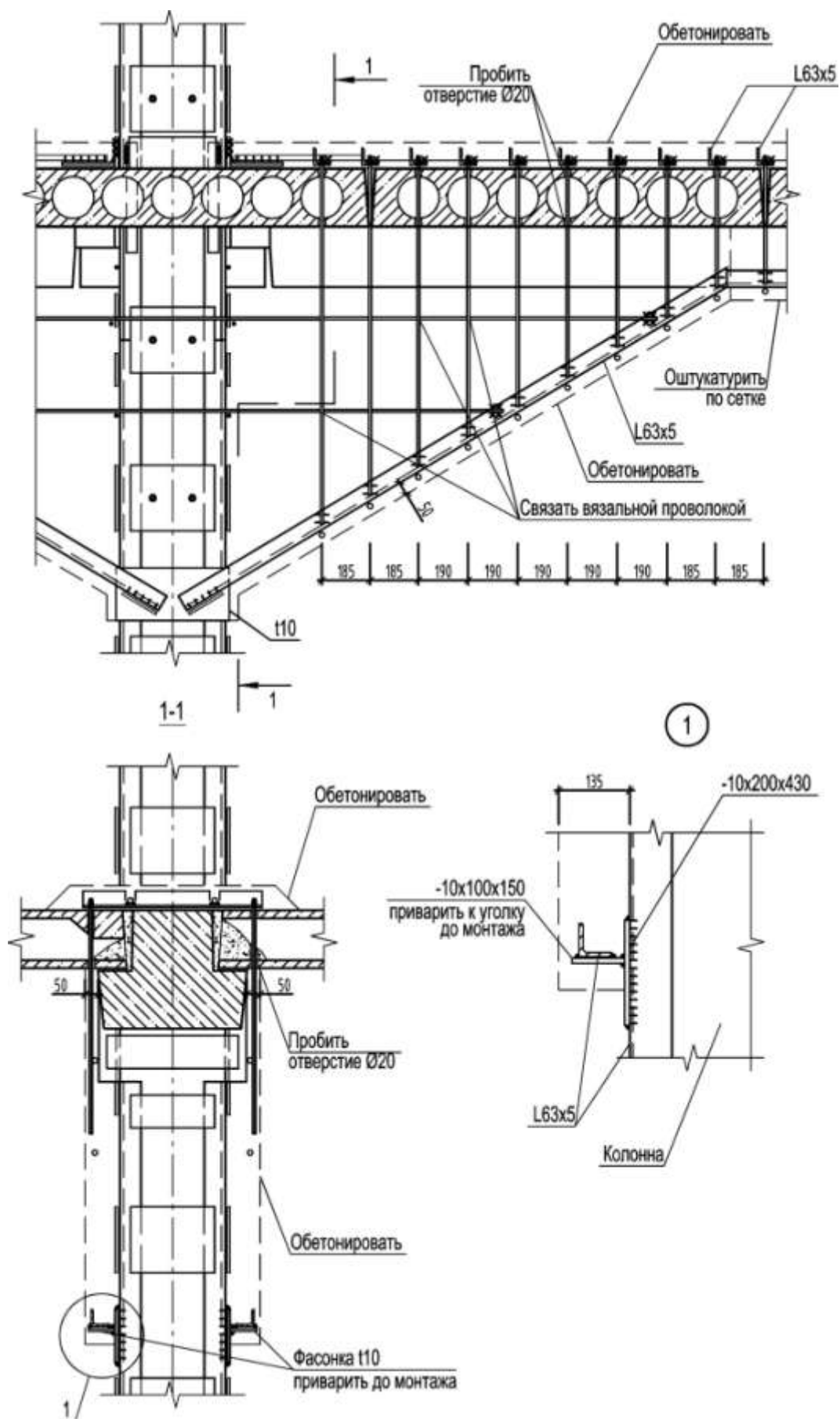


Рис. 5.17. Усиление узла поперечной рамы с добавлением вута

5.13. Усиление продольными монолитными ригелями или стальными фермами

5.13.1. Дополнительные горизонтальные силы можно воспринять устройством жестко прикрепленных к колоннам монолитных продольных ригелей или стальных пространственных ферм.

5.13.2. Следует учитывать, что усиление стальными пространственными фермами приводит к значительному уменьшению высоты этажа в месте расположения ригелей.

5.13.3. Усиления каркаса монолитными ригелями предполагает устройство их на всех перекрытиях минимум в двух смежных шагах с усилением участков колонн, примыкающих к жестким узлам на длине $1,5h$, т.е. минимум 60 см от грани монолитного ригеля.

5.13.4. Для устройства монолитного продольного ригеля бетон средней части межколонных плит выкалывается на ширину 600 мм (арматуру по возможности желательно оставить) по всей ее длине (от колонны до колонны), на такой же ширине пробиваются отверстия в плитах за крайними для монолитного ригеля колоннами на 150 мм от торцов, и в пределах перекрытия на высоту 600 мм в этом пространстве бетонируется ригель.

5.13.5. Жесткий узел сопряжения ригеля с колонной создается устройством металлических обойм вокруг колонн в местах их примыкания к перекрытию и приваркой продольных арматурных стержней ригеля к этим обоймам. Верхние и нижние стержни ригеля соединяются замкнутыми хомутами с шагом 100 мм на участке 1200 мм от грани колонны и 200 мм далее по длине ригеля. В приопорной зоне ригеля устанавливаются 3 сетки с шагом 70 мм. Верхняя и нижняя обоймы (примыкающие к плите перекрытия и к консолям колонны) соединяются между собой приваркой уголков.

5.13.6. Металлические пластины обойм в направлении монолитного ригеля выступают за грань колонны на 100 мм для приварки уголков и продольных стержней.

5.13.7. Для изготовления монолитного ригеля применяется бетон класса не ниже В20. Укладка бетона в опалубку следует производить с тщательным уплотнением.

5.13.8. Участки усиления колонн с помощью уголков также следует обетонировать.

5.13.9. Пример усиления монолитными продольными ригелями приведен на рис. 5.18.

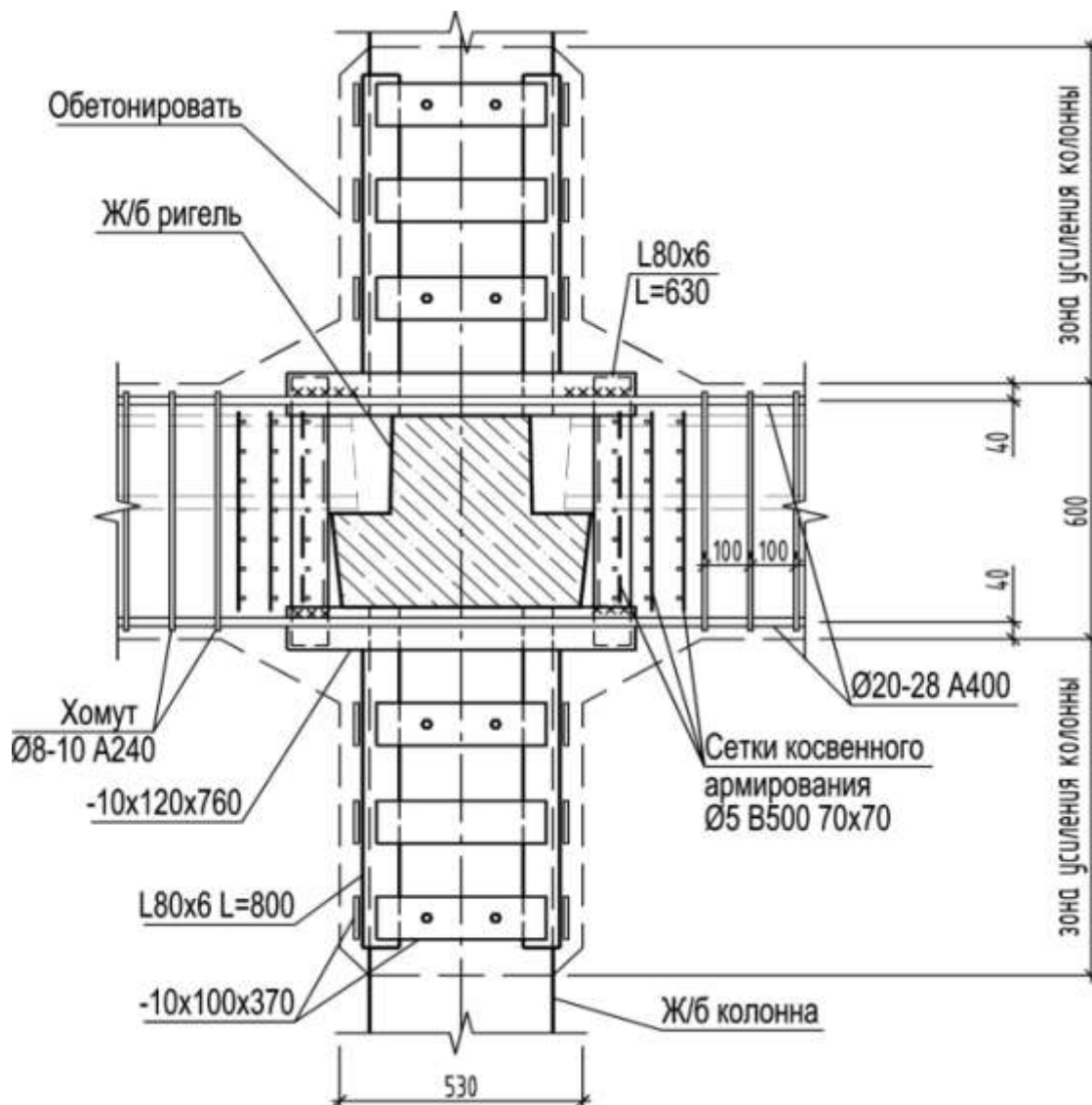


Рис. 5.18. Устройство монолитного продольного ригеля

5.13.11. При усилении стальными пространственными фермами последние устанавливают по средним рядам колонн.

5.13.12. Верхний и нижний пояса стальной фермы крепятся к вертикальным пластинам, располагаемым в продольном направлении над и

под консолями колонны. Эти пластины должны быть приварены к стальной обойме колонны.

5.13.13. Пример усиления продольной рамы стальными фермами приведен на рис. 5.19.

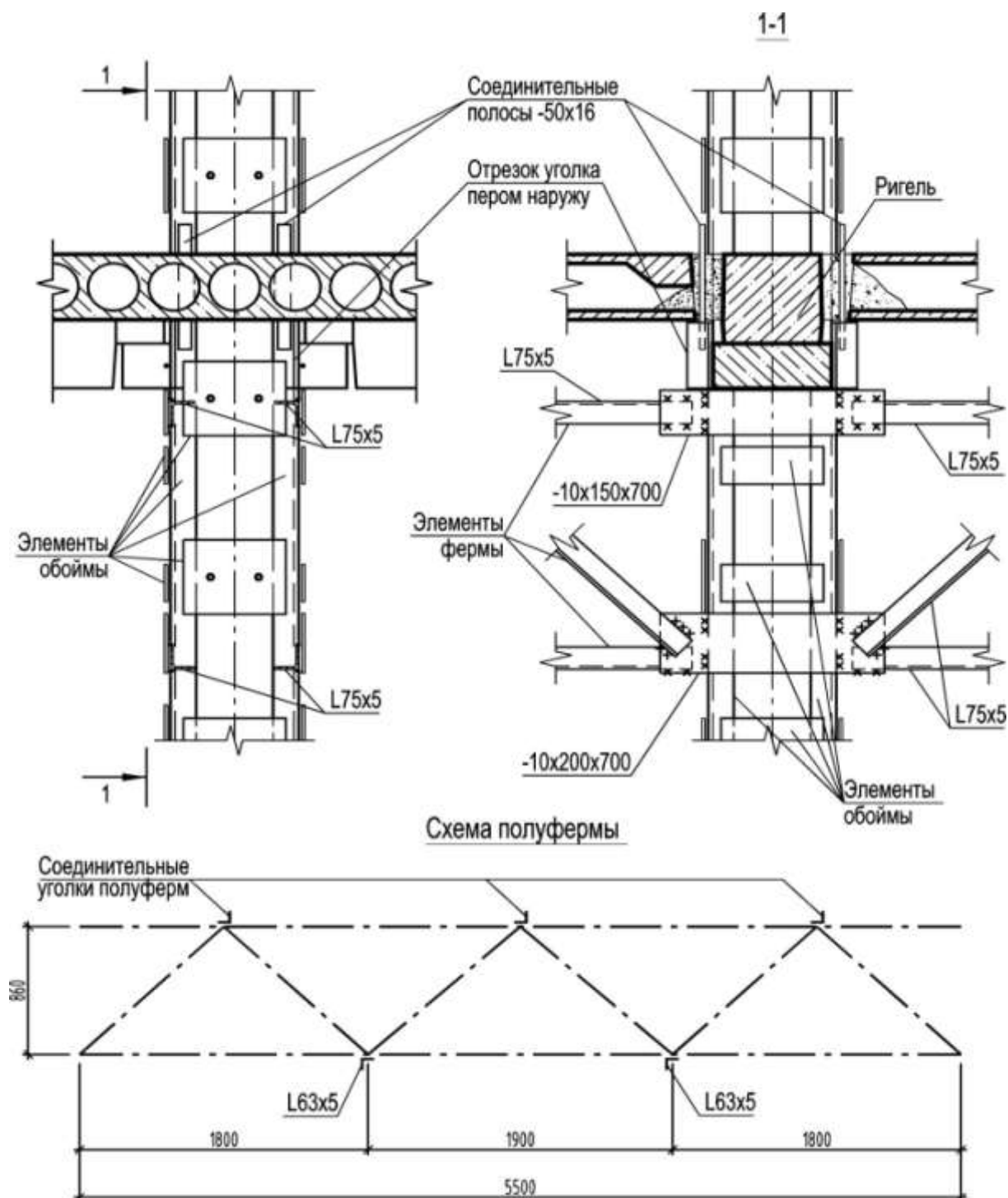


Рис. 5.19. Усиление продольной рамы стальными фермами

5.14. Увеличение длины зоны опирания плит

5.14.1. При уменьшенной по сравнению с проектом длине опирания ребристых плит на ригель необходимо компенсировать это уменьшение, например, с помощью столика, приваренного к закладной детали ригеля

Пример увеличения длины зоны опирания плит приведен на рис. 5.20.

5.14.2. При отсутствии приварки ребристых плит к ригелю, надежную связь плит с ригелем можно осуществить с помощью штырей, пропущенных сквозь отверстия в полках плит и связанных между собой поверху и понизу уголками и пластинками.

Таковую же связь с ригелем можно осуществить и для многопустотных плит, если длина опирания плиты мала. При этом отверстия для штырей пробиваются в местах пустот, ближайших к шву.

Пример крепления плиты к ригелю приведен на рис. 5.21.

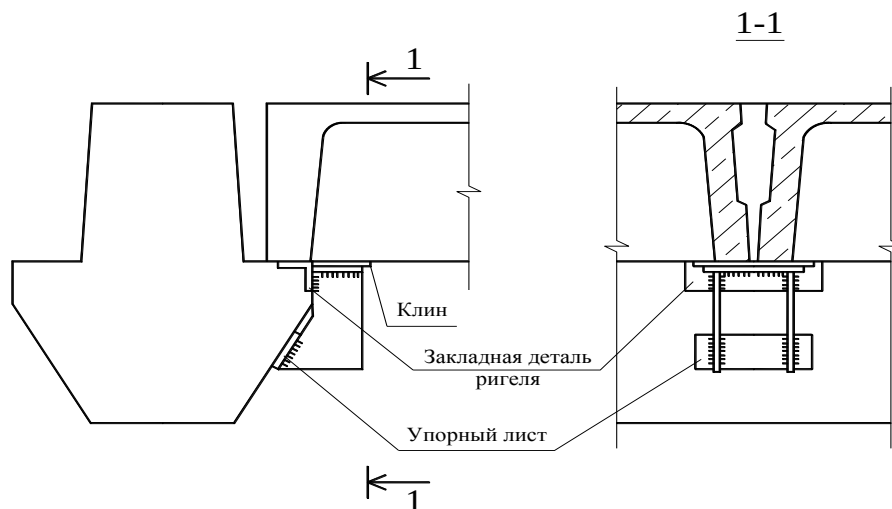


Рис. 5.20. Увеличение длины опирания ребристой плиты

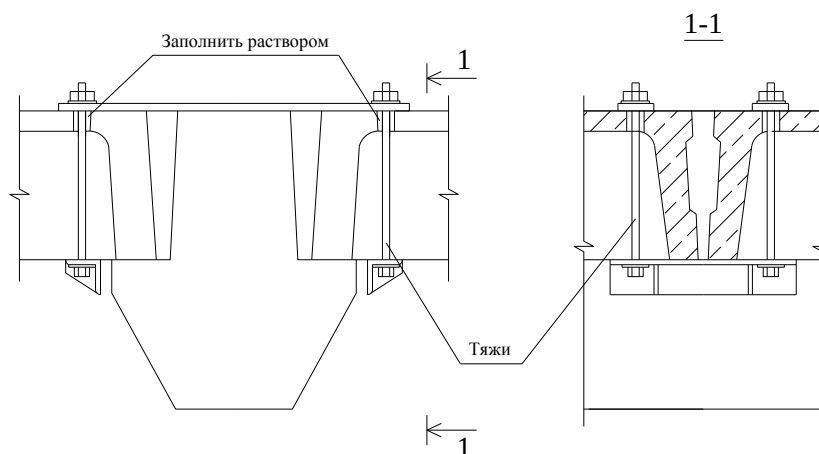


Рис. 5.21. Крепление плиты к ригелю

5.15. Демонтаж верхнего этажа

5.15.1. Если проведенный перерасчет каркаса не дает возможности обеспечить требуемую сейсмичность здания всеми вышеперечисленными способами (устройство диафрагм или установка связей, усиление узлов каркаса и т.п.), следует рассматривать вопрос о снижении нагрузок, в первую очередь на верхних этажах и прибегнуть к демонтажу верхнего этажа.

5.15.2. После демонтажа верхнего этажа необходимо провести усиление оставшихся конструкций, упорядочиванием укороченных колонн и обеспечением анкеровки арматуры измененных узлов.

5.15.3. Верх укороченных колонн разбивается до уровня поверхности плит. На рабочие продольные стержни одевается арматурная сетка из стержней $\varnothing 5-6$ мм с ячейками 50x50 мм и для анкеровки шайбы 80x80 мм толщиной 10 мм с раззенкованными отверстиями для последующей сварки.

5.15.4. На оголовки колонн одеваются стальные пояса, предохраняющие новый бетон от раскалывания. Пояса свариваются из полосы шириной 80 мм и толщиной 10 мм. К ним возможна приварки анкерных шайб.

5.15.5. Бетонирование зоны выпусков осуществляется бетоном класса по прочности не ниже, чем класс бетона колонны и не ниже В15.

5.15.6. Пример верха колонны после демонтажа верхнего этажа приведен на рис.5.22.

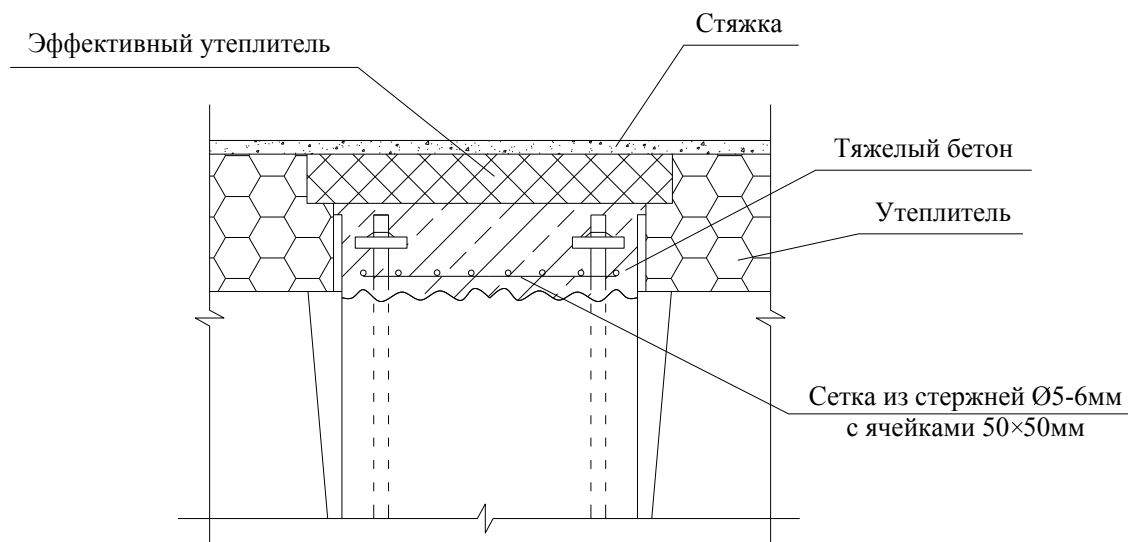


Рис. 5.22. Верх колонны после демонтажа верхнего этажа

6. Повышение сейсмостойкости конструкций, обеспечивающих возможность эвакуации людей при землетрясении

6.1. Основными конструкциями, обеспечивающими возможность аварийной эвакуации людей в многоэтажных зданиях, являются лестницы, стены лестничных клеток, дверные проемы в стенах лестничных клеток и выходы из зданий. Пользоваться лифтами для эвакуации людей не допускается.

6.2. В лестничных клетках, запроектированных как ядра жесткости каркаса и не имеющих достаточной прочности при сейсмическом воздействии, стены усиливаются путем устройства монолитной железобетонной рубашки, которая располагается по наружной поверхности стен, или по внутренней, что предпочтительнее по причине увеличения площади опирания лестничных площадок. В последнем случае ширина

лестничных маршей и площадок уменьшается и она должна соответствовать действующим требованиям по эвакуации людей из помещений.

Железобетонные рубашки не должны приводить к уменьшению нормативных размеров оконных и дверных проемов лестничной клетки.

Вместо железобетона может быть применена оклейка композиционным материалом.

6.3. В лестничных клетках запроектированных с поэтажной разрезкой должна быть проверена прочность крепления стен к колоннам и стены каждого яруса должны быть объединены в один пространственный блок.

6.4. Лестничная клетка не имеющая поэтажной разрезки, при наличии в каркасе связевых устоев в виде диафрагм, стен и т.п., рассчитывается на сейсмические воздействия как ядро жесткости, и в случае недостаточной прочности усиливается железобетонной рубашкой (см. п.6.2).

6.5. В рамных каркасах или в связевых каркасах со стальными связями небольшой жесткости, лестничная клетка, рассчитанная как ядро жесткости, будет способствовать увеличению сейсмической нагрузки и при этом воспринимать большую ее часть. В этих условиях рекомендуется разборка существующих стен и возведение вместо них монолитных железобетонных стен на лестничных ригелях с горизонтальными и вертикальными антисейсмическими швами, обеспечивающими поэтажную разрезку стен и лестниц.

6.6. Для предохранения конструкций лестниц от обрушения - сдвигание с опор при значительных деформациях стен, ригелей, колонн и плит перекрытия или их разрыва, внутри лестничной клетки размещается легкий стальной каркас со стойками в углах в пространстве вне лестничных маршей или площадок и с балками под всеми маршами и площадками (рис. 6.1).

Дополнительные стойки крепятся к стенам с помощью анкеров (шпилек).

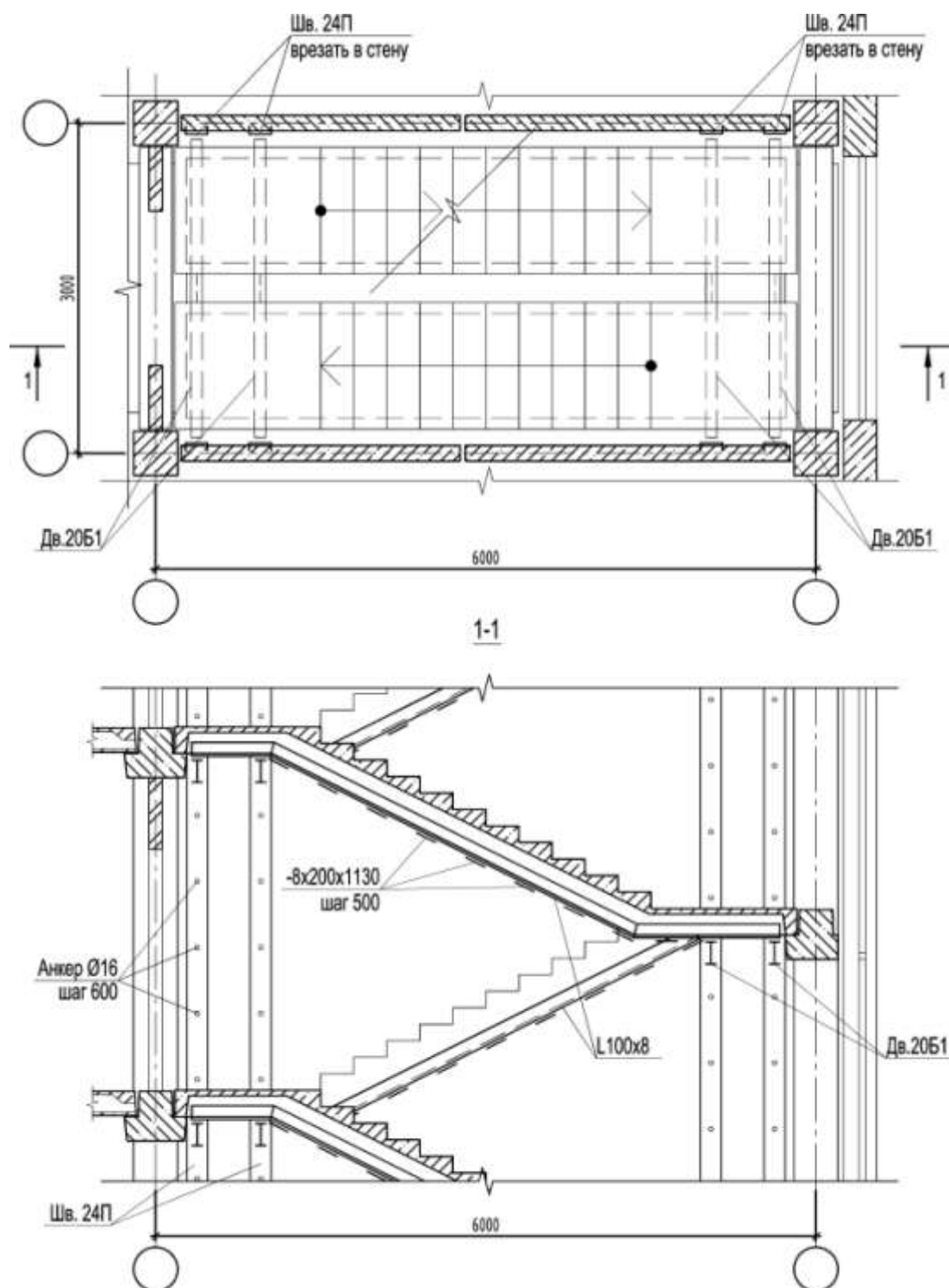


Рис. 6.1. Схема стального каркаса внутри лестничной клетки, предотвращающего обрушение маршей лестницы

6.7. Лестницы могут быть решены с маршами и лестничными площадками в двух вариантах:

- 1) с Z- образными маршами, объединенными с полуплощадками;

2) с отдельными лестничными маршами и лестничными площадками.

В этом 2-м случае необходимо скрепление между собой элементов лестниц по рис. 6.2. и 6.3 (разработки ОАО «ЦНИИ ЧГСУ» и ТГАСУ).

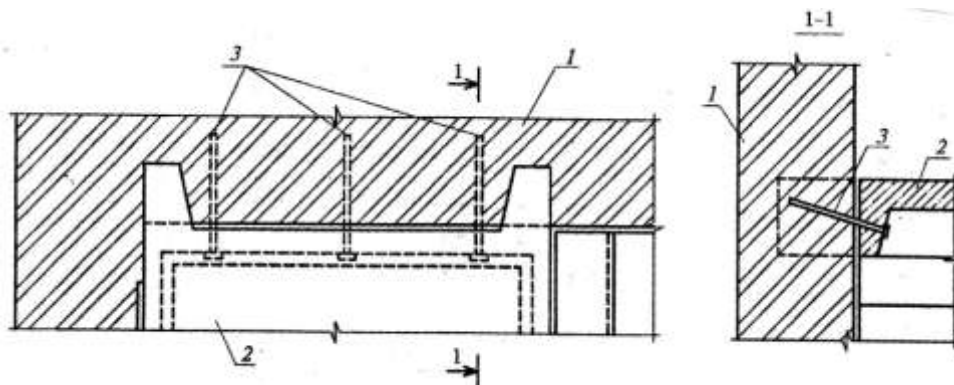


Рис. 6.2. Анкеровка лестничных площадок к стенам лестничных клеток стальными анкерами: 1 – кирпичная стена лестничной клетки; 2 – лестничная площадка; 3 – анкера не менее $\varnothing 16$ длиной 200-250 мм под углом 30-45° к поверхности стены

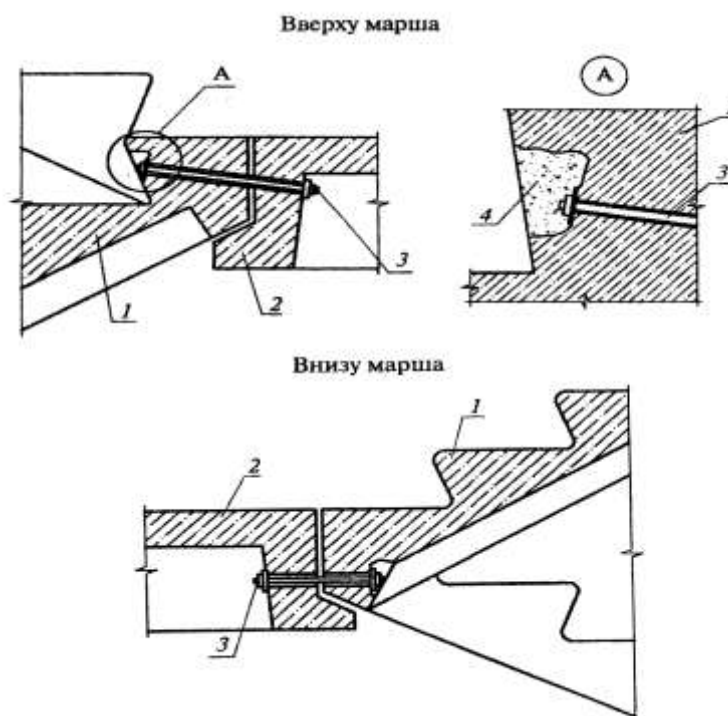


Рис. 6.3. Стыковка лестничных маршей и площадок стяжными болтами: 1. – лестничный марш; 2 – лестничная площадка; 3 – стяжные болты не менее $\varnothing 16$; 4 – раствор марки не ниже 50.

6.8. Дверные проемы лестничных клеток, а также входа в здание при стенах из штучной кладки должны иметь железобетонное или стальное обрамление

7. Контроль качества выполнения работ

7.1. Контроль качества выполнения работ должен осуществляться с соблюдением требований действующих нормативных документов, в том числе ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 10005.

7.2. При выполнении работ следует осуществлять три вида контроля качества: входной, операционный и приемочный.

7.3. Входной контроль осуществляется при приемке строительных материалов, полуфабрикатов и изделий завозимых на объект.

Целью входного контроля является проверка соответствия качеству материалов и изделий требованиям нормативных документов на основе ГОСТ 24297. Результаты заносятся в журнал входного контроля.

7.4. Входной контроль проводится путем проверки наличия сопроводительной документации и соответствия приведенных в ней данных фактическим, проводя визуальный контроль, проверку комплектности поставки, наличия маркировки и, при наличии сомнений и в заранее оговоренных заказчиком случаях, испытаний по отдельным показателям качества.

7.5. Материалы и изделия не принятые по результатам входного контроля хранятся отдельно и вопрос о возможности их использования решается в индивидуальном порядке.

7.6. *Металл*, используемый для усиления должен соответствовать требованиям нормативных документов: ГОСТ 380, ГОСТ 535, ГОСТ 1050, ГОСТ 2590, ГОСТ 5781, ГОСТ Р 52544, ГОСТ 10884 и ТУ 14-1-5596, ГОСТ 103, ГОСТ 8509, ГОСТ 8510, ГОСТ 8240, ГОСТ 8239, ГОСТ 3284, ГОСТ 10922.

7.7. Специальные требования по приемке, маркировке, упаковке, транспортированию и хранению металлоконструкций содержатся в ГОСТ 7566.

7.8. При выявленной необходимости проведения испытаний следует руководствоваться требованиями ГОСТ 12004 и ГОСТ 14019.

7.9. Входной контроль *бетонной смеси* осуществляют для каждой партии бетона, доставленного на строительную площадку, проверяя соответствие смеси сопроводительной документации, размер фракции заполнителя, отсутствия расслоения смеси.

7.9. Для оценки прочности и удобоукладываемости бетона из каждой поступившей партии отбирают две пробы и изготавливают 2 серии контрольных образцов по ГОСТ 10180.

На заводе-изготовителе также отбираются пробы и проводятся испытания по ГОСТ 53231.

7.10. При изготовлении бетонной смеси на площадке, составляющие должны соответствовать требованиям ГОСТ 23732, ГОСТ 24211, ГОСТ 30515, ГОСТ 7473, ГОСТ 8267, ГОСТ 8736, ГОСТ 26633, ГОСТ 27006.

7.11. Операционный контроль *поверхности-основания железобетонного элемента* (плита, ригель, колонна и т.п.) до укладки бетонной смеси проводится визуально с целью проверки отсутствия пыли, грязи, мусора, снега, льда и т.п. Также следует проверить наличие естественной или искусственно образованной шероховатости поверхности, обеспечивающей надежность сцепления и совместную работу с бетонной смесью.

7.12. Операционный контроль *арматурных и стальных изделий* и их соединений осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 10922, СП 14.13330.2011, СП 63.13330.2012 и СП 16.13330.2011.

7.13. Установка элементов усиления должно производиться строго в соответствии с проектной документацией. Отклонения не должны превышать указанных в документации или в СП 70.13330.2011.

7.14. При операционном контроле следует визуально убедиться в отсутствии на металле наледи, следов бетонной смеси, масляных пятен, коррозии и ржавчины.

7.15. Контроль месторасположения стальных элементов усиления и расстояния между ними осуществляют по ГОСТ 26433.2 .

7.16. При операционном контроле визуально проверяют каждое сварное соединение металлических элементов, перевязку вязальной проволокой и длину нахлесточных соединений.

7.17. Металлические соединения арматуры опрессованием и резьбовым соединением контролируют по специальным регламентам для каждого типа соединения.

7.18. Операционный контроль устройства *опалубки* заключается в проверке соответствия ее требованиям ГОСТ Р 52085 в части обеспечения геометрических размеров и качества поверхности уложенного бетона.

7.19. До бетонирования необходимо проверить надежность крепления, наличие отклонений собранной опалубки от проектного положения и состояние ее внутренней поверхности.

7.20. Операционный контроль *бетонирования* включает вторичную проверку основания (см. п.7.11), состав смеси, удобоукладываемость, водоотделение по ГОСТ 10181.

7.21. В процессе укладки бетонной смеси визуально контролируется ее уплотнение, качество укрытия, регулярность полива, температура воздуха и твердеющего бетона.

7.22. Приемочный контроль включает проверку наличия требуемых записей в журнале входящего и операционного контроля, знакомство с проектной документацией и ППР.

7.23. Приемочный контроль начинается после окончания усиления конструкций металлическими изделиями.

7.24. Контроль качества выполненных сварных соединений визуально и испытаниями проводится в объеме требований ГОСТ 10922, ГОСТ 23858,

ГОСТ 3242, РТМ 393 и РД 11-02. Результаты осмотра и проведенных испытаний подтверждаются актом и соответствующим протоколом.

7.25. Выявленные отступления от проекта или требований нормативных документов должны быть устранены или согласованы организацией – автором проекта. Согласованные отступления от проекта должны быть графически отображены в журнале авторского надзора.

7.26. Приемочный контроль *металлического усиления* не может быть завершен до окончания испытаний сварных и механических соединений.

7.27. Приемочный контроль *бетонирования* производится после снятия опалубки и заключается в визуальной проверке наличия непробетонированных зон, раковин, определения величин защитных слоев в соответствии с требованиями ГОСТ 31384 и СП 28.13330. Обнаруженные дефекты устраняются. Необходимо также провести контроль прочности бетонной смеси по ранее подготовленным образцам и контроль прочности уложенного бетона.

7.28. Контроль прочности *уложенного бетона* осуществляется косвенными неразрушающими методами – ультразвуковым, упругого отскока, пластических деформаций по ГОСТ 17624, ГОСТ 22690 и прямыми неразрушающими методами – отрыв со скалыванием, скол ребра по ГОСТ 22690.

7.29. Если результаты приемочного контроля бетона отличаются от проектных и полученных с завода-изготовителя, проводят дополнительные испытания образцов заготовленных при бетонировании и твердевших в тех же условиях, что и бетон в конструкции по ГОСТ 10180. Необходимость дополнительного усиления определяет проектная организация.

8. Материалы

8.1. Для усиления железобетонных конструкций с помощью металлическим систем используются листовая сталь по ГОСТ 19903, стальная полоса по ГОСТ 103, уголки равнополочные по ГОСТ 8509, уголки неравнополочные по ГОСТ 8510, швеллеры по ГОСТ 8240, двутавры по ГОСТ 8239, круглый прокат по ГОСТ 2590, трубы по ГОСТ 8731, болты и гайки по ГОСТ 1759.0, шайбы по ГОСТ 18123, ГОСТ Р ИСО 4759, ГОСТ Р ИСО 6157-1, ГОСТ Р ИСО 6157-2, ГОСТ Р 52628.

8.2. Стяжные болты, хомуты и анкера изготавливают из стали марок А240, А300, А400 и из круглой стали. Диаметр элементов с нарезкой 10-32 мм.

8.3. Сварочные работы выполняются в соответствии с требованием РТМ 393, ГОСТ 10922, СП 14.13330, СП 16.13330, СП 63.13330 и СП 70.13330.

8.4. Для ручной электродуговой сварки стальных элементов при монтаже применяют электроды Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А по ГОСТ 9467.

8.5. Для усиления железобетонных конструкций с помощью монолитного железобетона используются:

8.5.1. Арматура классов А240, А300, А400 по ГОСТ 5781; классов А500С и В500С по ГОСТ 52544, сталь Ан600С марки 20Г2СФБА по ТУ 14-1-5596 (обеспечивают высокую сейсмо- и коррозионную стойкость).

8.5.2. Фибра из стальной проволоки диаметром 0,2-0,5 мм по ГОСТ 3282 для дисперсионно-армированного бетона.

8.6. Для усиления конструкций и с целью защиты от коррозии используется бетон и защитные растворные смеси, отвечающие требованиям ГОСТ 7473, ГОСТ 5802 и ГОСТ 25192 на одну ступень выше класса бетона конструкции, но не ниже В15.

8.7. Крупность фракции заполнителя для бетона усиления не должен превышать:

- в обоях толщиной 75-120 мм из литого бетона с суперпластификатором – 5-10 мм;
- в более крупных объемах бетона, уплотняемых вибратором – 20мм;
- при нанесении смеси набрызгом – не более половины наносимого слоя;
- при торкретировании – не более 8-10мм;
- при заполнении полостей до 50мм- не более 5мм;
- при заполнении полостей более 50мм - 10мм;
- в полостях с частым расположением арматуры - не более $\frac{3}{4}$ расстояния между арматурными стержнями.

Примечание. В отдельных случаях со сложными по форме или армированию объемами, допускается применять цементно-песчаные бетоны с песком крупностью не ниже – 2,0 – 2,5 мм.

8.9. Удобоукладываемость бетонной смеси при вертикальном бетонировании назначается в зависимости от толщины бетонируемого элемента и приведена в табл. 8.1. Для литых бетонных смесей с суперпластификаторами осадка конуса должна быть более 18 см.

Таблица 8.1

№ пп	Толщина бетонируемого элемента, мм	Осадка конуса, см	Примечания
1	До 120	6 - 8	
2	120-200	2 - 5	
3	Более 200	1 - 3	С вибрированием

8.10. Для изготовления бетонной или растворной смеси используется портландцемент по ГОСТ 10178, песок по ГОСТ 8736, вода по ГОСТ 23732, щебень и гравий по ГОСТ 8267..

8.11. Для усиления железобетонных конструкций с помощью внешнего армирования используются композиционные материалы в виде ламинатов (пластин фиксированных размеров- длины, ширины и толщины), лент и

тканей, изготавливаемых на основе углеродных, полиэфирных, арамидных и стекловолоконных нитей [11].

8.12. Специальные ремонтные составы, углеродные полотна, неметаллическая арматура, эпоксидные клеи и другие химические составы, включая антикоррозионные покрытия применяются для восстановления защитных слоев, дефектных поверхностей, усиления зон анкеровки арматуры.

9. Требования к сварке

9.1. При сварке стальных профилей усиления следует руководствоваться требованиями СП 16.13330 в части выбора марок стали, материалов для соединения и сварочного оборудования.

9.2. При назначении марки стали для конструкции усиления следует учитывать расчетную температуру в период сварки и эксплуатационного периода, требования по ударной вязкости и их химическому составу по Приложению В СП 16.13330.

9.3. Для сварки стальных конструкций усиления следует применять: электроды для ручной дуговой сварки по ГОСТ 9467, сварочную проволоку по ГОСТ 2246, флюсы по ГОСТ 9087, порошковую проволоку по ГОСТ 26271 (Приложение Г СП 16.13330)

9.4. Размеры сварных угловых швов и конструкции соединения приведены в п.14.1.6. СП 16.13330.

9.5. При соединении арматуры с использованием сварки выбор типа сварного соединения и способов сварки производят с учетом условий эксплуатации конструкции, свариваемости стали и требований по технологии изготовления в соответствии с действующими нормативными и рекомендательными документами (ГОСТ 14098, РТМ 393).

9.6. Широко применяемые и проверенные типы сварных соединения арматуры и способы сварки указаны в таблице 9.1.

9.7. Арматуру класса А240 из стали всех марок допускается сваривать любыми способами сварки арматуры класса AI, приведенными в ГОСТ 14098. Горячекатаную арматуру класса А400С и А500С из сталей всех марок, допускается сваривать любыми способами сварки арматуры класса AIII из стали марки 25Г2С, приведенными в ГОСТ 14098. термомеханически упрочненную арматуру класса А400С, А500С, А500СП и Аn600С из стали марки 20Г2СФБА допускается сваривать любыми способами сварки и типами соединений, приведенными в ГОСТ 14098, за исключением способов сварки, выполняемых в съемных инвентарных формах, применение которых для любой термически упрочненной стали не рекомендуется.

9.8. Сварку горячекатаной арматуры класса А240, А400С и А500С следует производить в соответствии с ГОСТ 14098 по технологии регламентированной в РТМ-393 для А240 – AI, для А400С и А500С – AIII.

9.9. Сварку термомеханически упрочненной стали классов А400С, А500С, А500СП и Аn600С следует производить на основе общих правил РТМ-393 и ГОСТ 14098 с учетом указаний по типам сварки, приведенным в таблице 9.1 и дополнительных указаний, приведенных в пп.9.10 – 9.22 настоящего раздела.

9.10. Крестообразные соединения (тип К1-Кт по ГОСТ 14098) следует выполнять контактной точечной сваркой на оборудовании, технические возможности которого приведены в приложении 6 (таблицы 1, 2, 3) РТМ 393, а также на аналогичном оборудовании новых типов и марок. Параметры режимов контактной точечной сварки следует выбирать в зависимости от класса и диаметра поперечной арматуры, пользуясь методикой, изложенной в п.п. 4.1.8-4.1.9 РТМ 393. Соединения стержней из арматуры класса Аn600С следует выполнять при значениях сварочного тока на 20% выше указанных в РТМ 393, арматуры класса А400С, А500С на 25%, а для стержней из арматуры класса А240 на 15% ниже чем для арматуры AIII.

9.11. При сварке соединений из продольной арматуры класса Аn600С с поперечными стержнями из стали классов В500...А400 величины относительных осадок (h/d_H^1) следует принимать в зависимости от класса поперечных стержней, используя данные таблицы 2 ГОСТ 14098 (по данным НИИЖБ). При поперечных стержнях из стали классов А400С, А500С и Аn600С величины относительной осадки h/d_H^1 принимаются теми же, что и при поперечных стержнях из стали класса А400 по таблице 2 ГОСТ 14098.

9.12. Крестообразные соединения с рабочими стержнями из стали класса А400С, А500С, А500СП и Аn600С с ненормируемой прочностью допускается выполнять дуговыми прихватками (тип соединений КЗ-Рр по ГОСТ 14098) по технологии, изложенной в РТМ 393. В крестообразных соединениях арматуры класса Аn600С не допускаются дуговые прихватки в сочетании с арматурной сталью класса А400 (А-III) марки 35ГС.

9.13. При проектировании крестообразных соединений с рабочими стержнями из стали А400С, А500С и А500СП рекомендуется учитывать требования табл. 6, табл. 7 и п.6.4 ТСН 102.

9.14. Контактную сварку соединений стержней из термомеханически упрочненной стали класса А400С, А500С, А500СП и Аn600С встык следует выполнять способом непрерывного оплавления на режимах, приведенных в РТМ 393 (см. 4.3.6-4.3.15) для арматуры классов Ат-IIIС и Ат-IVС. Степень трансформатора машины следует устанавливать опытным путем из условия обеспечения устойчивого процесса оплавления без предварительного подогрева. Арматуру класса Аn600С больших диаметров (28÷40 мм) допускается сваривать оплавлением с предварительным подогревом, при этом нагрев стержней в околошовных зонах (до красного каления) должен быть на расстоянии не более (0,3÷0,4) d_H от центра стыка. Оптимальные параметры контактной стыковой сварки арматуры А400С, А500С, А500СП приведены в п.6.5 ТСН 102.

Таблица 7.1

Класс арматур- ной стали	Нормативный документ ГОСТ, ТУ	Способ сварки соединений при диаметре стержней										
		Кресто- образное		Стыковое					Нахлесточ- ное		Тавровое	
		К1-Кт	К3-Рр	С1-Ко	С15-Рс	С19-Рм	С21-Рн	С23-Рэ	Н1-Рш	Н3-Кп	Т2-Рф	Т12-Рз
A240	ГОСТ 5781-82	5,5-40	10-40	10-40	20-40	20-40	10-40	10-40	10-40	12-16	8-40	8-40
A400C _(ГК)	СТО АСЧМ 7-93	10-40	10-32	20-40	20-40	20-40	10-40	10-25	10-40	12-16	10-40	10-40
A400C _(ТМ)		10-32	10-28	10-32	20-32	20-32	10-32	10-18	10-32	12-16	10-14	10-18
A500C _(ГК)		10-40	10-32	20-40	20-40	20-40	10-40	10-25	10-40	12-16	10-40	10-40
A500C _(ТМ)		10-32	10-28	10-32	20-32	20-32	10-32	10-18	10-32	12-16	10-14	10-18
A500СП	ТУ 14-1-5526	10-32	10-28	10-32	20-32	20-32	10-32	10-18	10-32	12-16	10-14	10-18
Ан600С	ТУ 14-1-5596	10-40	10-40	10-40	20-40	20-40	10-40	10-25	10-40	10-16	10-22	10-40

Примечание: (ГК) – горячекатаный, (ТМ) – термомеханически упрочненный

9.15. Соединения встык горизонтальных и вертикальных стержней в монтажных условиях выполняются ванно-шовной сваркой и многослойными сварными швами на стальной остающейся скобе (типа С15-Рс и С19-Рм по ГОСТ 14098). При этом длина скобы-накладки принимается не менее $4d+l_1$ (четыре диаметра стыкуемых стержней плюс зазор между ними). Фланговые швы, соединяющие скобу-накладку со стержнями следует накладывать от краев скобы в середину после выполнения и полного остывания основного шва. Сварка основного шва для арматуры класса Аn600С осуществляется по технологии, рекомендованной РТМ 393 для горячекатаной арматуры класса А400. Для арматуры класса А400С, А500С и А500СП рекомендуется дополнительно пользоваться указаниями п.6.8 ТСН 102.

9.16. Ручную дуговую сварку протяженными швами горизонтально или вертикально расположенных термомеханически упрочненных стержней класса А400С, А500С, А500СП и Аn600С следует выполнять с парными накладками (тип С21-Рн) или для диаметров не более 25+25 мм или 18+18 мм внахлестку соответственно для сталей класса Аn600С и А400С, А500С, А500СП (тип С23-Рэ). Длина накладок или нахлестки составляет $10d_H$ (для соединения С21-Рн добавляется зазор между стержнями не более $0,5d_H$). Сварку производят в шахматном порядке. Сварку в нижнем положении следует осуществлять, накладывая швы от краев в середину. В вертикальном положении швы накладываются снизу вверх. Сварку арматуры следует производить таким образом, чтобы нагрев стыкуемых стержней у края накладок или нахлестки был минимальным. Для этого каждый последующий шов или проход накладывается после остывания предыдущего до температуры 100-150°C. Для осуществления последнего положения сварщик должен одновременно сваривать 4-5 стыков. Сначала выполняется «первый» шов на первом стыке, затем «первый» шов на втором стыке и т.д. После наложения «первых» швов на всех 4-5 стыках, накладывают «вторые» швы и так далее до окончания сварки всех 4-5 стыков. Концы накладок должны оставаться не заваренными на длину $(0,5 - 1)d_H$ с обеих сторон.

9.17. Нахлесточные соединения стержней из термомеханически упрочненной стали класса А400С, А500С, А500СП и А600С из стали марки 20Г2СФБА с плоскими элементами проката, выполняемые дуговой сваркой (тип Н1-Рш по ГОСТ 14098), следует осуществлять протяженными швами в соответствии с п.9.16, а для арматуры А400С, А500С, А500СП еще и дополнительно пользоваться указаниями п. 6.11 ТСН 102-00.

9.18. Рельефную сварку нахлесточных соединений стержней арматуры класса А600С с плоскими элементами проката следует выполнять только по двум рельефам (тип Н3-Кп) в соответствии с рекомендациями РТМ 393 для стали класса А400. Для арматуры класса А400С, А500С и А500СП рекомендуемые в РТМ величины сварочного тока рекомендуется увеличивать на 15%. Длина нахлестки должна быть не менее $5d_n$.

9.19. Отходы арматуры класса А600С диаметром до 22 мм допускается использовать при изготовлении закладных деталей дуговой сваркой под флюсом (тип Т2-Рф). При этом арматуру класса А600С следует применять без пересчета, как арматуру класса А400. Отходы термомеханически упрочненной арматуры класса А400С, А500С и А500СП диаметром до 14мм также можно использоваться аналогично арматуре А600С, при этом соотношение толщины пластины и диаметра анкера S/d_n не менее 0,55.

9.20. Ручную дуговую сварку в раззенкованное отверстие тавровых соединений стержней арматуры класса А600С с пластинами при соотношении диаметра стержня к толщине пластины не менее 0,8 допускается выполнять по технологии, рекомендованной РТМ 393 для арматуры класса А400. При этом при диаметре стержней ≥ 12 мм в обязательном порядке следует накладывать подварочные швы.

9.21. При контроле качества сварных соединений отбор проб для испытаний конструкции образцов и схемы их испытаний должны соответствовать требованиям ГОСТ 10922 и РТМ 393.

9.22. Образцы сварных соединений арматуры класса А600С при механических испытаниях до разрушения должны иметь минимальное

временное сопротивление не менее 700 МПа. Для арматуры А400С минимальное временное сопротивление не менее 500МПа, а для арматуры классов А500С и А500СП – не менее 550МПа.

10. Использование композиционных материалов для повышения сейсмостойкости

10.1 Конструктивные требования к повышению сейсмостойкости.

10.1.1 Для повышения сейсмостойкости рекомендуется использовать ламинат, ленты, ткани и т.д., характеристики которых подтверждены стандартами или техническими условиями. Характеристики ряда композиционных материалов приведены в Приложении Б.

10.1.2 Прочность на сжатие бетона существующей конструкции, усиливаемой композиционными материалами, должна составлять не менее 15 МПа.

10.1.3 Усиление композиционными материалами целесообразно использовать для повышения несущей способности колонн, стен и изгибаемых элементов – ригелей и плит.

10.1.4 Не следует применять композиционный материал на внутренних углах, например, в местах сопряжения ригелей с колоннами и плитами.

10.1.5 Пересечение полос композиционного материала допускается только при обеспечении их взаимного сцепления.

10.1.6 Наклейка элементов усиления на бетон с трещинами шириной более 0,2 мм не допускается. Трещины следует предварительно заинъецировать специальными составами.

10.1.7 Рекомендуется избегать соприкосновения в период эксплуатации углеволокна и стальных элементов, т.к. может возникнуть гальваническая коррозия.

10.1.8 При наклейке композиционных материалов в поперечном направлении следует обеспечить радиус закругления граней сечения не менее 20 мм.

10.1.9 Допустимое значение радиуса загиба наклейки ламинатов заводского изготовления при усилении криволинейной поверхности элементов следует принимать по данным производителя композиционного материала.

10.1.10 Количество слоев приклейки рекомендуется принимать: для ламината не более трех, для тканей и лент – не более 5.

10.1.11 Ширину полос внешнего поперечного армирования b следует принимать не менее 50 мм и не более 250 мм, шаг наклейки полос поперечного армирования не менее b и не более меньшего значения из: $h/2$; $3b$, $b + 200$ мм.

10.1.12 Длину нахлестки при сращивании продольных полос композиционного материала по длине следует принимать по указаниям его изготовителя или по данным испытаний.

Испытания образцов с учетом стыка полос композиционного материала по длине следует выполнять согласно требованиям ГОСТ 25.601-80.

Длина нахлестки должна обеспечивать равнопрочность сечения со стыком сечениям без стыков.

10.1.13 Вертикальные поперечные хомуты следует выполнять из одного отрезка полосы композиционного материала, наклонные поперечные хомуты – из двух отрезков.

10.2 Технология усиления композиционными материалами на основе углеволокон.

10.2.1 Приведенная технология отработана организацией «Триада-холдинг» [11] и определяет порядок и условия выполнения работ.

10.2.2 Технология выполнения работ по усилению строительных конструкций и контролю качества приведенная на рис. 10.1 включает:

- подготовку поверхности конструкций;
- монтаж листового материала;
- контроль качества производства работ;

- нанесение защитного слоя от воздействия окружающей среды;
- промывку оборудования.

<i>Подготовка поверхности</i>	
Бетон	Удаление загрязнения, придание шероховатости поверхности, сглаживание углов и обеспыливание Контроль качества поверхности: когезионная прочность, влажность, наличие неровностей, трещин и признаков коррозии
<i>Материалы внешнего усиления на основе углеродных волокон</i>	
	Подготовка и очистка поверхности материала Заготовка по размеру и проверка наличие дефектов
<i>Усиление композиционными материалами на основе углеродных волокон</i>	
Ламинаты	Нанесение адгезива на бетон Нанесение адгезива на ламинаты Установка материала усиления
Холсты	Нанесение грунтовки или шпаклевки (слой ≈ 2 мм) Нанесение смолы низкой вязкости (праймерный слой) Установка холстов Пропитка материала усиления (покрывающий слой)
<i>Контроль качества работ (перед, во время и после их выполнения)</i>	
	Качество применяемых материалов (стандартный тест материалов усиления, адгезива, смолы) Контроль условий работ (прочность бетона, неровности, условия окружающей среды и т.д.) Контроль качества во время и после выполнения работ (направление фибры, положение, размер, неровности, адгезия, наличие пустот)
<i>Отделочные работы (по необходимости)</i>	

Рис. 10.1. Технологическая схема усиления конструкций композиционными материалами

10.2.3 Применяемые материалы соответствуют требованиям – ISO 9001-9002 и российским стандартам ГОСТ 40.9001-88, ГОСТ 40.9002-88.

10.2.4 Усиление композиционными материалами начинается с подготовки поверхности конструкции. Поверхность конструкции в местах наклейки листовых материалов следует очистить желательнo пескоструйной обработкой, которая позволит вскрывать поровую структуру бетона.

10.2.5 Обработанную поверхность шлифуют абразивным инструментом для придания неровности и шероховатости, выступающие острые кромки

скругляют до радиуса 2 – 3 см. Конструкционная прочность поверхностного слоя бетона должна быть не менее 1,5 МПа в зависимости от вида материала.

10.2.6 После выравнивания поверхность обеспыливают с помощью промышленного пылесоса.

10.2.7 Чтобы исключить концентрацию напряжений в углепластиковых листах или ламинатах и обеспечить равномерность распределения напряжений, следует проверить ровность поверхности с помощью однометровой рейки. При этом допускается максимальное отклонение 1 мм на полосе длиной 30 см.

Если данное требование не соблюдается, то необходимо выровнять поверхность с помощью специального выравнивающего состава. Ниже приводится один из возможных выравнивающих составов на основе эпоксидной смолы и кварцевого песка с модулем крупности $M_k = 0,5 \dots 0,8$ мм, исходя из следующих соотношений:

компонент А (эпоксидная смола) – 2 весовых части;

компонент В (отвердитель) – 1 весовая часть;

компонент С (кварцевый песок) – 3 весовые части.

10.2.8 Для приготовления выравнивающего состава используют миксер со скоростью вращения 400-600 об/мин. Состав готовится в следующей последовательности:

- в емкость помещают отдозированное (рассчитанное и взвешенное) количество компонента А;

- при постоянном перемешивании добавляют рассчитанное и взвешенное количество компонента С до получения однородной консистенции;

- к полученному составу добавляют расчетное и взвешенное количество компонента В и перемешивают в течение 3-5 мин.

Допускается выполнение указанной операции вручную, если количество приготавливаемого состава менее 1 кг.

10.2.9 После смешивания поверхность выравнивают приготовленным составом с помощью шпателя и терки. Расход состава ≈ 2 кг/м². После

выравнивания поверхности устраивают технологический перерыв не менее 7-12 час., необходимый для отверждения состава.

10.2.10 После выравнивания поверхности осуществляют подготовку технологической оснастки и оборудования для производства работ по усилению. Для обеспечения равномерного разматывания композиционного материала согласно техническому описанию собирают станину для размещения рулона КМФ-ламината. Рулон ламината помещают в станину и фиксируют с помощью обжимных роликов и ограничительных штанг.

10.2.11 Подготовка КМФ-ламината включает ряд операций:

- разматывают из рулона и помещают на монтажный стол;
- проводят разметку отрезков ламината требуемой длины согласно проектной документации;
- нарезание ламината проводят с помощью отрезной машинки, используя диск по металлу;
- обезжиривание КМФ-ламината осуществляют органическим растворителем – ацетон с расходом $0,4 \text{ л/м}^2$ поверхности, с одновременным удалением графитовой пыли.

10.2.12 Обезжиренные ламинаты складывают на монтажном столе перед установкой для нанесения клеевого состава. Нанесение клеевого состава осуществляют с использованием специального устройства. Равномерное нанесение клеевого состава на материал усиления обеспечивается регулировкой ширины лотка устройства под ширину используемого ламината и величины проходного зазора.

10.2.13 Монтаж КМФ-ламинатов осуществляется с применением клеевого состава на основе эпоксидной смолы, который готовится исходя из следующего соотношения:

- компонент А (эпоксидная смола) – 2 весовых части;
- компонент В (отвердитель) – 1 весовая часть.

Клеевой состав готовят в подходящей емкости, используя миксер со скоростью вращения 400-600 об/мин. Далее в емкость помещают

отдозированные (рассчитанные и взвешенные) количества компонентов А и В и перемешивают в течение 3-5 минут до получения однородной консистенции.

10.2.14 На поверхность конструкции в местах наклейки ламинатов с помощью шпателя наносят слой клея толщиной 1-1,5 мм. Расход клея составляет 2-3 кг/м². Заправляют подготовленный отрезок ламината в установку для нанесения клея так, чтобы край ламината выступал за пределы формирующей пластины на 5-10 мм. Далее выкладывают в устройство поверх ламината клей и равномерно распределяют с помощью мастерка или шпателя. Продвигая ламинат через установку для нанесения клея и удерживая продвинутый ламинат с клеем в одной плоскости, добавляют по мере необходимости новые порции клея в установку.

10.2.15 Проводят монтаж КМФ-ламината с нанесенным клеем в рабочее положение последовательно с одного края к другому или от центра к краям. Затем его плотно поджимают к поверхности конструкции, прокатывая твердым резиновым валиком. На время отверждения клеевого и защитного составов ($\approx$ 12 час.) обеспечивают защиту смонтированных ламинатов от любых механических воздействий.

10.2.16 Чистку оборудования от остатков выравнивающего, клеевого или защитного составов выполняют сразу после использования приготовленной порции состава, остатки составов утилизируют в специальные емкости.

10.2.17 До начала производства работ определяют по ISO 4624/CENITC 125 когезию поверхностного слоя бетона конструкции с помощью прибора DYNA Z15 и комплекта штампов Ж50.

Когезионная плотность поверхностного слоя бетона в месте монтажа ламинатов должна быть не менее 1,0 МПа (10 кг/см²).

10.2.18 Перед началом выполнения работ определяют следующие параметры окружающей среды:

- температуру воздуха;
- температуру поверхности конструкции;
- влажность воздуха;- влажность конструкции;

- температуру точки росы.

Значения измеряемых параметров должны быть:

- температура окружающего воздуха $\geq +10^{\circ}\text{C}$;

- влажность бетона $\leq 4\%$;

- температура поверхности бетона min на 3°C выше температуры точки росы.

10.2.19 Габаритные размеры монолитного листового материала на соответствие требованиям проектной документации контролируют с помощью измерительного инструмента.

10.2.20 Качество монтажа листового материала проверяют инструментально – по толщине слоев, или аналитически – по расходу клеевого материала и обрабатываемой площади, величину перехлеста – инструментально.

11. Обеспечение безопасности

11.1 При выполнении работ необходимо выполнять требования по безопасности СНиП 12-03, СНиП 12-04, СП 12-135-2003, ГОСТ 12.0.004, ГОСТ Р 12.0.009 и ГОСТ 12.0.230.

11.2 Оборудование рабочего места должно обеспечивать безопасность работ. Для выполнения работ необходимо устройство подмостей или лесов отвечающих требованиям ГОСТ 26887, ГОСТ 24259 и ГОСТ 24258.

Работа с приставных лестниц с использованием механизмов запрещается.

11.3 Перед началом работ специалисты, выполняющие усиление, должны быть проинструктированы ответственным представителем строительной организации. Проведение инструктажа должно быть зафиксировано в журнале по технике безопасности.

11.4 Все работы должны выполняться строго в соответствии с требованиями проекта производства работ (ППР), разработанного на базе проекта усиления.

Приложение А

(справочное)

Конструктивные требования к каркасам и их элементам

А.1. Общие положения

А.1.1. В каркасных зданиях конструкцией, воспринимающей сейсмическую нагрузку, может служить:

- рамный каркас с жесткими узлами сопряжений ригелей и колонн;
- связевой каркас с вертикальными устоями жесткости (стальные связи, диафрагмы, ядра жесткости) при шарнирном сопряжении ригелей, колонн и плит.

А.1.2. При числе этажей более 5 связевой каркас может выполняться с жесткими узлами сопряжений ригелей и колонн.

Разновидностью связевого каркаса является каркас с заполнением пространства между некоторыми колоннами штучной кладкой.

В рамном каркасе можно допустить шарнирное опирание конструкций покрытия.

Может использоваться также комбинированный каркас – с рамной схемой в поперечном направлении и связевой – в продольном направлении.

А.1.3. Здания с несущими стенами и железобетонными рамами того же направления, не имеющие сейсмоизоляции, не должны применяться в сейсмических районах, если суммарная длина несущих стен меньше 4-х кратной длины железобетонных рам.

А.1.4. Для зданий более 9 этажей используются только связевые каркасы с вертикальными устоями жесткости.

А.1.5. Здания следует разделять антисейсмическими швами в случаях, если:

- здание имеет сложную в плане форму;
- смежные участки зданий имеют перепады высот 5м и более, а также существенные отличия друг от друга по жесткости и (или) массе.

А.1.6. Расстояния между антисейсмическими швами не должны превышать при сейсмичности площадки: 7 и 8 баллов - 80м, 9 баллов – 60м.

А.1.7. Вертикальные устои связевого каркаса должны быть непрерывными по всей высоте здания и располагаться в обоих направлениях равномерно и симметрично относительно центра здания (отсека). В каждом направлении должно устанавливаться не менее двух устоев, расположенных в разных плоскостях. При этом связи или диафрагмы следует располагать в плоскости колонн.

А.1.8. В сборных каркасах, рамных в обоих направлениях, продольные ригели могут быть монолитными высотой равной высоте плит перекрытий, или сборными, расположенными вне зоны плит перекрытий, или с монолитными примыкающими участками (рис. А.1).

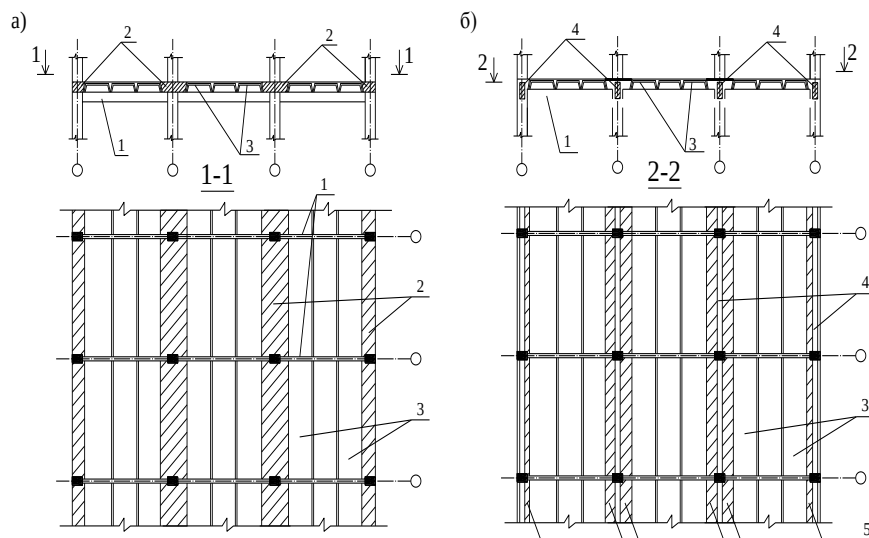


Рис. А.1. Схемы расположения продольных монолитных (а) и сборных (б) ригелей: 1 - поперечные ригели; 2 - монолитные продольные ригели; 3- плиты перекрытий; 4-сборные продольные ригели; 5-монолитные участки

А.1.9. В связевых каркасах продольные ригели могут выполняться в виде плит – распорок, привариваемых к поперечным ригелям по четырем углам и соединенных поверху между собой или с ригелями соединительными элементами, привариваемыми к закладным деталям конструкций.

Любые продольные ригели, располагаемые по осям колонн здания (отсека), должны быть непрерывными на всем протяжении диска перекрытия.

А.2. Требования к зданиям простого конструктивного решения

А.2.1. Высота и количество этажей каркасных зданий не должны превышать значений, указанных в табл. А.1.

Таблица А.1

Тип каркаса	Предельные высоты, м, (количество этажей) при сейсмичности площадки, баллы		
	7	8	9
Связевой каркас	54 (16)	41 (12)	31 (9)
Рамный каркас с заполнением из штучной кладки	29 (9)	24 (7)	18 (5)
Рамный каркас:			
Ригельный	24 (7)	18 (5)	11 (3)
Безригельный	14 (4)	11 (3)	8 (2)
Примечания:			

1. За высоту здания принимается разность отметок низшего уровня отмостки или спланированной поверхности земли, примыкающей к зданию, и низа конструкций покрытия.
2. Верхний этаж с массой покрытия менее 50% средней массы перекрытия здания в этажность и предельную высоту не включается.
3. Этажность зданий больниц и школ при сейсмичности площадки строительства 8 и 9 баллов ограничиваются тремя надземными этажами.

А.2.2. В связевых каркасах суммарная поэтажная жесткость всех связевых устоев должна быть не менее 50% всей поэтажной жесткости на каждом этаже.

А.2.3. Перекрытия (покрытия) следует выполнять в виде жестких горизонтальных дисков, расположенных на одном уровне в пределах одного отсека, надежно соединенных с вертикальными конструкциями и обеспечивающих их совместную работу при сейсмических воздействиях.

А.2.4. При расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов допускается использование неполного каркаса с несущими наружными каменными стенами. Высота неполного каркаса не должна превышать 7м.

А.2.5. Вертикальные устои связевого каркаса должны быть непрерывными по всей высоте здания и располагаться в обоих направлениях равномерно и симметрично относительно центра здания (отсека). В каждом направлении должно устанавливаться не менее двух устоев, расположенных в разных плоскостях. При этом связи или диафрагмы следует располагать в плоскости колонн.

Допускается в верхних этажах здания уменьшать число и протяженность устоев при сохранении симметричности их расположения в пределах этажа. Изменение сдвиговой (изгибной) жесткости устоев соседних этажей при этом не должны превышать 20%.

А.2.6. Сборные железобетонные перекрытия (покрытия) должны быть замоноличенными и жесткими в горизонтальной плоскости конструкциями, а в связевых каркасах соединенными с вертикальными устоями и располагаться в пределах одного отсека на одном уровне.

А.2.7. Для обеспечения жесткости сборного перекрытия необходимо:

а) тщательно заполнить швы между всеми элементами перекрытий мелкозернистым бетоном класса не ниже В15 с применением вибрирования при укладке;

б) в перекрытии из ребристых плит - устанавливать в первую очередь и приваривать в четырех углах плиты, примыкающие к продольным монолитным ригелям или к монолитным участкам, примыкающим к сборным ригелям; следующие за ним плиты приваривать в трех углах (при опирании поверху ригеля) или в двух углах (при опирании на полки ригеля); средняя плита в каждой ячейке перекрытия может укладываться без приварки (см. рис.А1);

в) в перекрытиях из многопустотных плит – устанавливать в швах между плитами проходящие над поперечными ригелями плоские каркасы; при опирании плит на полки над ригелем проходит только верхний стержень каркаса, привариваемый к закладным деталям ригеля (рис. А.2);

г) во всех плитах на наружных продольных гранях предусматривать шпоночную или рифленую поверхность.

А.3. Стыки и узлы

А.3.1. Стыки сборных колонн выполняются жесткими путем соединения выпусков рабочей арматуры колонн с помощью ванной сварки с установкой сеток и хомутов посредине выпущенной арматуры (рис. А.3) с последующей тщательной зачеканкой мелкозернистым бетоном класса не ниже В20 зазора между торцами колонн и замоноличиванием всего узла бетоном класса не ниже В20 на мелком гравии или щебне. Класс бетона замоноличивания назначается исходя из расчета стыка на действие невыгоднейшей комбинации усилий M и N в сечении стыка.

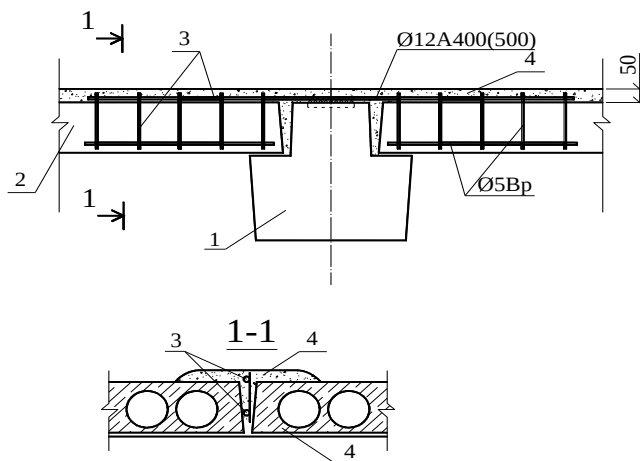


Рис. А.2. Установка в швы между многопустотными плитами плоских каркасов: 1 – ригель; 2 – плита; 3 – каркас; 4 – набетонка из тяжелого бетона

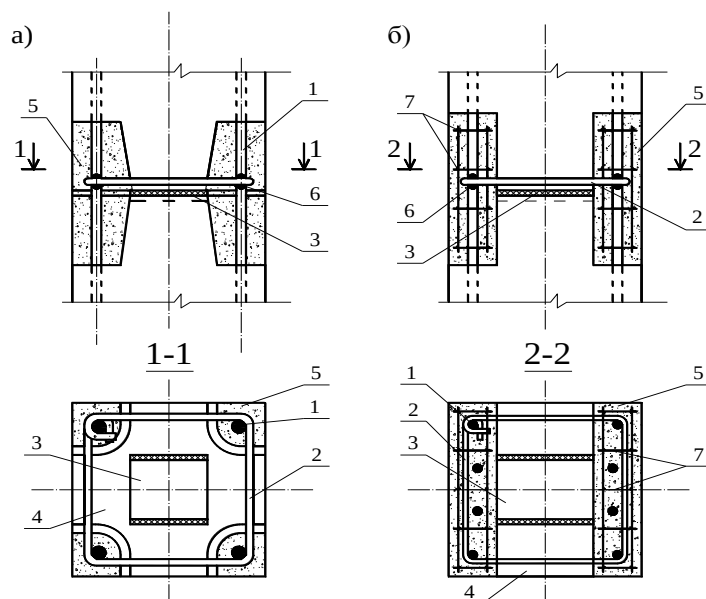


Рис. А.3. Стык колонн соединением ванной сваркой четырех (а) и восьми (б) арматурных выпусков: 1 – арматурные выпуски; 2 – хомут; 3 – рихтовочная пластина; 4 – зачеканка жестким раствором зазора; 5 – замоноличивание узла бетоном; 6 – ванная сварка арматуры; 7 – сетки

А.3.2. Стыки железобетонных ригелей с колоннами рекомендуется выполнять замоноличенными со сваркой арматуры выпусков ригелей и колонн (рис. А.4).

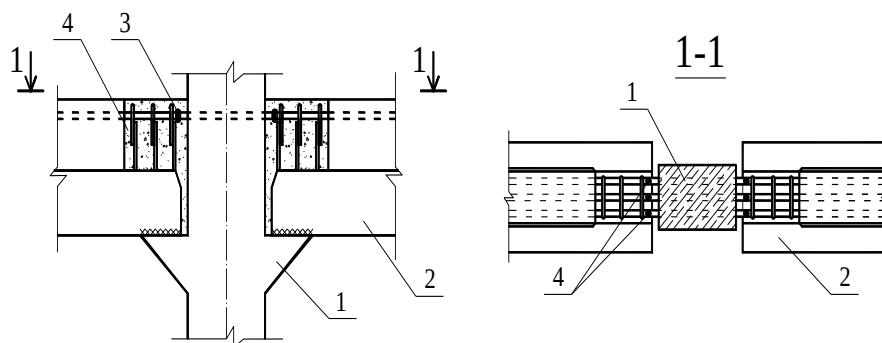


Рис. А.4. Сопряжение сборных поперечных ригелей перекрытия с колонной: 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – ванная сварка; 4 – бетон замоноличивания.

А.3.3. Стыки, расположенные в уровне покрытия, могут выполняться с использованием стержней, привариваемых к стальным оголовкам колонн и к торцам арматурных выпусков с последующим замоноличиванием (рис. А.5).

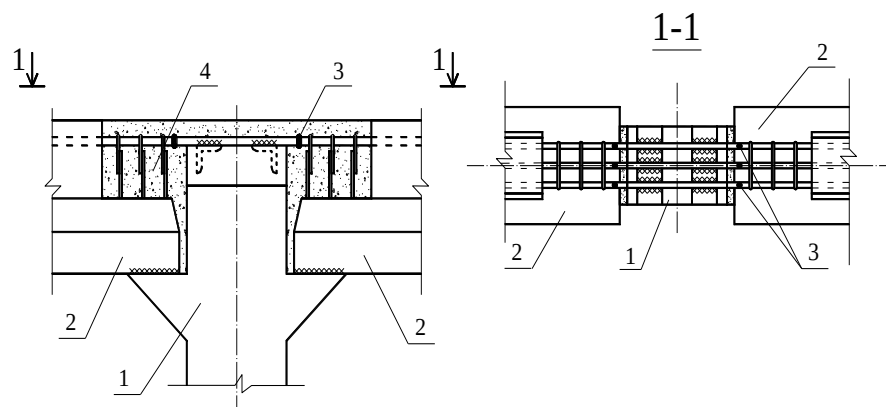


Рис. А.5. Сопряжение сборных поперечных ригелей покрытия с колонной: 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – ванная сварка; 4 – бетон замоноличивания

А.3.4. Можно стыковать рабочую арматуру ригелей пропуская стержни через трубки к колонне при тщательном заполнении трубок раствором. Замоноличивание стыков ригелей с колоннами должно выполняться бетоном на мелком гравии или щебне с тщательным вибрированием.

А.3.5. Если ширина продольного ригеля превышает ширину колонны, то не менее 50% требуемой по расчету арматуры рекомендуется соединять с колонной, а остальную часть пускать в обхват колонны на участках не более ширины колонны с каждой стороны.

Связь ригелей с колонной может быть выполнена путем:

- пропуска части арматуры через отверстия в колонне; при этом отверстия после пропуска арматуры должны быть тщательно инъецированы раствором (рис. А.6,а);

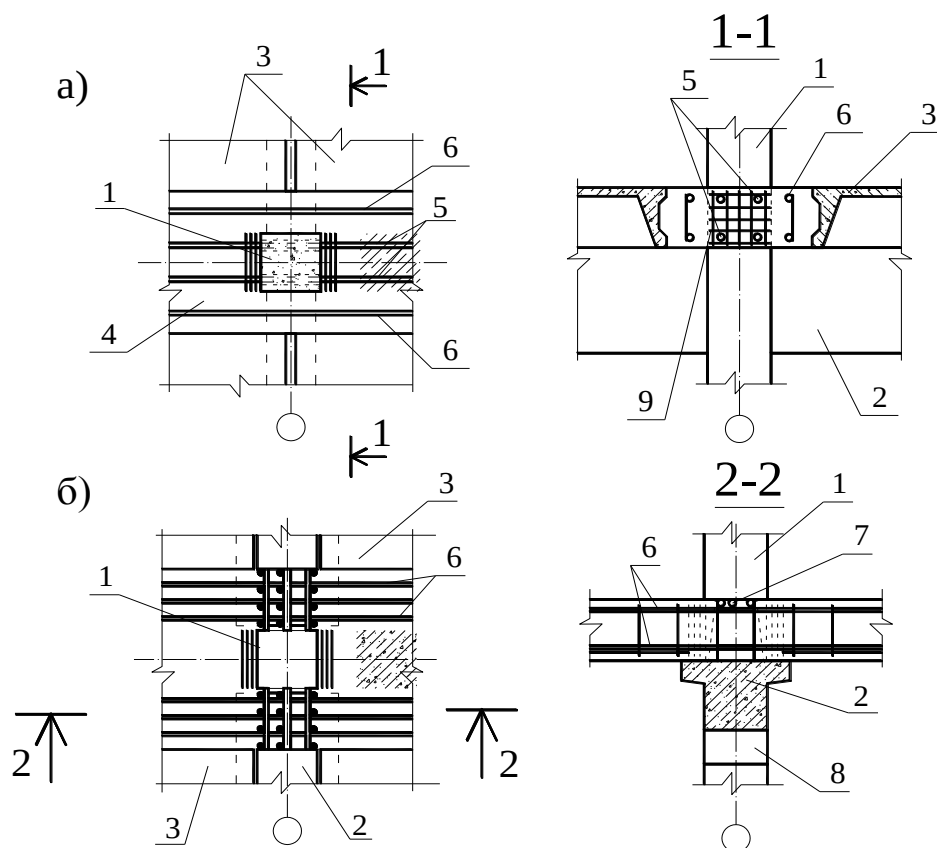


Рис. А.6. Узел сопряжение продольного ригеля с колонной при бесконсольном (а) и консольном (б) опирании поперечных ригелей:

1 – колонна; 2 – поперечный железобетонный ригель; 3 – сборная железобетонная плита; 4 – продольный монолитный железобетонный ригель; 5 – арматура продольного ригеля, пропускаемая через колонну; 6 – то же, пропускаемая в обхват колонны; 7 – выпуски арматуры из поперечных ригелей с заделкой их в продольных ригелях; 8 – консоль колонны; 9 – сетки

- заделки выпусков поперечной и продольной арматуры поперечных ригелей в продольном ригеле при опирании поперечных ригелей на открытые консоли колонны (рис. А.6,б);

- приварки части арматуры к закладным деталям колонны.

А.3.6. При расчете на прочность таких ригелей ширину сжатой зоны в сечении по грани колонны следует принимать равной ширине колонны, и учитывать арматуру как сжатую, только соединенную с колонной. При этом сжатую зону бетона можно усилить сетками косвенного армирования.

А.3.7. Жесткие узлы железобетонных каркасов должны быть усилены сварными сетками, спиралями или замкнутыми хомутами в соответствии с расчетом узлов.

Зоны перекрытия ригелей и колонн, а также участки ригелей и колонн, примыкающие к жестким узлам рам, равной полуторной высоте их сечения (но не более $\frac{1}{4}$ высоты этажа

или пролета), должны армироваться замкнутой поперечной арматурой (хомутами) с шагом не более:

100мм – для рамных каркасов;

200мм – для связевых каркасов.

Длину участка опирания сборных плит перекрытий на ригели принимают не менее 80мм.

А.4. Армирование элементов

А.4.1. В качестве ненапрягаемой рабочей арматуры рекомендуется преимущественно применять свариваемую арматуру класса Аn600С или А500С, можно также применять арматуру классов А600, В500 и класса А400 марки 25Г2С.

А.4.2. Для железобетонных колонн многоэтажных каркасных зданий с арматурой классов А400 и А500 общий процент армирования рабочей продольной арматуры не должен превышать 6%, а с арматурой Аn600С – 4%.

А.4.3. Допускается более высокое насыщение колонн продольной арматурой при условии усиления приопорных участков колонн с помощью конструктивного косвенного армирования сварными сетками с размером ячейки не более 100мм в количестве не менее четырех, располагаемыми с шагом 60 -100мм на длине (считая от торца элемента) не менее $10d$, где d – наибольший диаметр стержней продольной арматуры. Сетки должны быть из арматуры класса А400, А500, В500 диаметром не менее 8мм. При этом установленное косвенное армирование в расчете колонн не учитывается.

А.4.4. В колоннах, а также в ригелях, в которых учитывается продольная сжатая арматура, при сейсмичности 8 баллов шаг хомутов должен устанавливаться по расчету, но не более 400мм, а также $12d$ для вязаных каркасов и $15d$ для сварных каркасов.

Если общее насыщение колонны продольной арматурой превышает 3%, хомуты должны устанавливаться на расстоянии не более $8d$ и не более 250мм.

А.4.5. Кроме того в колоннах рамных каркасов многоэтажных зданий при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов шаг хомутов не должен превышать $1/2h$, а в колоннах связевых каркасов – не более h , где h – наименьший размер стороны колонн прямоугольного или двутаврового сечения. Диаметр хомутов в этом случае должен быть не менее 8мм.

А.4.6. В вязаных каркасах концы хомутов необходимо загибать вокруг стержня продольной арматуры и заводить внутрь бетонного ядра не менее чем на $6d$ хомута, считая от оси продольного стержня. В угловых стержнях угол заведения должен быть $30^\circ - 60^\circ$.

А.4.7. Стыкование продольной арматуры в сборных элементах колонн внахлестку без сварки не допускается. Продольная арматура в сборных элементах колонн длиной до 10,7м должна состоять из целых стержней мерной длины.

А.4.8. Стыкование продольной арматуры диаметра свыше 22мм в монолитных колоннах следует выполнять с помощью специальных механических соединений (опрессованных или резьбовых муфт), а так же ручной дуговой сваркой на стальной скобе-накладке или ручной дуговой сваркой продольными швами с парными накладками для стержней арматуры диаметром до 22мм включительно.

А.4.9. Стыкование арматуры колонн сварными соединениями внахлестку, как правило, не допускается. При стыковании арматуры в диафрагмах и стенах возможно применение сварных соединений арматуры внахлестку. При этом значение длины сварных швов должно быть на 30% больше значений, требуемых по ГОСТ 14098-91 для сварного соединения типа С23-Рэ.

А.4.10. В изгибаемых и внецентренно сжатых элементах конструкций, кроме колонн, стыкование рабочей арматуры допускается осуществлять при диаметре стержня до 20мм – в 7 и 8 балльных зонах внахлестку без сварки.

Длина нахлестки должна быть на 30% больше значений, требуемых по действующим нормативным документам на железобетонные конструкции.

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

А.4.11. В одном сечении должно стыковаться не более 50% растянутой арматуры.

Приложение Б

(справочное)

Б.1 Сравнительные характеристики холстовых материалов

Торговая марка	Тип волокна	Прочность на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа	Вес 1 м ² г/м ²	Толщина*, мм	Ширина, мм
S&P C Sheet 240	углерод	3800	240	200, 300	0,117, 0,176	150, 300
S&P C Sheet 640	углерод	2650	640	400	0,19; 0,235	300
S&P A Sheet 120	фрамид	2900	120	300	0,2	-
S&P G Sheet AR	стекло	1700	65	350	0,135	320
Sika Wrap Hex 230C	углерод	3500	230	230	0,13	610
Sika Wrap Hex 100G	стекло	2250	70	840	1270	-
Torayca UT70-20	углерод	4090	230	200	0,111	100, 250, 500, 1000
Torayca UT70-30	углерод	4220	235	300	0,167	100, 250 500, 1000
Replark	углерод	3400	230	200	0,111;0,167	250, 330,500 250,330, 500
Replark	углерод	2900	390	300	0,165	250, 330, 500
Replark	углерод	1900	640	300	0,143	500 500
Mbrace Tow Sheet	углерод	3550	235	300	0,11; 0,165	500
Mbrace Tow Sheet	углерод	3000	380	300	0,165	300, 500
Mbrace Tow Sheet	стекло	1550	74	915	0,118	1500
DML Composites	углерод	4900	230	150, 300 900	-	350, 500
DML Composites	стекло	3400	70	200, 250 1200	-	- 100,300,500
DML Composites	арамида	2800	115	200, 300	340	-
Kevlar® SRS	арамида	2100	120	280, 420	0,193;0,286	-
Fosroc C 120	углерод	2300	230	200	0,111	-
Fosroc C 530	углерод	2300	375	300	0,166	-
Tyfo SCH-41	углерод	3803	227,7	750	0,417	
Россия	углерод	1200-1400	100-140	230, 450	0,13; 0,25	
* Толщина холста, рекомендуемая для проектирования						

**Б.2 Сравнительная характеристика углеродных композиционных материалов
(ламинатов)**

Торговая марка	Прочность на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа	Толщина, мм	Ширина, мм
S&P Clever Reinforcement	2600	150	1,2; 1,4	50, 80, 100
S&P Clever Reinforcement	2600	200	1,4	10, 50, 80, 100, 120
SilkaCarbodur S	3050	165	1,2; 1,4	50,60,80,90,100,120.150
SilkaCarbodur M	2900	210	1,4	60, 90, 100
SilkaCarbodur H	1450	300	1,4	50
Enforce	2200-2500	165	1,2;1,4;2,1	10,50,80,90,100,120
Enforce	2200-2500	210	1,2; 1,4; 2,1	50, 90, 100, 120, 150
Tyfo C-H	2281	200	1,4	
DML Composites	2100	140	до 30	до 1400
DML Composites	1400	360	до 30	до 1400
MapeiCarboplate E 170	3100	170	1,4	50, 100, 150
MapeiCarboplate E 250	2500	250	1,4	50, 100, 150

Библиография

1. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г, № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
2. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. Федеральный закон от 28 ноября 2011 г № 337-РФ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».
4. Приказ Министерства регионального развития РФ от 30 декабря 2009 г № 624 «О утверждении перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность капитального строительства».
5. Руководящий документ РД 11-02-2006. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения.
6. Руководящий документ РД 11-05-2007. Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства.
7. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций .
8. СТО НОСТРОЙ 2.33.79-2012. Обследование ограждающих конструкций зданий и сооружений в натурных условиях и оценка их технического состояния.

9. Айзенберг Я.М., Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Смирнов В.И., Трекин Н.Н. Сейсмостойкие многоэтажные здания с железобетонным каркасом» -М: Изд. АСВ, 2012 г ... с.

10. Шилин А.А. и др. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами /А.А. Шилин, В.А. Пшеничный, Д.В. Картузов. – М.: ОАО «Издательство «Стройиздат», 2004. – 144с.: ил.

11. ГОСТ 3282-74 Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия

12. ГОСТ 5802-86 Растворы строительные. Методы испытаний.

13. ГОСТ 7473-94 Смеси бетонные. Технические условия.

14. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.

15. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.

16. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.

17. ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытания.

18. ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия

19. ГОСТ 18123-82* Шайбы. Общие технические условия.

20. ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия.

21. ГОСТ 25192-82 Бетоны. Классификация и общие технические требования.

22. ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора составов

23. ГОСТ 30515-97 Цементы. Общие технические условия

24. ГОСТ Р 52628-2006 Гайки. Механические свойства и методы испытаний.

25. ТУ 14-1-5596-2010 Прокат термомеханический упрочненный класса А600С для армирования железобетонных конструкций.

26. Плевков В.С., Мальганов А.И., Балдин И.В. Железобетонные и каменные конструкции сейсмостойких сооружений. – Москва, АСВ, 2010. 290с.

