

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ПРЕПРЕГ-СОВРЕМЕННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»**

**АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО  
СЕЙСМОУСИЛЕНИЮ ЗДАНИЙ С  
НЕСУЩИМИ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ  
СИСТЕМОЙ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ**

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

**Москва 2016**

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН

Акционерное общество

«ЦНИИПромзданий»

Общество с ограниченной  
ответственностью

«Нанотехнологический центр  
композитов» (ООО «НЦК»)

Акционерное общество «Препрег-  
Современные Композиционные  
Материалы» (АО «Препрег-СКМ»)

2 ВНЕСЕН Акционерным обществом «Препрег – Современные  
Композиционные Материалы» (АО «Препрег-СКМ»).

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН в действие Приказом Первого заместителя  
Генерального директора АО «ХК «Композит», управляющей организации  
АО «Препрег – СКМ» от «07» ноября 2016 г. №П-071116

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© АО «Препрег-СКМ», 2016

© ООО «НЦК», 2016

© АО «ЦНИИПромзданий», 2016

*Все права защищены. Настоящий альбом технических решений не может быть  
полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в любом виде  
без письменного разрешения АО «Препрег-СКМ» и ООО «НЦК»*

## Введение

Повышение сейсмостойкости существующих многоэтажных каркасных зданий со сборными и монолитными железобетонными конструкциями системой внешнего армирования на основе полимерных композитов с армирующим наполнителем из углеродных волокон производится для обеспечения требуемой надежности таких зданий при сейсмических воздействиях.

Сейсмостойкость существующих многоэтажных каркасных зданий определяется максимальной интенсивностью сейсмического воздействия, которое способно выдержать здание.

Приведенные в настоящем альбоме технические решения призваны помочь проектировщику выбрать подходящий вариант повышения сейсмостойкости существующих каркасных зданий со сборными и монолитными железобетонными конструкциями с использованием системы внешнего армирования на основе полимерных композитов с армирующим наполнителем из углеродных волокон марки FibArm производства АО «Препрег-СКМ»

Технические решения, приведенные в настоящем альбоме, не заменяют обязательных конструктивных требований, изложенных в СП 14.13330.2014, СП 63.13330.2012 (с изм. 3), СП 15.13330.2012 (требования, например, к объемно-планировочным решениям, расположению диафрагм жесткости в каркасном здании, материалам для железобетонных конструкций, стыкованию рабочей арматуры, шагу хомутов и т.п.).

Усиление фундаментов и узлов сопряжения колонн с фундаментами, а также технические решения, которые нельзя выполнить с помощью системы внешнего армирования на основе полимерных композитов с армирующим наполнителем из углеродных волокон, в настоящем альбоме не рассматриваются.

Авторский коллектив: д-р. техн. наук, проф. Н.Н. Трекин, д-р. техн. наук, проф. Э.Н. Кодыш, инж. К.Е. Соседов (АО «ЦНИИПромзданий»); канд. техн. наук О.А. Симаков, канд. техн. наук П.В. Осипов (ООО «НЦК»/АО «Препрег-СКМ»).



## Содержание

1 Область применения.....	6
2 Термины и определения.....	6
3 Материалы для повышения сейсмостойкости существующих многоэтажных каркасных зданий со сборными и монолитными железобетонными конструкциями.....	10
4 Повышение сейсмостойкости существующих многоэтажных каркасных зданий со сборными железобетонными конструкциями.....	16
4.1 Общие положения.....	16
4.2 Технические решения.....	22
4.2.1 Устройство дополнительных диафрагм жесткости и усиление существующих диафрагм жесткости.....	22
4.2.2 Усиление узлов сопряжения ригелей с колоннами .....	29
4.2.3 Усиление перекрытий .....	36
4.2.4 Усиление колонн и пилонов.....	44
4.2.5 Усиление путей эвакуации .....	49
5 Повышение сейсмостойкости существующих многоэтажных каркасных зданий с монолитными железобетонными конструкциями.....	55
5.1 Общие положения.....	55
5.2 Технические решения.....	60
5.2.1 Устройство дополнительных диафрагм жесткости и усиление существующих диафрагм жесткости.....	60
5.2.2 Усиление перекрытий и узлов сопряжения перекрытий с колонной.....	61
5.2.3 Усиление колонн и пилонов.....	66
5.2.4 Усиление путей эвакуации .....	70
Библиография.....	76

## 1 Область применения

1.1 В настоящем альбоме технических решений (далее – «альбом») приведены технические решения по повышению сейсмостойкости существующих многоэтажных каркасных зданий со сборными и монолитными железобетонными конструкциями системой внешнего армирования на основе полимерных композитов (СВА), с армирующим наполнителем из углеродных волокон.

1.2 Настоящий альбом распространяется на многоэтажные каркасные здания со сборными железобетонными конструкциями широко распространенных серий универсального применения 1.020.1-1/83, 1.020.1-1/8, ИИ-04<sup>1)</sup> или аналогичных серий, а также на многоэтажные каркасные здания с монолитными железобетонными конструкциями.

## 2 Термины и определения

В настоящем альбоме технических решений применены термины и определения в соответствии с ГОСТ 31937, ГОСТ 27751, СП 13-102-2003 [1], СП 118.13330.2015\*, СП 63.13330.2012 (с изм. 3), ГОСТ 32794, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**2.1 интенсивность сейсмического воздействия (сейсмичность):** Значение сейсмического воздействия для района или площадки строительства с заданным периодом повторяемости, выраженное в баллах макросейсмической шкалы MSK-64 или в кинематических параметрах движения грунта (ускорения, скорости, смещения).

### Примечания

1 Интенсивность сейсмического воздействия района строительства устанавливается на основе комплекта карт ОСР-97 согласно СП 14.13330.2014

---

<sup>1)</sup> Каркасные здания этих серий принято называть зданиями со связевым каркасом.

(приложение А). Для зданий массового строительства, класс сооружений которых соответствует КС-2 (нормальный уровень ответственность), согласно ГОСТ 27751, как правило, используется карта А.

2 Интенсивность сейсмического воздействия площадки строительства устанавливается на основании сейсмического микрорайонирования (СМР) в соответствии с указаниями СП 14.13330.2014 (пункт 4.4).

**2.2 ламинаты:** Готовые для устройства внешнего армирования конструкций многослойные полосы различной толщины и ширины, изготовленные в заводских условиях путем пропитки и горячего формования.

Примечания:

1 Ламинаты изготавливают в виде полос или пластин различной длины, ширины и толщины, как правило, однонаправленно армированных.

2 В технической документации отдельных изготовителей вместо термина «ламинат» употребляют термин «ламель».

**2.3 надежность здания:** Способность здания выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации.

**2.4 полимерный композит (композит):** Сплошной продукт, состоящий из двух или более материалов, отличных друг от друга по форме и/или фазовому состоянию и/или свойствам, скрепленных между собой, как правило, физической связью и имеющих границу между обязательным материалом (матрицей) и её наполнителями, включая армирующие наполнители.

Примечание – Матрица или наполнитель композита образуют единую структуру и действуют совместно обеспечивая наилучшим образом необходимые свойства конечного изделия по его функциональному назначению.

[ГОСТ 32794–2014, пункт 2.1.103]

**2.5 праймер:** Материал, применяемый для предварительной подготовки поверхности конструкции перед нанесением адгезива.

[СП 164.1325800.2014, пункт 3.8]

**2.6 стойкость здания к сейсмическому воздействию (сейсмостойкость):** Свойство здания, в том числе каркасного здания, сохранять предусмотренные проектом функции во время и после сейсмического воздействия в течение всего срока службы в пределах заданных при проектировании значений интенсивности сейсмического воздействия.

**2.7 сейсмическое воздействие:** Подземные удары и колебания поверхности, вызванные естественными и искусственными причинами.

[ГОСТ 26883-86, пункт 16]

**2.8 сейсмическая нагрузка:** Силы инерции, возникающие в строительных конструкциях при сейсмическом воздействии.

**2.9 система внешнего армирования на основе полимерных композитов (СВА):** Система, состоящая из клеевого слоя, образованного отвержденным термореактивным адгезивом и наносимого на подготовленную поверхность, однослойного или многослойного композитного материала и, при необходимости, защитного слоя, обеспечивающего защиту системы от воздействий повышенных температур, открытого пламени, ультрафиолетового излучения или механических повреждений.

Примечание – Защитный слой наносят на поверхность полимерного композита в соответствии с проектной документацией.

**2.10 термореактивный адгезив (адгезив):** Клеящий состав из термореактивной смолы для наклейки ламинатов или пропитки и наклейки изделий из непрерывного углеродного волокна (лент, тканей, сеток и других тканых и нетканых материалов) на подготовленную поверхность железобетонной, каменной или армокаменной конструкции.

**2.11 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 31937–2011, пункт 3.23]

**2.12 элементы усиления:** Ламинаты или их части, изделия из непрерывного углеродного волокна (ленты, ткани, сетки и другие тканые и нетканые материалы), различной длины и ширины, подготовленные для наклеивания на поверхность строительной конструкции.

[СП 164.1325800.2014, пункт 3.6]

### **3 Материалы для повышения сейсмостойкости**

#### **существующих многоэтажных каркасных зданий со сборными и монолитными железобетонными конструкциями**

3.1 В качестве материалов для повышения сейсмостойкости рассматриваемых каркасных зданий путем внешнего армирования системой FibArm используют:

- углеродные однонаправленные ленты (углеродные однонаправленные тканые полотна) FibArm Tape (см. рисунок 3.1);
- углеродные однонаправленные ленты из плоских волокон FibArm Spread Tape (см. рисунок 3.2);
- углеродные двунаправленные ткани (углеродные двунаправленные тканые полотна) FibArm Tape (см. рисунок 3.3);
- мультиаксиальные ткани (см. рисунок 3.4);
- углеродные сетки FibArm Grid (см. рисунок 3.5);
- углеродные анкерные жгуты FibArm Anchor (см. рисунок 3.6);
- углепластиковые ламели FibArm Lamel (см. рисунок 3.7);
- термореактивные адгезивы (двухкомпонентные эпоксидные связующие FibArm Resin 230, FibArm Resin 230+, FibArm Resin 530+, FibArm Resin WS+, FibArm Resin HT+, двухкомпонентный эпоксидный клей FibArm Resin Laminate+).

#### Примечания

1 Саржевое переплетение условно обозначается дробью, в числителе которой число мест на лицевой стороне ткани<sup>1)</sup>, в котором нить основы располагается над нитью утка, а в знаменателе – число мест на лицевой стороне ткани, в котором нить утка располагается над нитью основы<sup>2)</sup> в раппорте переплетения.

---

<sup>1)</sup> Такое перекрытие еще называется основным перекрытием.

<sup>2)</sup> Такое переплетение еще называется уточным переплетением.

**Пример : Саржевое переплетение 2/2 имеет раппорт в четыре нити, при этом каждые 2 нити основы перекрывают 2 нити утка.**

2 Сатиновое переплетение условно обозначается дробью, в числителе которой раппорт, а в знаменателе – сдвиг. Раппорт и сдвиг выражаются целыми числами и не имеют общего делителя.

**Пример – Сатиновое переплетение 8/3 имеет раппорт в 8 нитей, при этом одиночное перекрытие нитей основы нитью утка удалено от аналогичного предыдущего перекрытия на 3 нити.**

3 Раппорт переплетения – число мест пересечения нити основы и утка<sup>1)</sup> по направлению нитей основы и утка, после которых чередование таких мест повторяется.

Сдвиг – число, обозначающее, на сколько нитей удалено одиночное перекрытие от аналогичного предыдущего перекрытия.

4 На период освоения технологии установки и опробования технических решений с использованием углеродных анкерных жгутов допускается вместо последних использование болтовых анкеров.

5 Выбор вида термореактивного адгезива рекомендуется осуществлять согласно рекомендациям изготовителя СВА.

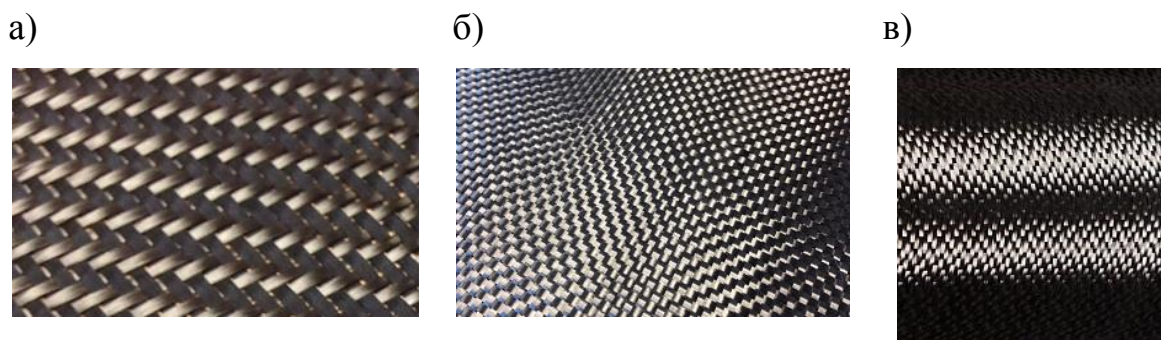


Рисунок 3.1 – Внешний вид углеродной однонаправленной ленты FibArm Tape

<sup>1)</sup> Такие места в ткацкой промышленности принято называть перекрытиями.



Рисунок 3.2 – Внешний вид углеродной однонаправленной ленты из плоских волокон FibArm Spread Tape



а) ткань саржевого плетения; б) ткань полотняного плетения;  
в) ткань плетения сатин

Рисунок 3.3 – Внешний вид и виды плетения углеродных двунаправленных тканей FibArm Tape



Рисунок 3.4 – Внешний вид мультиаксиальной ткани



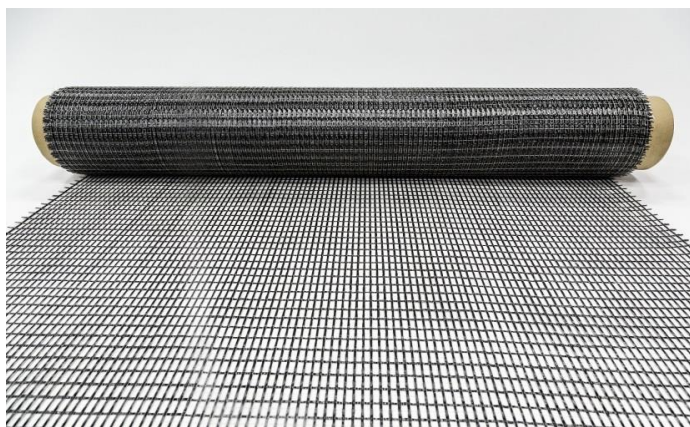


Рисунок 3.5 – Внешний вид углеродной сетки FibArm Grid



Рисунок 3.6 – Внешний вид углеродного анкерного жгута FibArm Anchor



Рисунок 3.7 – Внешний вид углепластиковой ламели FibArm Lamel

3.2 Характеристики материалов, составляющих СВА должны соответствовать требованиям, установленных в технических условиях [2-12] и быть подтверждены при входном контроле до устройства СВА.

3.3 Приклеивание углеродных лент, тканей с низкой и средней поверхностной плотностью (до 300 г/м<sup>2</sup>) следует осуществлять адгезивом марки FibArm Resin 230, FibArm Resin 230+, FibArm Resin WS+, а наклейку углеродных лент, тканей с поверхностной плотностью более 300 г/м<sup>2</sup> и нетканых полотен следует осуществлять адгезивом марки FibArm Resin 230, FibArm Resin 530+, FibArm Resin HT+.

3.4 Приклеивание углепластиковых ламелей FibArm Lamel следует осуществлять эпоксидным двухкомпонентным клеем FibArm Resin Laminate+.

3.5 Устройство СВА на основе углеродных сеток FibArm Grid осуществляется с помощью ремонтных составов FibArm Repair FS, FibArm Repair ST, FibArm Repair Shotcrete.

3.6 Подготовку поверхности усиливаемой железобетонной или каменной конструкции выполняют безусадочными однокомпонентными ремонтными составами на основе цемента с добавками минерального наполнителя, армирующих волокон (ПАН-фибра) и активных химических добавок [13-15]. Ремонтные составы различаются по размеру зерен наполнителя и способу нанесения на ремонтные составы для:

- ручного нанесения:
  - с крупным наполнителем (см. 3.6.1);
  - с мелким наполнителем (см. 3.6.2);
- механизированного нанесения (см. 3.6.3).

3.6.1 К ремонтным составам с крупным наполнителем относят ремонтный состав для ручного нанесения FibArm Repair ST по ТУ 5745-039-61664530-2013 [13].

3.6.2 К ремонтным составам с мелким наполнителем относят ремонтный состав для ручного нанесения FibArm Repair FS по ТУ 5745-030-61664530-2013 [14].

3.6.3 К ремонтным составам для механизированного нанесения относят состав FibArm Repair Shotcrete по ТУ 5745-053-61664530-2014 [15].

3.7 Противопожарная защита должна быть выполнена из огнеупорных материалов (огнезащитных составов и покрытий), обеспечивающих требуемый предел огнестойкости строительной конструкции.

3.8 Защиту СВА от внешних воздействий следует выполнять в соответствии с рекомендациями производителя СВА.

## **4 Повышение сейсмостойкости существующих многоэтажных каркасных зданий со сборными железобетонными конструкциями**

### **4.1 Общие положения**

4.1.1 Повышение сейсмостойкости существующих многоэтажных каркасных зданий серий 1.020-1/83, 1.020.1-1/87, ИИ-04 или аналогичных серий со сборными железобетонными конструкциями СВА следует выполнять в зданиях с недостаточной сейсмостойкостью.

4.1.2 Сейсмостойкость зданий, в том числе каркасных зданий со сборными железобетонными конструкциями, должна устанавливаться расчетом согласно СП 14.13330.2014 на фактические нагрузки с учетом текущего технического состояния зданий согласно ГОСТ 31937. Расчет проводится на лицензированных в РФ программных комплексах.

Примечания:

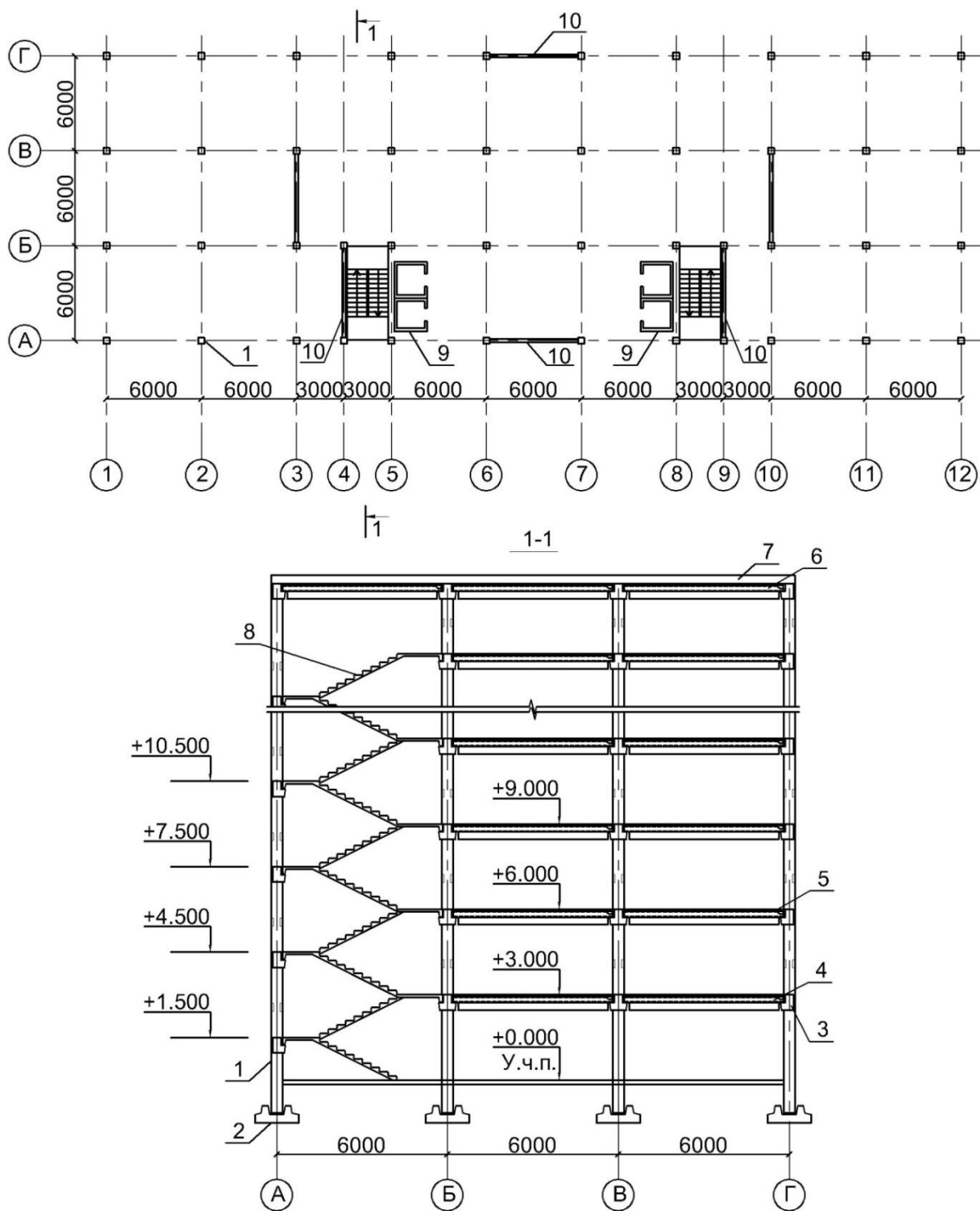
1 При определении сейсмостойкости каркасных зданий со сборными железобетонными конструкциями следует иметь в виду возможные запасы прочности, заложенные при проектировании типовых каркасных зданий (расчет на наиболее невыгодное сочетание нагрузок, одинаковое распределение нагрузок по этажам), унификацию армирования и подбор марок изделий по ключам подбора.

2 Технические решения, приведенные в настоящем альбоме, не предусматривают исправление имеющихся дефектов и повреждений в строительных конструкциях и узлах сопряжения строительных конструкций.

4.1.3 Особенностью рассматриваемых в настоящем альбоме каркасных зданий (см. рисунок 4.1) являются узлы сопряжения ригелей с колоннами и плит перекрытий с колоннами. Такие узлы в рассматриваемых каркасных зданиях являются шарнирными<sup>1)</sup>, поэтому сейсмические нагрузки (горизонтальные) в основном воспринимают

---

<sup>1)</sup> Такие конструктивные схемы называют связевыми.

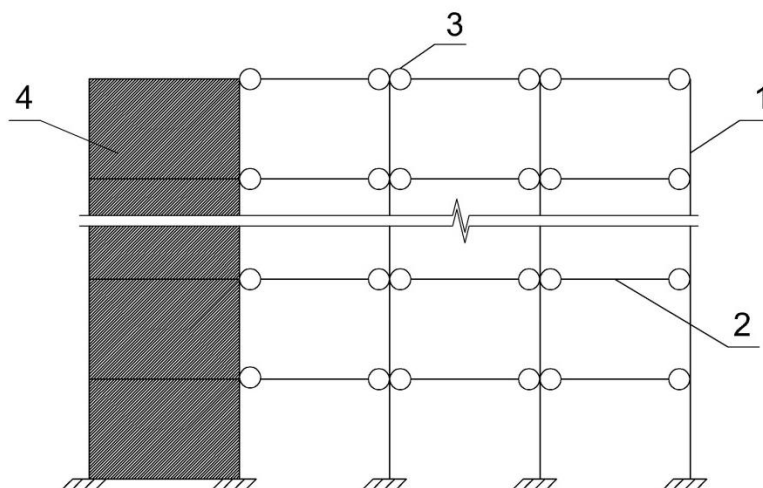


1 – колонна; 2 – фундамент; 3 – ригель; 4 – плита перекрытия;  
 5 – конструкция пола; 6 – плита покрытия; 7 – конструкция кровли;  
 8 – лестничные марши; 9 – лифтовая шахта; 10 – диафрагма жесткости

Рисунок 4.1 – Основные сборные железобетонные конструкции и их расположение в каркасном здании

вертикальные устои, колонны и перекрытия. Общий вид плоской связевой конструктивной схемы<sup>1)</sup> приведен на рисунке 4.2.

Примечание – К вертикальным устоям относятся диафрагмы жесткости, ядра жесткости, металлические связи. В настоящем альбоме рассматриваются каркасные здания с диафрагмами жесткости.



1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – шарнирный узел; 4 – диафрагма жесткости

Рисунок 4.2 – Продольная (поперечная) рама каркасного здания с шарнирными узлами

4.1.4 Повышение сейсмостойкости рассматриваемых каркасных зданий производится с учетом особенностей узлов сопряжения рассматриваемых каркасных зданий, приведенных в 4.1.3, следующими способами<sup>2)</sup>:

- повышение изгибной и сдвиговой жесткости колонн и пилонов;
- усиление перекрытий с целью повышения жесткости перекрытий в своей плоскости;
- создание новых диафрагм жесткости;
- преобразование шарнирных узлов сопряжений ригелей перекрытий с колоннами в рамные, воспринимающие изгибающие моменты.

<sup>1)</sup> Конструктивная схема является подвидом в классификации конструктивных систем.

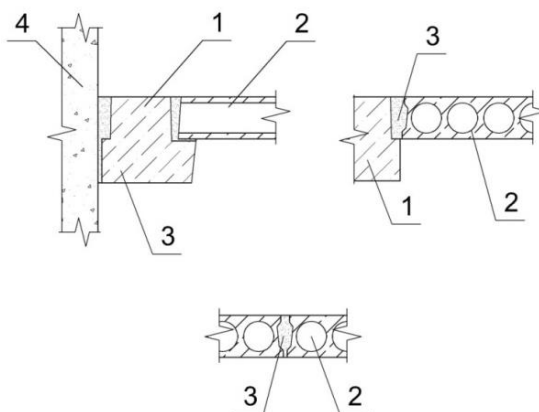
<sup>2)</sup> Приведенные способы повышают общую пространственную жесткость здания.

Возможно производить усиление только путей эвакуации при отсутствии возможности повышения сейсмостойкости всего здания с целью временной задержки обрушения конструкций путей эвакуации, при этом усиление лифтовых шахт производить не следует, так как использование лифтов для эвакуации запрещено.

Примечание – Необходимость симметричного расположения в рассматриваемых каркасных зданиях диафрагм жесткости относительно центра жесткости здания, как правило, приводит к тому, что часть стен лестничных клеток в рассматриваемых каркасных зданиях выполнено из кирпичной кладки, опирающейся поэтажно на ригели, а часть стен (как правило, не более одной стены) выполнена из железобетонных диафрагм жесткости.

Повреждение строительных конструкций (уменьшение размеров поперечных сечений, обрезка арматуры конструктивной и рабочей) при проведении работ по повышению сейсмостойкости рассматриваемых каркасных здания не допускается.

Повышение сейсмостойкости каркасных зданий СВА основано на высокой механической прочности композита при растяжении и возможности создания СВА эффекта обойм в железобетонных конструкциях, поэтому швы между строительными конструкциями (кроме антисейсмических швов), приведенные на рисунке 4.3, должны быть заполнены мелкозернистым бетоном класса не ниже В15 или аналогичным цементно-песчаным раствором (например, цементно-песчаным раствором с компенсированной усадкой на основе цемента НЦ 10 или расширяющимся цементно-песчаным раствором на основе цемента НЦ 20).



1 – ригель; 2 – плита перекрытия; 3 – швы; 4 – стеновая панель  
 Рисунок 4.3 – Заполнение швов (кроме антисейсмических швов)  
 мелкозернистым бетоном или цементно-песчаным раствором

4.1.5 В таблице 4.1 приведены технические решения для повышения сейсмостойкости каркасных зданий с использованием СВА при повышении сейсмичности района строительства или площадки строительства.

4.1.6 Повышение сейсмостойкости рассматриваемых каркасных зданий следует производить с использованием компонентов СВА FibArm согласно разделу 3.

Таблица 4.1 – Технические решения для повышения сейсмостойкости  
 каркасных зданий с использованием СВА

№ п/п	Признак необходимости усиления	Техническое решение	Выполняется по требованиям	Условия применения
1	Не обеспечивается восприятие горизонтальных усилий	Устройство дополнительных диафрагм жесткости и усиление существующих диафрагм жесткости	4.2.1	Во всех случаях
		Усиление узлов сопряжения ригелей с колоннами	4.2.2	При отказе от применения дополнительных диафрагм (связей)

*Окончание таблицы 4.1*

№ п/п	Признак необходимости усиления	Техническое решение	Выполняется по требованиям	Условия применения
2	Недостаточная жесткость диска перекрытия для передачи усилий на диафрагмы жесткости <sup>1)</sup>	Усиление перекрытия	4.2.3	Во всех случаях

<sup>1)</sup> См. примечание к пункту 4.1.3.



3	Недостаточная жесткость колонн и пилонов	Усиление колонн и пилонов	4.2.4	В колоннах диафрагм (связей) или жестких узлов сопряжений
4	Недостаточная жесткость узлов сопряжения лестничных маршей и лестничных площадок между собой и с несущими продольными или поперечными стенами. Недостаточное армирование дверных проемов лестничных клеток.	Усиление узлов сопряжения лестничных маршей и лестничных площадок между собой и с несущими продольными или поперечными стенами. Усиление дверных проемов лестничных клеток	4.2.5	Во всех случаях

## 4.2 Технические решения

### 4.2.1 Устройство дополнительных диафрагм жесткости

#### и усиление существующих диафрагм жесткости

4.2.1.1 Устройство дополнительных диафрагм жесткости (см. 4.2.1.2) и усиление существующих диафрагм жесткости (см. 4.2.1.12) следует выполнять по всей высоте здания.

Примечание – Допускается не выполнять усиление существующей диафрагмы жесткости или устройство дополнительной диафрагмы жесткости на последнем этаже каркасного здания в случае, если это доказано расчетом.

Устройство дополнительных диафрагм жесткости и усиление существующих диафрагм жесткости выполняют на основании результатов расчета с соблюдением конструктивных требований, приведенных в 4.2.1.11.

4.2.1.2 Различают следующие способы устройства дополнительных диафрагм жесткости:

- устройство дополнительных диафрагм жесткости из существующих перегородок (тип 1, см. 4.2.1.3);
- устройство дополнительных диафрагм жесткости из вновь возводимых стен (тип 2, см. 4.2.1.10).

4.2.1.3 Дополнительные диафрагмы жесткости из существующих перегородок выполняют при перегородках из полнотелого кирпича или сплошных бетонных блоков при толщине перегородок не менее 250 мм.

Различают следующие виды дополнительных диафрагм жесткости типа 1:

- диафрагмы жесткости, совместно работающие с колоннами (типа 1а, см. 4.2.1.4);
- диафрагмы жесткости, не имеющие связей сдвига между колонной и диафрагмой жесткости и работающие по принципу заполнения между колоннами (тип 1б, см. 4.2.1.7).

Примечания

1 Устройство диафрагм жесткости типа 1а может быть выполнено только в случае, когда существующая перегородка расположена по оси колонны и толщина существующей перегородки примерно равна ширине колонны

**Пример – Ширина колонны 300 мм, толщина перегородки 250 мм.**

2 Устройство диафрагмы жесткости типа 1б может быть выполнено в случае, когда существующая перегородка расположена у одной из граней колонны или толщина колонны существенно превышает толщину перегородки. Устройство диафрагмы типа 1б допускается для каркасных зданий высотой не более девяти этажей при усилении узлов сопряжения ригелей с колоннами согласно 4.2.2.

**Пример – Ширина колонны 400 мм, толщина перегородки 250 мм.**

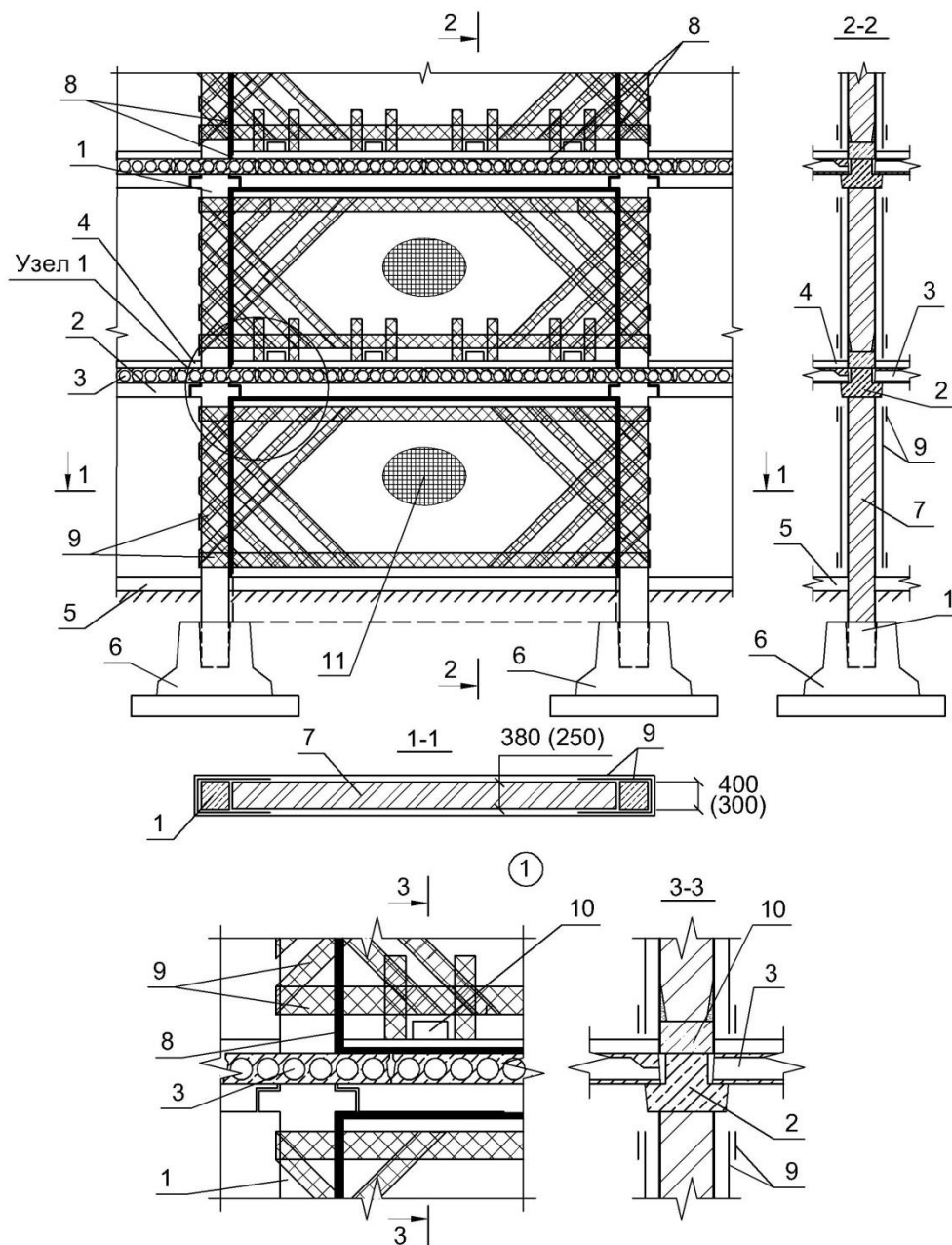
4.2.1.4 Устройство диафрагм жесткости типа 1а (см. рисунок 4.4) включает:

- демонтаж существующей перегородки первого этажа и устройство новой перегородки и фундамента под перегородку, превращаемую в диафрагму жесткости и соединение нового фундамента с фундаментами колонн.
- усиление колонн, примыкающих к устраиваемой диафрагме жесткости, обоймами и продольным армированием из композита согласно 4.2.4 (на рисунке 4.4 условно не показано);
- усиление существующей перегородки, превращаемой в диафрагму жесткости (см. 4.2.1.5);
- усиление узлов сопряжения перегородки с колоннами (см. 4.2.1.6).

Примечания

1 Демонтированная перегородка первого этажа возводится вновь из материалов согласно 4.2.1.10.

2 Допускается выполнять устройство диафрагм жесткости типа 1а, работающих совместно с колоннами, без демонтажа существующей перегородки первого этажа, при этом для восприятия нагрузки от диафрагмы жесткости вышележащего этажа вокруг существующей перегородки устраивают пространственную металлическую ферму с опиранием последней на существующий фундамент колонн.



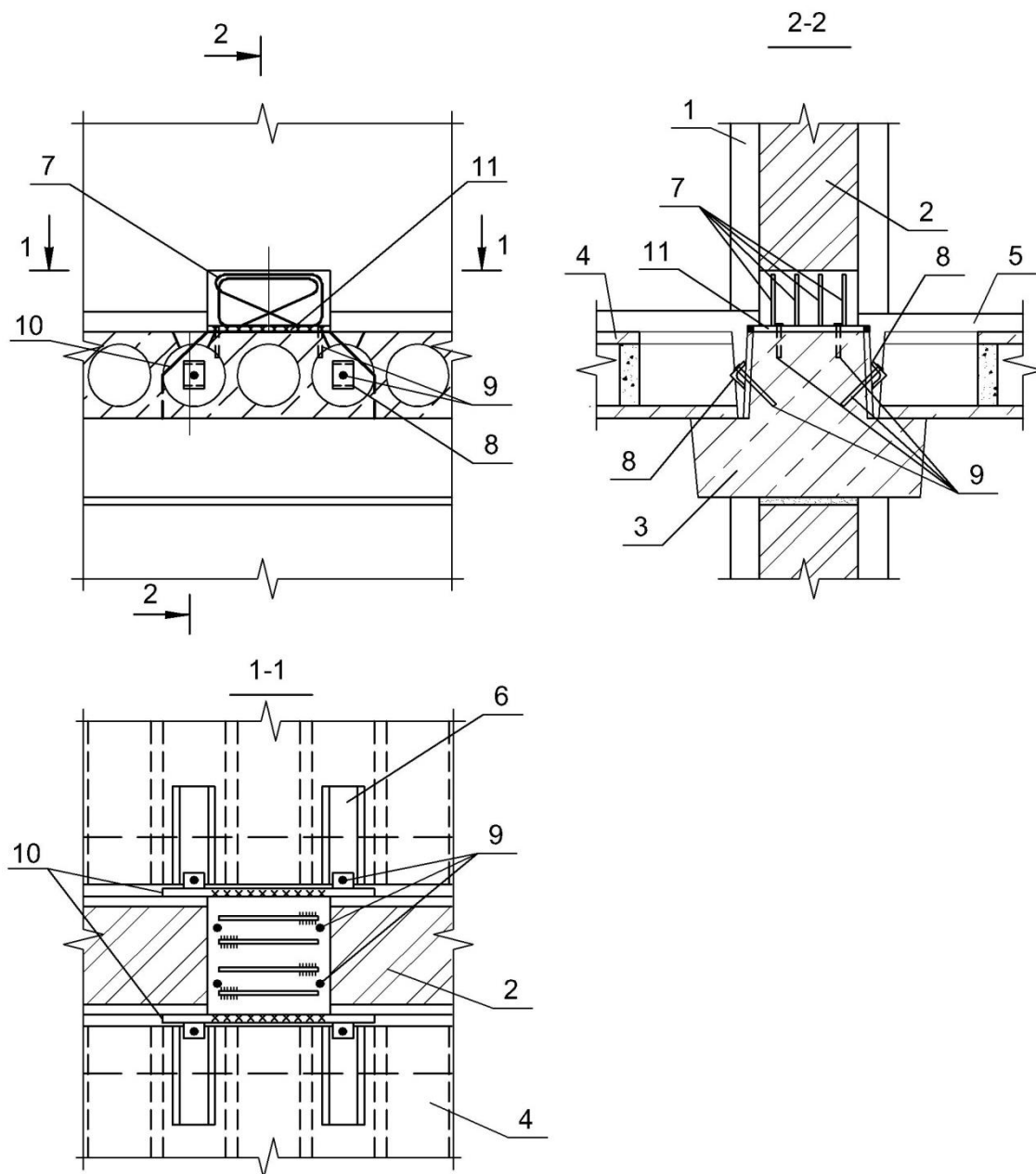
1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола;  
 5 – пол первого этажа; 6 – фундамент; 7 – существующая  
 перегородка; 8 – заполнение швов; 9 – углеродные однонаправленные  
 ленты FibArm Tape или FibArm Spread Tape; 10 – шпонка; 11 – углеродная  
 сетка FibArm Grid на ремонтном растворе FibArm Repair

Рисунок 4.4 – Создание диафрагмы жесткости из существующей  
 перегородки типа 1а

4.2.1.5 Усиление существующей перегородки типа 1а, превращаемой в диафрагму жесткости, выполняют наклеиванием с обеих сторон перегородки углеродных сеток FibArm Grid на ремонтном составе FibArm Repair по всей поверхности перегородки. Толщина слоя ремонтного состава FibArm Repair принимается такой, чтобы толщина перегородки стала равна ширине колонны. Толщина слоя ремонтного состава FibArm Repair должна составлять не менее 15 мм.

4.2.1.6 Соединение существующей перегородки типа 1а с колоннами выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или FibArm Spread Tape, ориентированными наклонно и горизонтально и заполнением зазоров между существующей перегородкой, колоннами и ригелем. Угол наклона углеродных однонаправленных лент, ориентированных наклонно, должен составлять от 40° до 50°, а шаг не должен превышать 500 мм. Соединение существующих перегородок с ригелем выполняют шпонками размером 120×250 мм (см. рисунок 4.5), соединенными с ригелями. Усиление каменной кладки перегородки вокруг железобетонных шпонок выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или FibArm Spread Tape шириной не менее 50 мм по принципу создания обоймы. Угол наклона углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor должен составлять от 40° до 50°, а шаг не должен превышать 500 мм. Заполнение зазоров между существующей перегородкой типа 1а осуществляют цементно-песчаным раствором с компенсированной усадкой на основе цемента НЦ 10.

Примечание – Допускается соединять перегородку с ригелем углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor, наклеенными под углом от 40° до 50°, при этом прочность крепления таких жгутов к ригелю должна быть подтверждена натурными испытаниями.



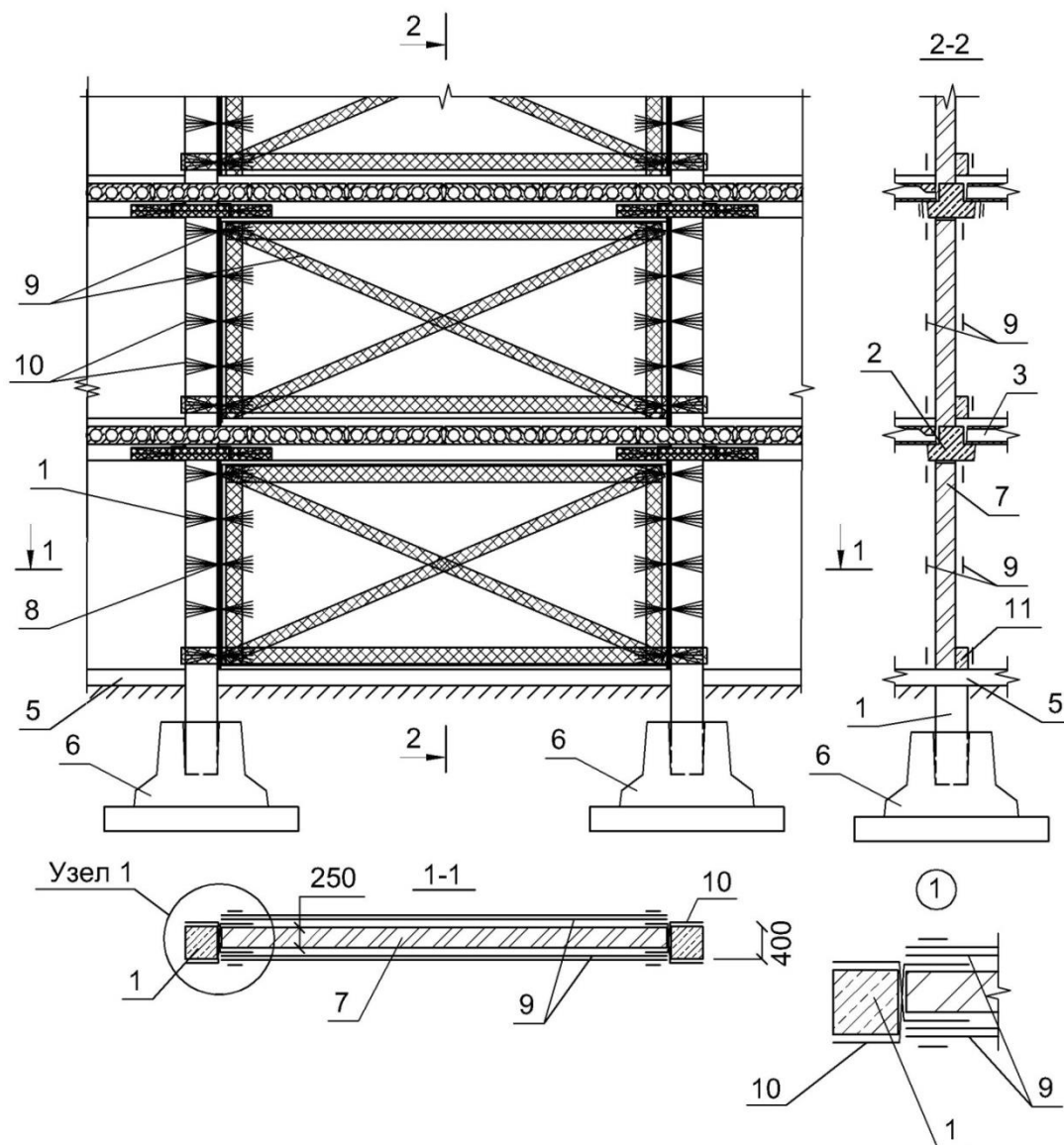
1 – колонна; 2 – существующая перегородка; 3 – ригель; 4 – плиты перекрытия; 5 – конструкция пола; 6 – отверстие в полке плиты перекрытия; 7 – замкнутые хомуты, приваренные к пластине; 8 – уголки 50×5; 9 – анкеры; 10 – фасонки, приваренные к пластине; 11 – пластина

Рисунок 4.5 – Шпонки

4.2.1.7 Устройство диафрагм жесткости типа 1б (см. рисунок 4.5) включает:

- усиление колонн, примыкающих к устраиваемой диафрагме жесткости, обоймами из композита согласно 4.2.4 (на рисунке 4.5 условно не показано);

- усиление существующей перегородки, превращаемой в диафрагму жесткости (см. 4.2.1.8);
- усиление узлов сопряжения (см. 4.2.1.9);
- усиление перекрытия (см. 4.2.3.2).



- 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия;  
 4 – конструкция пола ; 5 – пол первого этажа; 6 – фундамент;  
 7 – существующая перегородка; 8 – заполнение швов; 9 – углеродные  
 однонаправленные ленты FibArm Tape; 10 – углеродные анкерные жгуты  
 FibArm Anchor; 11 – монолитный бетон

Рисунок 4.5 – Создание диафрагмы жесткости из существующей  
 перегородки типа 1б

4.2.1.8 Усиление существующей перегородки типа 1б, выполняют наклеиванием с обеих сторон перегородки углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape, ориентированных по диагонали, шириной не менее 300 мм на поверхность перегородки оштукатуренной в уровень с боковой поверхностью колонны. Оштукатуривание выполняют ремонтным составом FibArm Repair. Угол наклона  $\alpha$  углеродных однонаправленных лент, ориентированных по диагонали должен составлять от 30° до 60° к горизонтали.

Примечание – Допускается взамен углеродных однонаправленных лент FibArm Tape, ориентированных диагонально, наклеивать углеродную сетку FibArm Grid с ячейкой 20×20 мм на ремонтном растворе FibArm Repair по всей поверхности существующей перегородки, как это выполнено в 4.2.1.5 или наклеивать углепластиковые ламели FibArm Lamel.

4.2.1.9 Соединение существующей перегородки типа 1б, предназначено для удержания перегородки от смещения из плоскости стены и восприятия усилий распора от перекоса усиленной перегородки при сейсмическом воздействии. Такое соединение выполняют углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor с шагом не более 500 мм, при этом анкеровку таких жгутов осуществляют вокруг колонны. Количество углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor должно быть не менее восьми штук на каждую сторону существующей перегородки. Восприятие усилий распора осуществляют заделкой зазоров между торцевой поверхностью перегородки и поверхностью колонны, прилегающей к перегородке, и наклеиванием углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape шириной не менее 300 мм. Зазоры между существующей перегородкой, работающей по принципу заполнения между колоннами необходимо заделывать цементно-песчаным раствором с компенсированной усадкой на основе цемента НЦ 10.

4.2.1.10 Дополнительные диафрагмы жесткости из вновь возводимых стен (тип 2) выполняют из полнотелого кирпича или сплошных бетонных блоков при толщине перегородки не менее 250 мм по аналогии с устройством дополнительных диафрагм жесткости из существующих перегородок (см. 4.2.1.3). Каменная кладка вновь возводимых стен должна



быть не ниже второй категории с временным сопротивлением осевому растяжению по неперевязанным швам не менее 120 кПа.

4.2.1.11 Анкеровку углеродных анкерных жгутов  $l_{an}$  следует принимать не менее 300 мм. Оба конца анкерного жгута следует наклеивать в виде веера с шириной основания не менее 200 мм. Сверление отверстий следует производить безударными способами. При устройстве отверстий для анкерных жгутов не допускается перерезать продольную арматуру.

4.2.1.12 Усиление существующих сплошных (с проемами) диафрагм жесткости выполняют путем усиления колонн, примыкающих к существующей диаграмме жесткости, обоймами и продольным армированием из композита согласно 4.2.4.

#### **4.2.2 Усиление узлов сопряжения ригелей с колоннами**

4.2.2.1 Усиление узлов сопряжения ригелей с колоннами выполняют на основании результатов расчета, с соблюдением конструктивных требований 4.2.2.6. Усиление узлов сопряжения ригелей с колоннами основано на преобразовании шарнирных узлов сопряжения ригелей с колоннами в узлы сопряжения повышенной жесткости, способные воспринимать усилия от сейсмических воздействий, и включает в себя:

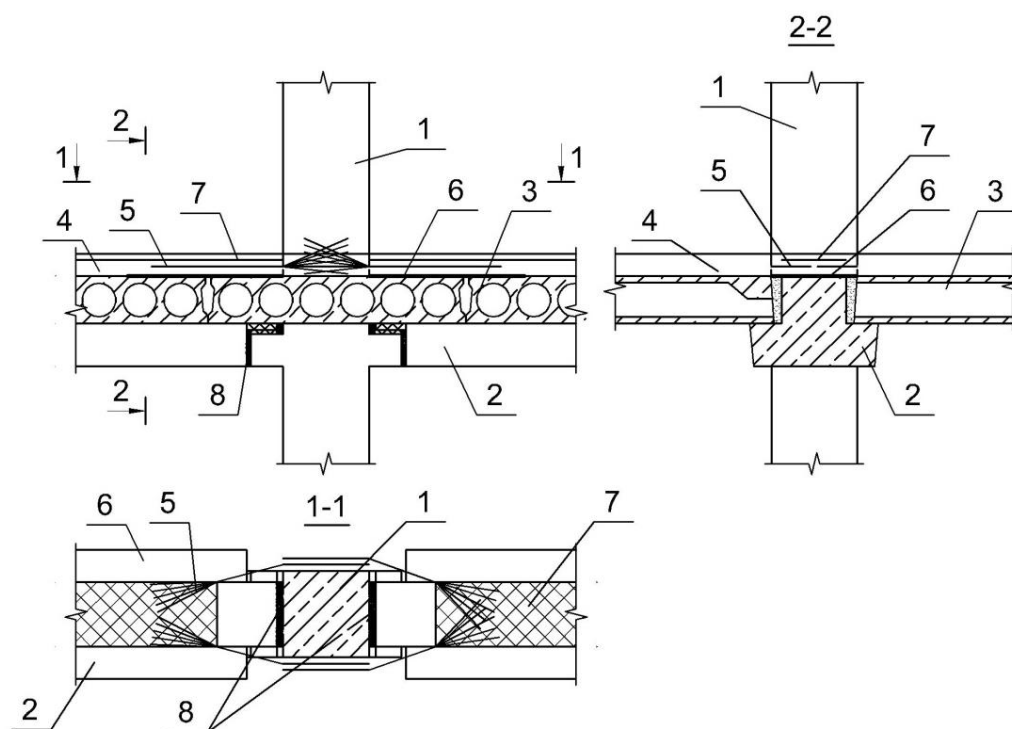
- устройство узла сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости, воспринимающего изгибающий момент (см. 4.2.2.2-4.2.2.3);
- усиление консолей колонн при устройстве узла сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости (см. 4.2.2.4);
- усиление опорного участка ригеля для повышения интенсивности поперечного армирования (см. 4.2.2.5-4.2.2.6);
- усиление участков колонн, примыкающих к узлу сопряжения с перекрытием согласно 4.2.4.

Примечание – Приведенные технические решения по усилению узлов сопряжений ригелей с колоннами используются в каркасных зданиях со связевой конструктивной схемой, однако их можно использовать и при усилении узлов сопряжений перекрытий с колоннами в каркасных зданиях с рамной конструктивной

схемой. При этом параметры внешнего армирования определяются из расчета рамной конструктивной схемы.

4.2.2.2 Устройство узла сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости, воспринимающего изгибающий момент, выполняют наклеиванием углеродных однонаправленных лент FibArm Tape/FibArm Spread Tape или углепластиковых ламелей FibArm Lamel на верхнюю грань ригеля (гребень ригеля) с передачей нагрузки на колонну одним из следующих способов:

- наклеиванием не менее двух углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor диаметром не менее 15 мм на гребень ригеля и боковую грань колонны как показано на рисунке 4.7;

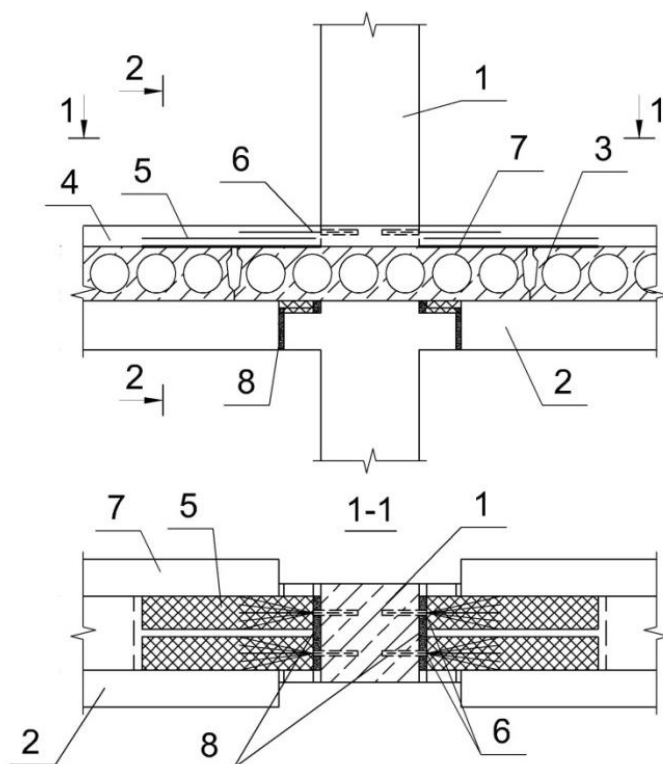


- 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола;  
 5 – углеродные анкерные жгуты; 6 – ремонтный состав;  
 7 – углеродные однонаправленные ленты; 8 – зазоры между торцом ригеля и колонной

Рисунок 4.7 – Устройство узла сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости с наклеиванием углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor на гребень ригеля и боковую грань колонны

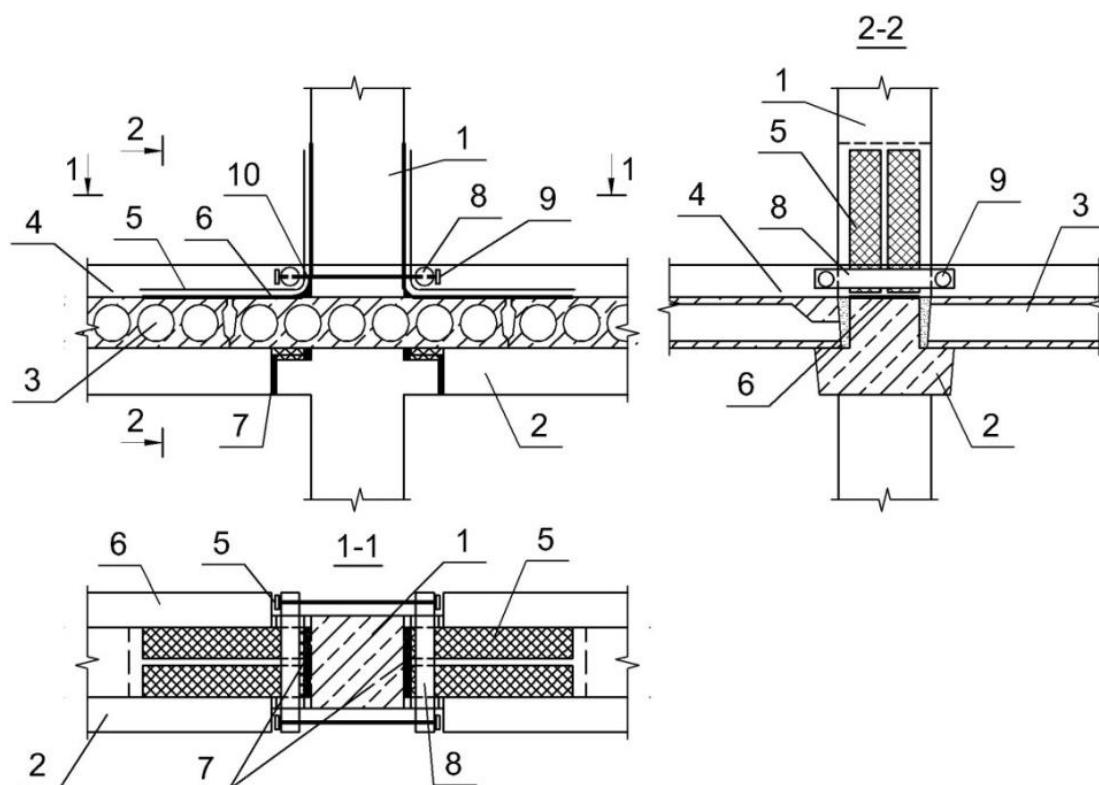
-вклеиванием в колонну не менее двух углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor диаметром не менее 15 мм и наклеиванием на гребень ригеля как показано на рисунке 4.8;

- устройством прижимного металлического устройства из металлических труб диаметром не менее 80 мм как это показано на рисунке 4.9. Радиус вута должен соответствовать радиусу металлических труб.



- 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола;  
5 – углеродные однонаправленные ленты или ламели;  
6 – углеродные анкерные жгуты; 7 – ремонтный состав; 8 – зазоры между торцом ригеля и колонной

Рисунок 4.8 – Устройство узла сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости с вклеиванием углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor в колонну и наклеиванием на гребень ригеля



1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола;  
 5 – углеродные однонаправленные ленты; 6 – ремонтный состав;  
 7 – зазоры между торцом ригеля и колонной; 8 – металлическое  
 прижимное устройство; 9 – устройство для натяжения прижимного  
 устройства; 10 – вент

Рисунок 4.9 – Устройство узла сопряжения ригеля с колонной  
 повышенной жесткости с устройством металлического прижимного  
 устройства

Не допускается прямой контакт углеродного волокна элементов усиления и стальных элементов усиливаемой конструкции. Необходимо нанесение изоляционного слоя. В качестве изоляционного слоя могут выступать слой адгезива толщиной более 1 мм или стеклоткань.

Наклеивание углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor на гребень ригеля во всех случаях устройства сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости до наклеивания углеродных однонаправленных

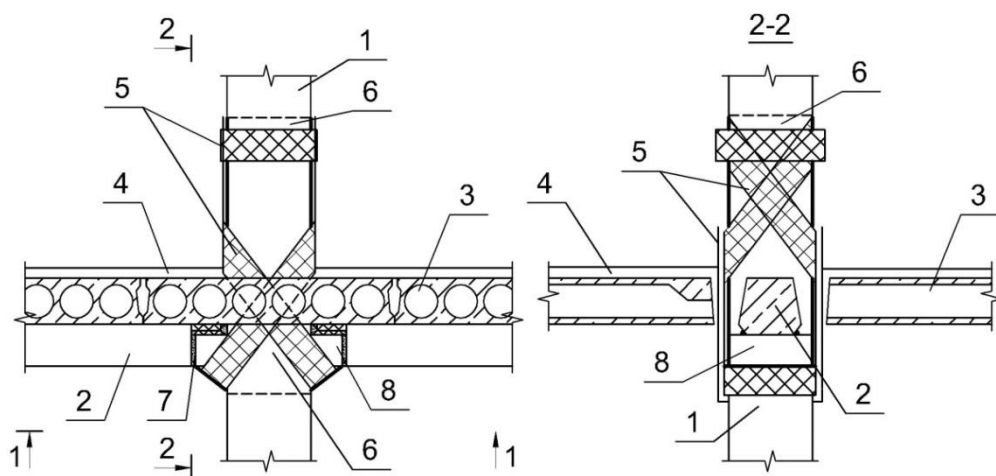
лент FibArm Tape/FibArm Spread Tape или углепластиковых ламелей FibArm Lamel.

Устройство узла сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости следует выполнять совместно с усилением консолей колонн согласно 4.2.2.4.

4.2.2.3 Сварные швы, прикрепляющие ригель к консоли колонны, при устройстве узла сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости должны обеспечивать восприятие сдвигающих усилий, возникающих при создании узла сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости. При наличии зазора между торцом ригеля и колонной, такой зазор следует заполнить цементно-песчаным раствором на расширяющемся цементе марки НЦ 20 или клеевыми составами достаточной прочности на всю высоту зазора.

Примечание – Для более эффективного включения углеродных однонаправленных лент в работу узла сопряжения ригеля с колонной рекомендуется создавать натяжение в углеродных однонаправленных лентах и углеродных анкерных жгутах на участке ригель-колонна.

4.2.2.4 Усиление консолей колонн при устройстве узла сопряжения ригеля с колонной повышенной жесткости (см. рисунок 4.10) выполняют наклеиванием углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape по нижней поверхности консоли колонны и по боковой поверхности колонны, при этом до наклеивания углеродных однонаправленных лент следует устраивать вуты под консолью колонны на всю ширину последней. Углеродные однонаправленные ленты следует устанавливать через расчищенные зазоры между межколонными плитами перекрытий и колоннами. Площадь поперечного сечения углеродных однонаправленных лент следует принимать по расчету по первой группе предельных состояний.

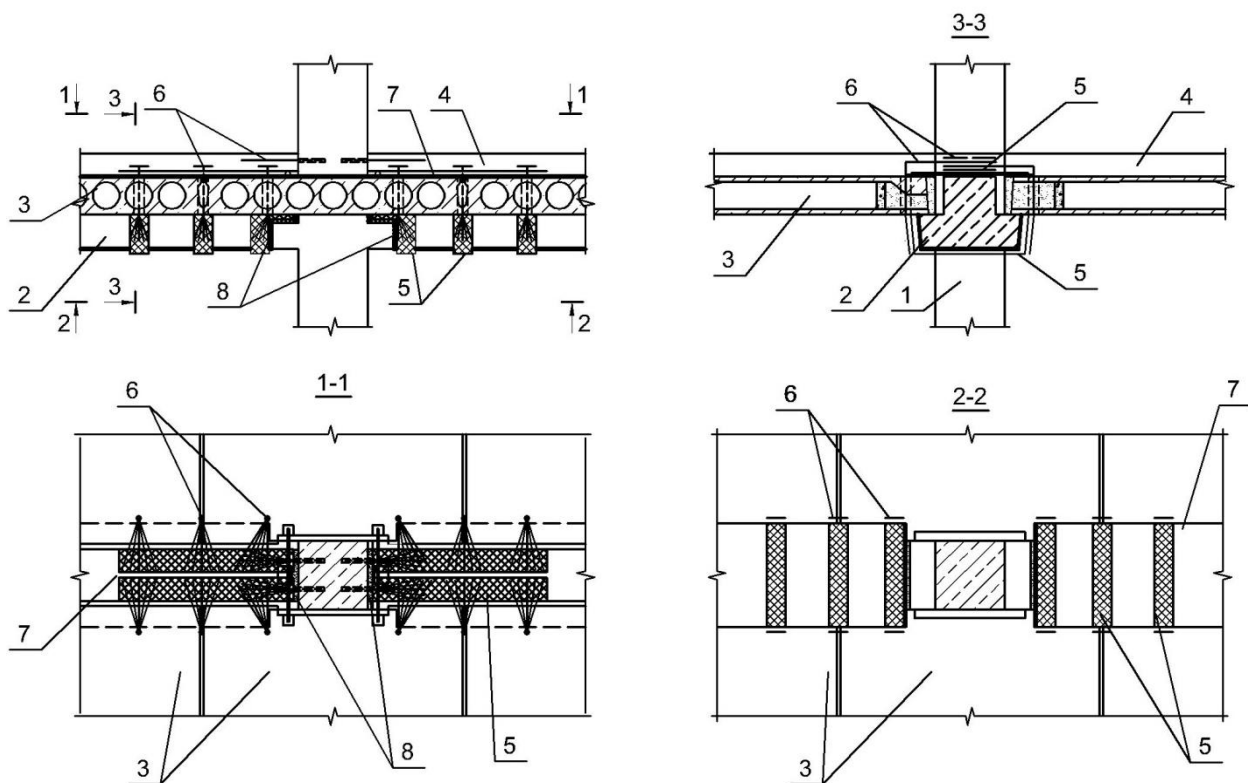


- 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола;  
 5 – углеродные однонаправленные ленты; 6 – ремонтный состав;  
 7 – зазоры между торцом ригеля и колонной; 8 – консоль колонны

Рисунок 4.10 – Усиление консолей колонн

4.2.2.5 Усиление опорного участка ригеля для повышения интенсивности поперечного армирования выполняют путем устройства хомутов из углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape и углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor, а также наклеиванием углеродных однонаправленных лент FibArm Tape/FibArm Spread Tape или углепластиковых ламелей FibArm Lamel на гребень ригеля (см. 4.2.2.2), как это показано на рисунке 4.11.

Примечание – При возможности также выполняют охват торца ригеля вместе с консолью колонны.



1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола;  
 5 – углеродные однонаправленные ленты; 6 – углеродные анкерные  
 жгуты; 7 – углеродные ткани; 8 – ремонтный состав

Рисунок 4.11 – Усиление опорного участка ригеля

4.2.2.6 Углеродные анкерные жгуты следует устанавливать через отверстия в пустотах плит перекрытий и продольные швы между плитами перекрытий. Пустоты в плитах перекрытия и швы между плитами перекрытий следует до установки углеродных анкерных жгутов заполнить мелкозернистым бетоном класса В15 на всю высоту пустоты плиты перекрытия или шва между плитами. Диаметр отверстия следует принимать на 3-6 мм больше диаметра углеродного анкерного жгута.

Установку вертикальных углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor следует производить на связующем FibArm Resin 230+, при этом технология установки должна предотвращать вытекания связующего из отверстия на период установки таких анкерных жгутов.

Длину анкерки жгута  $l_{an}$  следует принимать не менее 300 мм.

Оба конца углеродного анкерного жгута следует наклеивать в виде веера с шириной основания не менее 200 мм.

Сверление отверстий следует производить безударными способами. При устройстве отверстий для анкерных жгутов не допускается перерезать продольную арматуру.

### **4.2.3 Усиление перекрытий**

4.2.3.1 Усиление диска перекрытия выполняется с целью повышения его жесткостных характеристик и включает:

- обеспечение связи между ригелями смежных пролетов и с колонной (см. 4.2.3.2);

- обеспечение связи между:

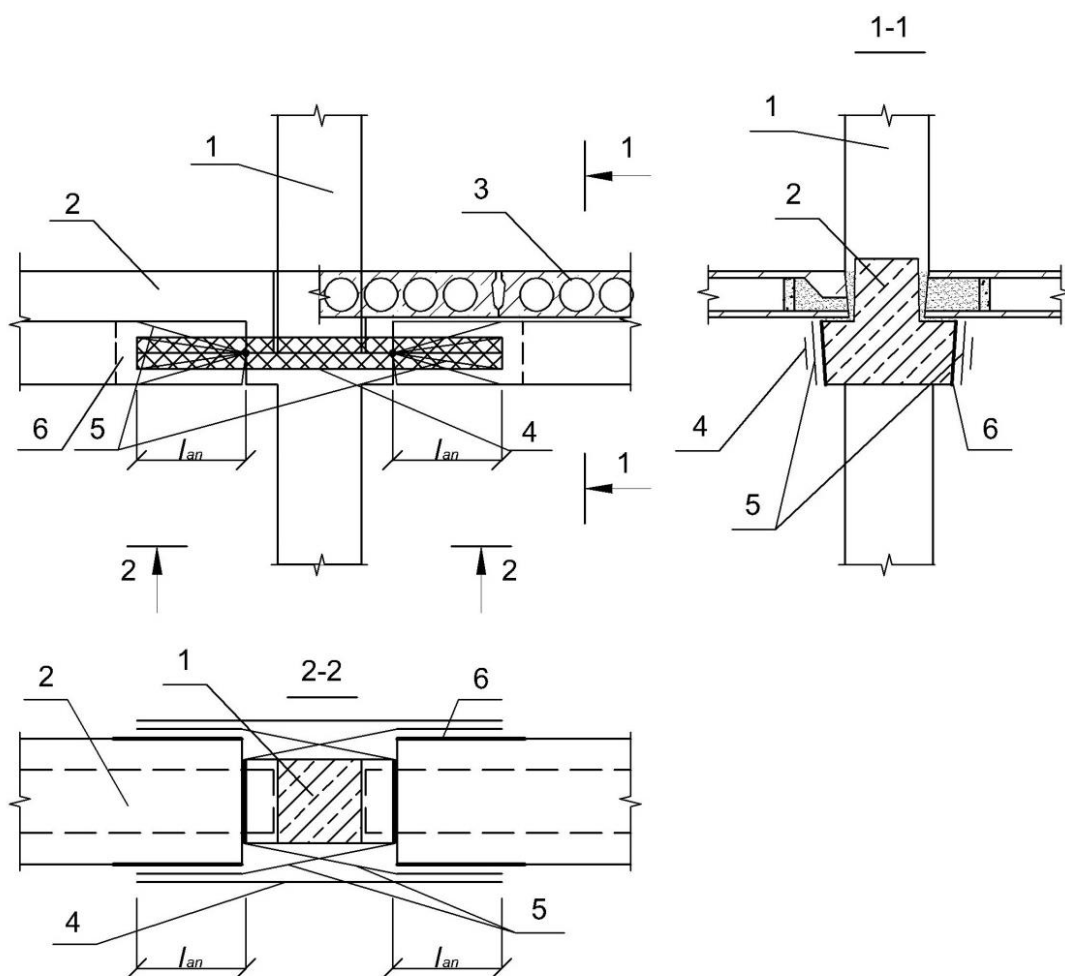
- а) межколонными плитами перекрытий в смежных пролетах и анкеровки плит перекрытия к ригелю (см. 4.2.3.3);

- б) смежными плитами перекрытий одного пролета для исключения взаимного сдвига смежных плит перекрытий по шву (см. 4.2.3.4-4.2.3.6);

- обеспечение совместной работы плит перекрытий и ригелей (исключения сдвига плит перекрытий по опорным зонам, см. 4.2.3.7).

4.2.3.2 Обеспечение связи между ригелями смежных пролетов и с колонной выполняют для восприятия растягивающих усилий, возникающих в перекрытиях вдоль ригелей и исключения среза сварных швов, прикрепляющих ригель к консоли колонны. Обеспечение вышеуказанной связи выполняют путем наклеивания углеродных однонаправленных лент FibArm Tape/FibArm Spread Tape или углепластиковых ламелей FibArm Lamel на боковые грани ригелей, соединяющих смежные пролеты ригелей, и соединением боковых граней ригелей с консолями колонн углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor, как это показано на рисунке 4.12. Поперечное сечение углеродных однонаправленных лент определяется из расчета диска на изгиб в своей плоскости.



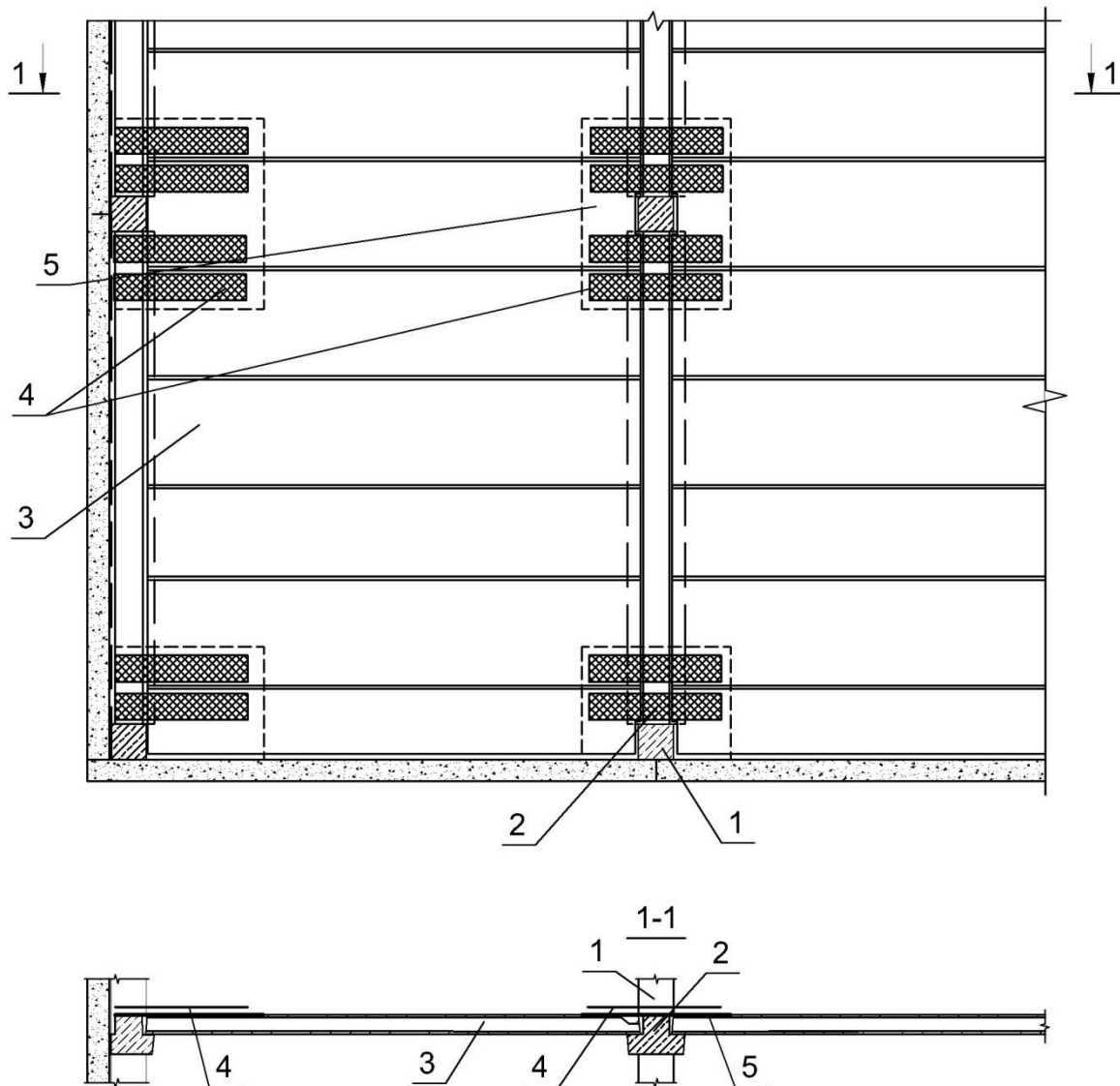


1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плита перекрытия; 4 – углеродные  
однонаправленные ленты; 5 – углеродные анкерные жгуты;  
6 – ремонтный состав

Рисунок 4.12 – Усиление узлов сопряжения ригелей с колоннами с  
использованием углеродных анкерных жгутов и углеродных  
однонаправленных лент

4.2.3.3 Обеспечение связи между межколонными плитами смежных пролетов и закрепление плит перекрытия к ригелю (в том числе и межколонных плит перекрытия) выполняют при дефиците прочности и жесткости арматуры, соединяющей плиты перекрытий (межколонные) между собой и плиты перекрытий с ригелем (в т.ч. межколонных). Обеспечение связи между межколонными плитами перекрытий смежных пролетов и закрепление плит перекрытий к ригелю выполняют

наклеиванием углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tap, а также углепластиковыми ламелями FibArm Lamel по верху плит, как это показано на рисунке 4.13. Расположение и количество лент или ламелей определяется из расчета диска на изгиб в своей плоскости.



1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.13 – Обеспечение связи между межколонными плитами смежных пролетов и закрепление плит перекрытия к ригелю

4.2.3.4 Обеспечение связи между смежными плитами одного пролета для исключения взаимного сдвига плит перекрытий по шву выполняют:

- наклеиванием отдельных углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape, а также углепластиковых ламелей FibArm Lamel согласно 4.2.3.5;

- наклеиванием сплошной углеродной двунаправленной ткани FibArm Tape, биаксиальной или квадроаксиальной ткани согласно 4.2.3.6.

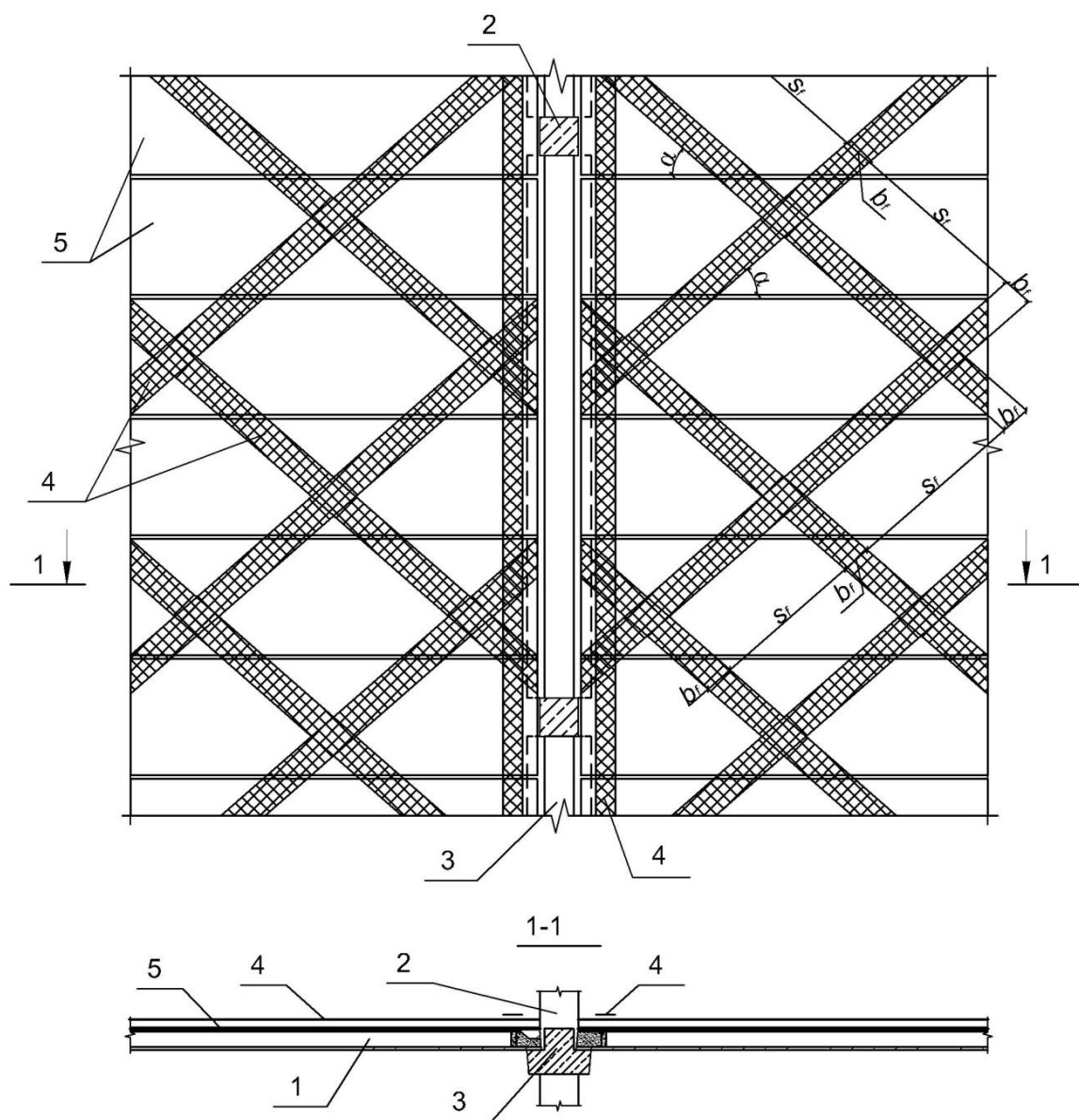
Перед наклеиванием элементов усиления необходимо произвести очистку вертикальных швов между плитами перекрытия с последующим заполнением швов мелкозернистым бетоном класса не ниже В15.

Площадь поперечного сечения усиливающих элементов принимается по расчету.

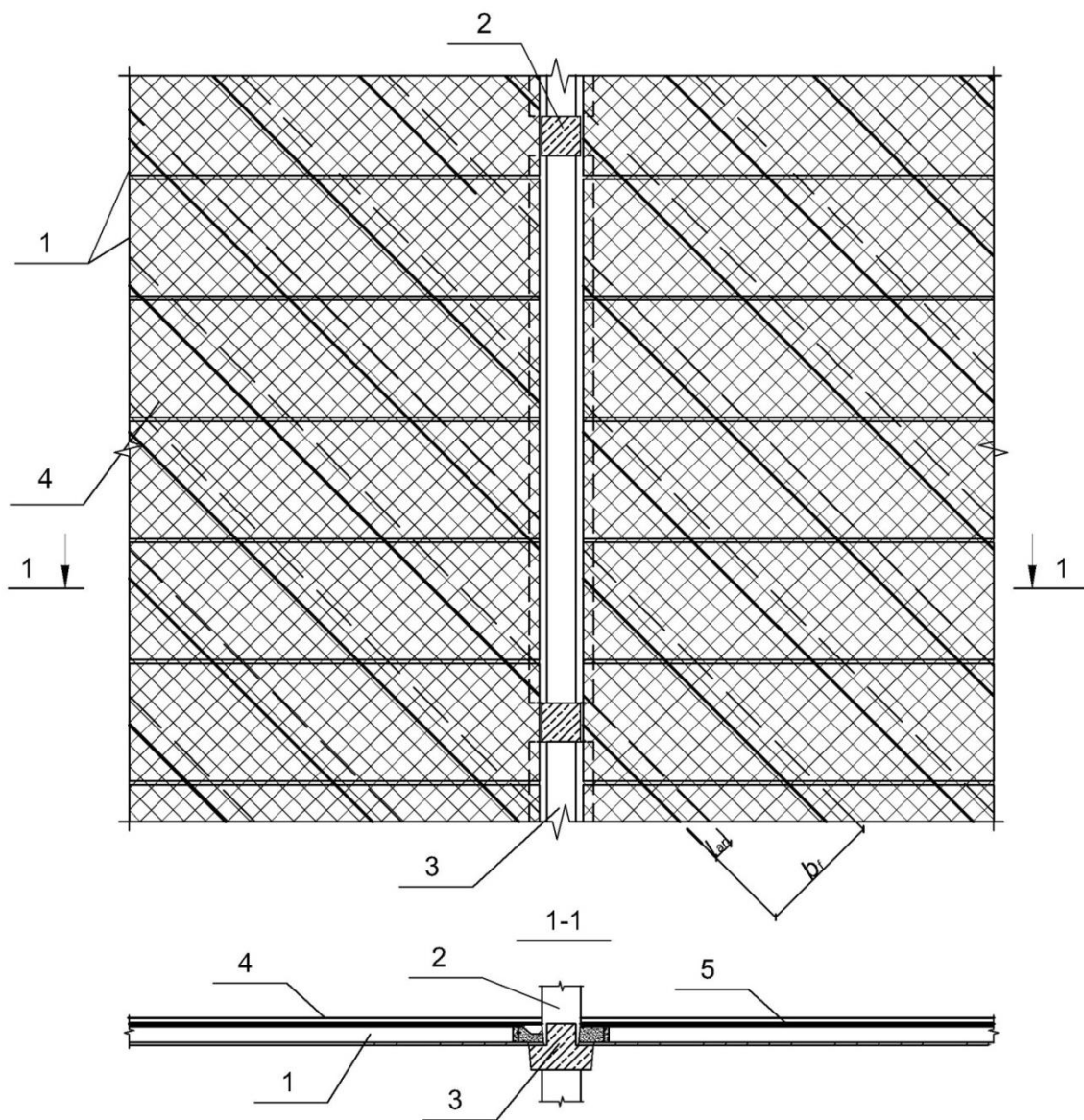
4.2.3.5 Наклеивание углеродных однонаправленных лент или углепластиковых ламелей выполняют под углом  $\alpha$  от  $30^\circ$  до  $40^\circ$  относительно продольной оси плит перекрытия как это показано на рисунке 4.14.

4.2.3.6 Сплошное наклеивание углеродных двунаправленных или биаксиальных или квадроаксиальных тканей следует выполнять по всей поверхности перекрытия под углом от  $40^\circ$  до  $50^\circ$  относительно продольной оси плит перекрытия как это показано на рисунке 4.15. Соединение тканей между собой следует производить внахлестку, при этом величина нахлестки должна быть не менее 250 мм.

Примечание – Допускается выполнять наклеивание двунаправленной и квадроаксиальной ткани отдельными полосами, как это показано на рисунке 4.16.

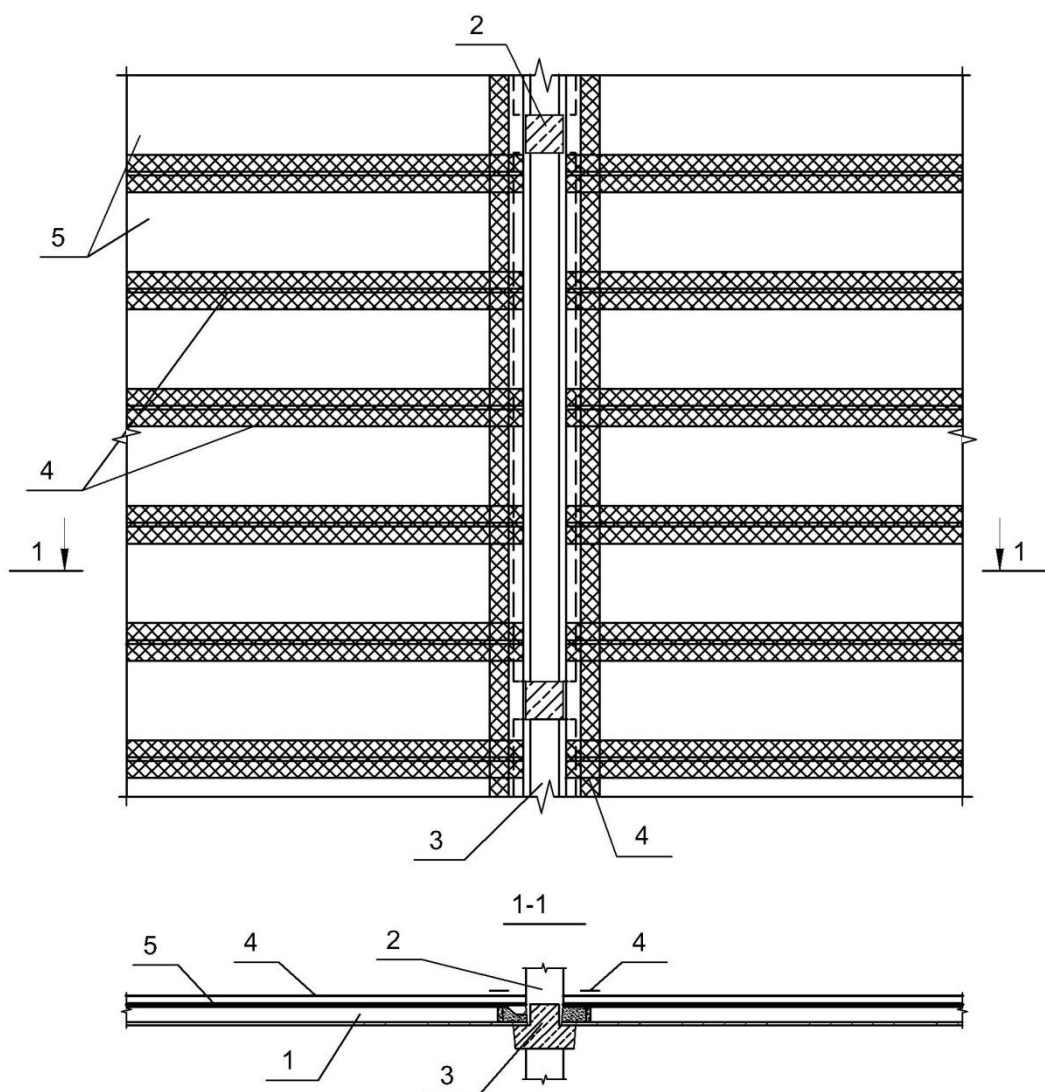


1 – плита перекрытия; 2 – колонна; 3 – ригель; 4 – углеродные однонаправленные ленты или ламели; 5 – ремонтный состав  
 Рисунок 4.14 – Обеспечение связи между смежными плитами наклеиванием отдельных углеродных однонаправленных лент



1 – плиты перекрытия; 2 – колонна; 3 – ригель; 4 – углеродная  
 двунаправленная, биаксиальная или quadroаксиальная ткань;  
 5 – ремонтный состав

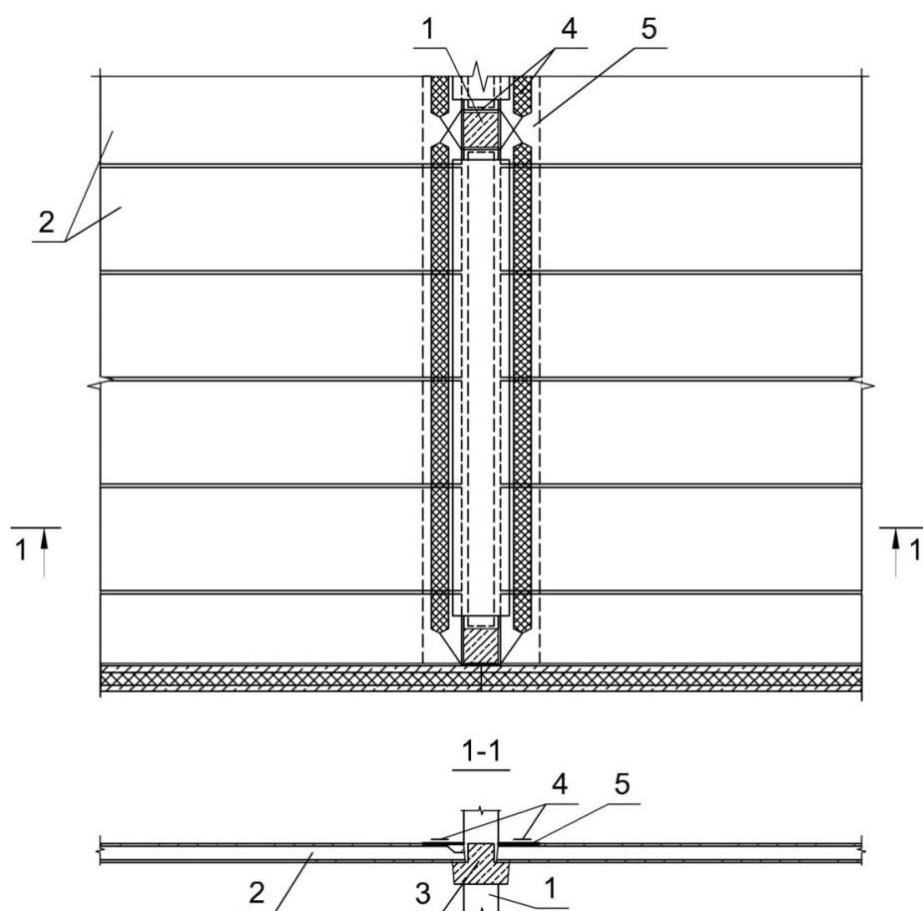
Рисунок 4.15 – Обеспечение связи между смежными плитами  
 наклеиванием сплошных углеродных двунаправленных тканей



1 – плиты перекрытия; 2 – колонна; 3 – ригель; 4 – углеродная  
 двунаправленная или quadroаксиальная ткань; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.16 Обеспечение связи между смежными плитами  
 перекрытия наклеивание отдельных полос углеродной  
 двунаправленной ткани

4.2.3.7 Обеспечение совместной работы плит перекрытий и ригелей (исключение сдвига плит перекрытий по опорным зонам) выполняют для исключения смещения плит по опорным зонам в двух взаимно перпендикулярных направлениях путем наклеивания углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape по верху плит в границах над зоной опирания с привязкой к колоннам, как это показано на рисунке 4.16.



1 – колонна; 2 – плиты перекрытия; 3 – ригель; 4 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.16 – Обеспечение совместной работы плит перекрытий и ригелей

#### 4.2.4 Усиление колонн и пилонов

4.2.4.1 Усиление колонн и пилонов, выполняют на основании результатов расчета, с соблюдением конструктивных требований 4.2.4.7 – 4.2.4.12. Усиление колонн и пилонов выполняется для повышения их несущей способности, изгибной и сдвиговой жесткости путем создания эффекта обоймы, поперечным и продольным армированием колонн композитом.

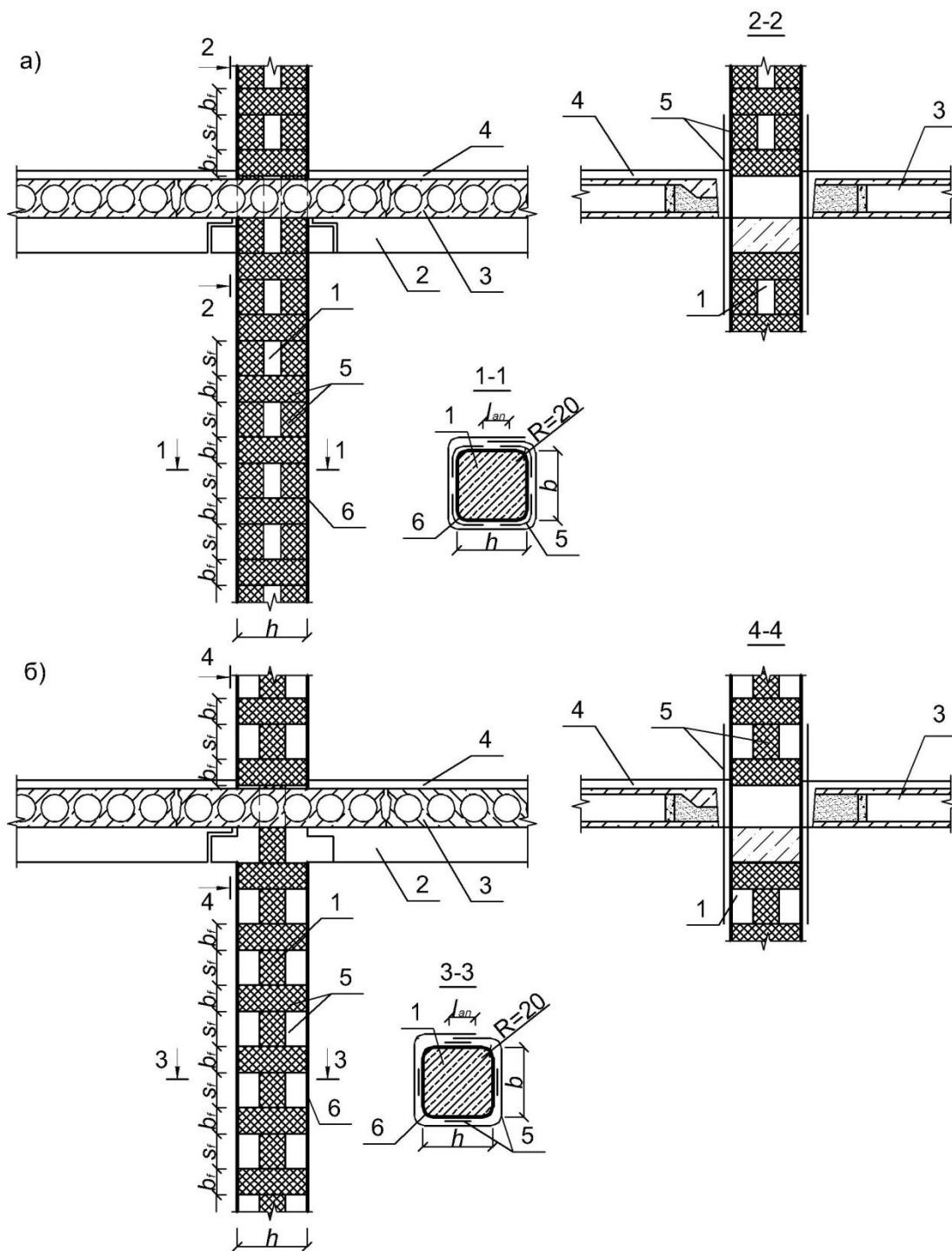
4.2.4.2 Усиление колонн и пилонов выполняют:

- на всю высоту этажа с соединением колонн смежных этажей (тип 1, см. 4.2.4.3-4.2.4.5);
- на участке, примыкающем к перекрытию, с соединением колонн смежных этажей (тип 2, см. 4.2.4.6).

Примечание – Допускается выполнять усиление колонн и пилонов на всю высоту этажа без соединения колонн смежных этажей в случае, если расчетом доказано отсутствие растягивающих усилий в колонне.

4.2.4.3 Усиление колонн и пилонов типа 1 может выполняться в виде прерывистых обоек и непрерывного по высоте продольного армирования из углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape (тип 1а, см. рисунок 4.17, а, б) или сплошных обоек из углеродных двунаправленных тканей FibArm Tape или биаксиальных тканей (тип 1б, см. рисунок 4.18). Поперечное сечение продольных элементов СВА назначается из условий восприятия дефицита дополнительного момента поперечным сечением колонны и обеспечения необходимой изгибной жесткости, а поперечное сечение хомутов – из условия восприятия поперечных сил и повышения прочности бетона при сжатии.





а) продольной армирование по углам колонны; б) продольное армирование по центрам граней колонны

1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола;  
5 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

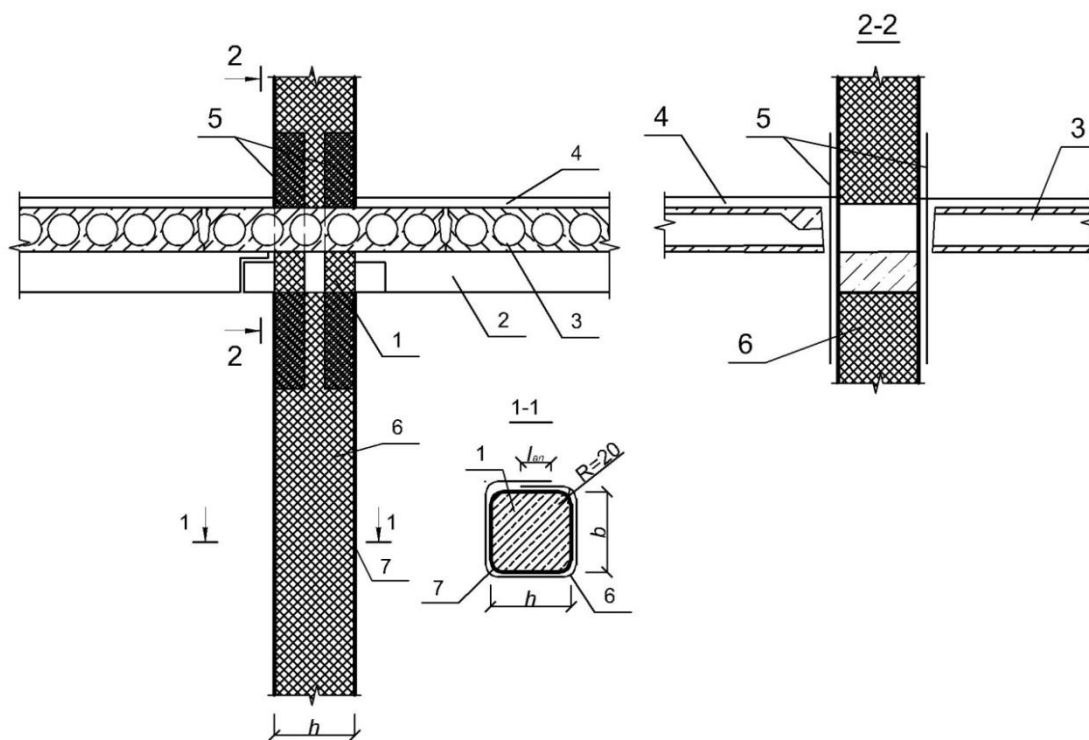
Рисунок 4.17 – Усиление колонн и пилонов типа 1а обоями, поперечным и продольным армирование из углеродных однонаправленных лент

4.2.4.4 Усиление колонн и пилонов типа 1а включает:

- наклеивание вертикально ориентированных углеродных однонаправленных лент;
- наклеивание соединительных углеродных однонаправленных лент;
- наклеивание поперечных хомутов из углеродных однонаправленных лент или углепластиковых ламелей FibArm Lamel.

4.2.4.5 Усиление колонн и пилонов типа 1б включает:

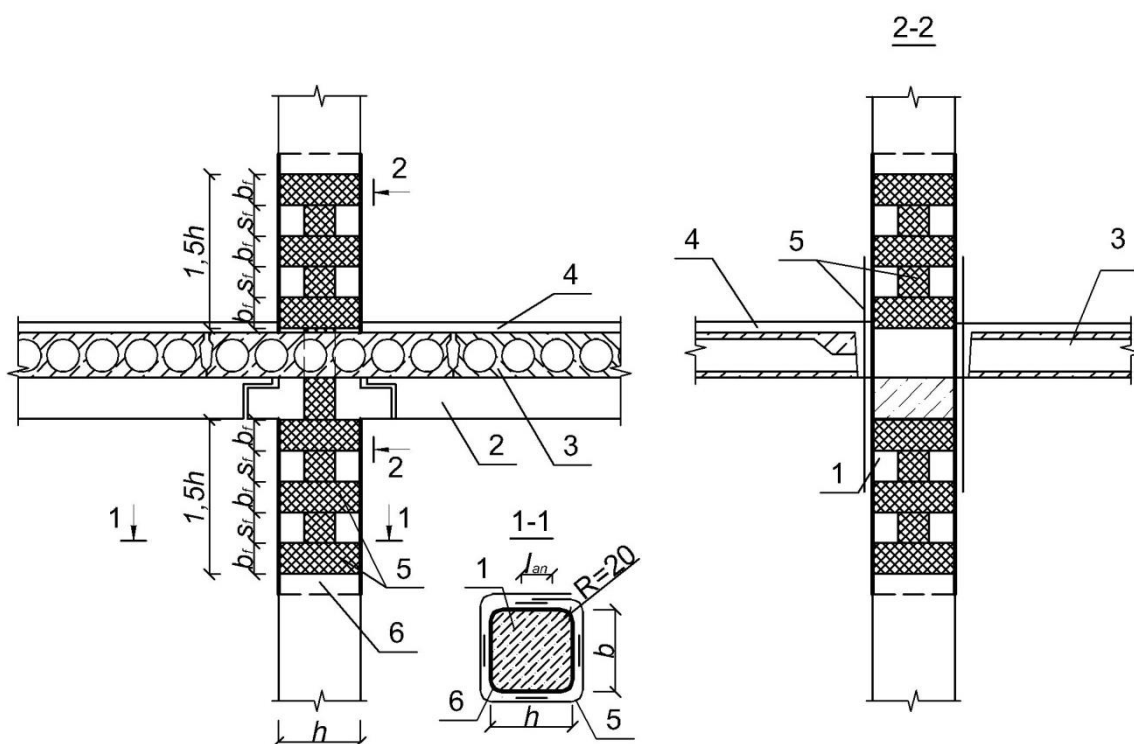
- наклеивание сплошных углеродных двунаправленных или биаксиальных тканей;
- наклеивание соединительных углеродных однонаправленных лент или углепластиковых ламелей FibArm Lamel.



- 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола;  
5 – углеродные однонаправленные ленты или ламели;  
6 – углеродные двунаправленные или биаксиальные ткани;  
7 – ремонтный состав

Рисунок 4.18 – Усиление колонн и пилонов типа 1б сплошной обоймой из углеродных двунаправленных тканей FibArm Tape

4.2.4.6 Усиление колонн и пилонов типа 2 на участке, примыкающем к перекрытию, выполняют для повышения интенсивности поперечного армирования колонн, на участке высотой не менее  $1,5h$  (где  $h$  – размер стороны колонны или пилона), примыкающем к перекрытию и повышения сопротивляемости наклонных сечений колонн поперечным силам (см. рисунок 4.19). Кроме этого, повышения несущей способности можно добиться за счет учета поперечных обойм, обеспечивающих эффект стесненного деформирования бетона и совместную работу продольных элементов СВА.



1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола;  
5 – углеродные однонаправленные ленты; 6 – ремонтный состав

Рисунок 4.19 – Усиление колонн и пилонов типа 2 на участке, примыкающем к перекрытию

4.2.4.7 Ширину вертикальных и горизонтальных элементов усиления внешнего поперечного армирования  $b_f$  следует принимать не менее 50 мм и не более 600 мм, шаг наклейки в свету элементов усиления поперечного

армирования  $s_f$  – не менее  $b_f$  и не более меньшего значения из  $h/2$ ;  $3b_f$ . (где  $h$  – меньший размер поперечного сечения конструкции).

4.2.4.8 Исходя из технологических требований, внешние углы колонн в местах наклеивания СВА должны быть закруглены с радиусом не менее 20 мм.

4.2.4.9 Сверление отверстий для установки углеродных анкерных жгутов, для анкеровки продольного армирования к фундаменту следует производить безударными способами.

4.2.4.10 При устройстве отверстий для установки соединительных элементов усиления не допускается перерезать продольную арматуру плит перекрытия.

4.2.4.11 Число слоев углеродных лент и углепластиковых ламелей в многослойных СВА следует ограничивать в зависимости от силы сцепления композитного материала с поверхностью основания. Рекомендуемое число слоев следует принимать:

- для углепластиковых ламелей – не более двух;
- для углеродных лент – не более трех.

4.2.4.12 Длину нахлестки при сращивании элементов усиления следует принимать по указаниям предприятия-изготовителя или определять испытаниями. При устройстве обойм в виде бандажей, выполненных из углеродных лент, длину нахлестки последних  $l_{an}$  рекомендуется принимать не менее 400 мм.

Для однонаправленно армированных элементов усиления сращивание следует проводить только в направлении армирования элемента усиления.

Нахлестки следует располагать «вразбежку» и, кроме того, для элементов усиления в продольном направлении – в зонах с наименьшими усилиями в композитном материале.

Расположение нахлеста должно отстоять от угла сечения не менее, чем на 100 мм.

#### 4.2.5 Усиление путей эвакуации

4.2.5.1 Пути эвакуации обеспечивают эвакуацию людей (в т.ч. аварийную эвакуацию людей). Основным элементом путей эвакуации являются лестничные клетки.

4.2.5.2 Усилению подлежат следующие элементы лестничных клеток:

- лестницы с Z-образными лестничными маршами (см. 4.2.5.3-4.2.5.7);
- стены, ригели, колонны (см. 4.2.5.8);
- дверные проемы (входы и выходы) (см. 4.2.5.9-4.2.5.11).

Усиление лестниц со сборными маршами и площадками приведено в альбоме технических решений [16].

4.2.5.3 Усиление лестниц с Z-образными лестничными маршами выполняют на основании результатов расчета, с соблюдением конструктивных требований 4.2.5.7, и включает:

- усиление узлов сопряжения лестничного марша и лестничных площадок с другими элементами лестничных клеток;
- усиление лестничных маршей.

4.2.5.4 Усиление узла сопряжения лестничного марша с другими элементами лестничной клетки исключает недопустимое смещение лестничного марша с опоры (см. рисунок 4.20) путем соединения с другими элементами лестничной клетки. Соединение лестничного марша с ригелем, изображенное на рисунке 4.20, выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или FibArm Spread Tape (не менее двух на марш), а лестничного марша с диафрагмами жёсткости углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor (не менее двух на лестничный марш).

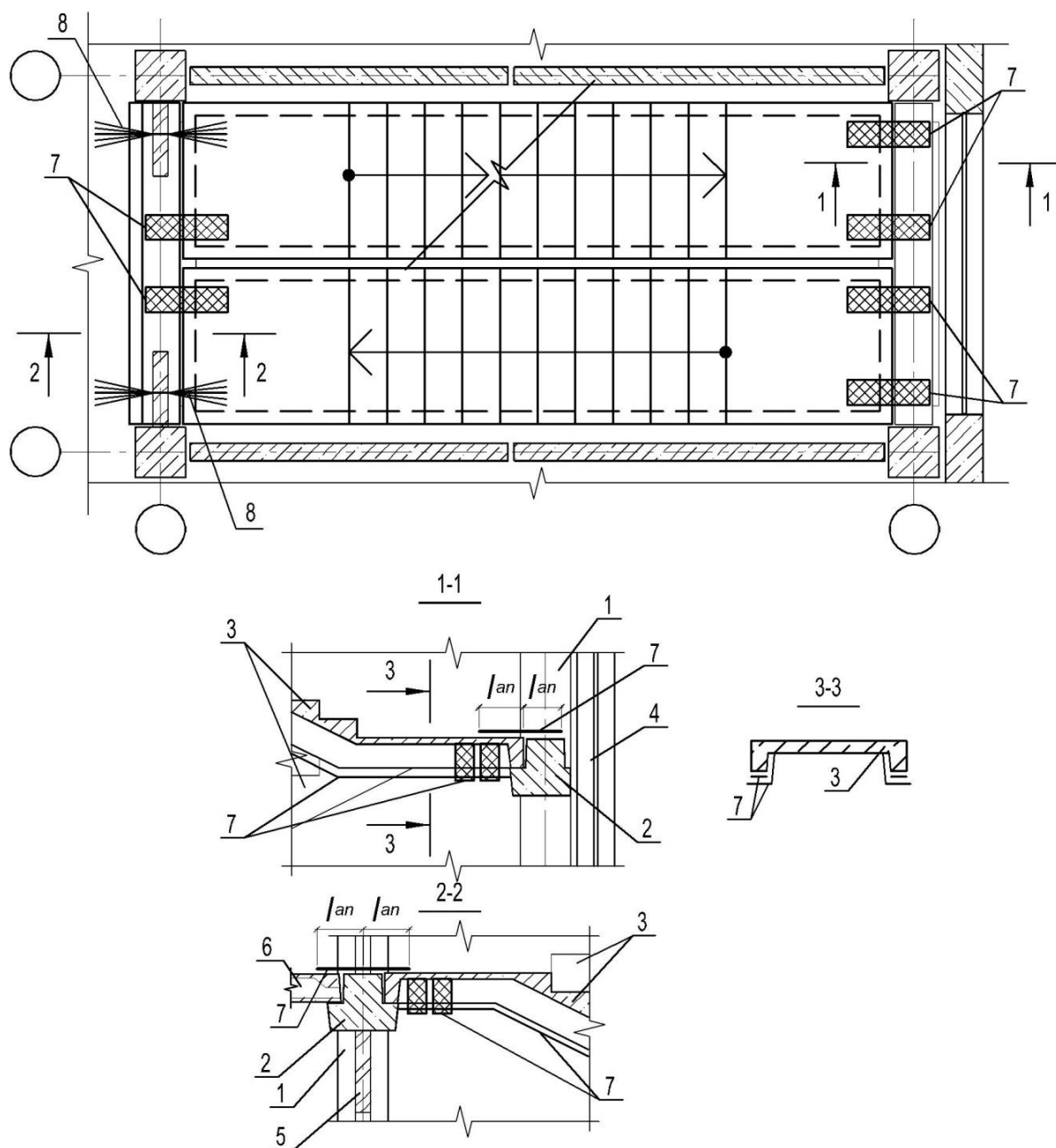
4.2.5.5 Усиление лестничного марша выполняется наклеиванием на нижней поверхности плиты и боковых гранях ребер лестничного марша углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape.

Примечание – Допускается использование взамен углеродных однонаправленных лент углеродные сетки FibArm Grid.

4.2.5.6 Диаметр углеродных анкерных жгутов следует принимать от 8 до 12 мм, количество углеродных анкерных жгутов принимается по расчету.

4.2.5.7 Длину анкеровки углеродных однонаправленных лент и углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor  $l_{an}$  наклеиваемых на поверхность лестничных маршей, ригелей и плит перекрытия следует принимать не менее 300 мм. Углеродные анкерные жгуты FibArm Anchor наклеивают на поверхность в форме равнобедренного треугольника с основанием не менее 200 мм. Сверление отверстий следует производить безударными способами. При устройстве отверстий для анкерных жгутов не допускается перерезать рабочую арматуру.

4.2.5.8 Стены лестничных клеток из кирпича и диафрагмы жесткости из железобетона усиливают по аналогии с 4.2.1.



- 1 - колонна; 2 - ригель; 3 – лестничный марш типа ЛМП;  
 4 – проем оконный; 5 – перегородка кирпичная; 6 – перекрытие;  
 7 – углеродные однонаправленные ленты; 8 – углеродные анкерные жгуты

#### FibArm Anchor

Рисунок 4.20 Усиление сборного железобетонного лестничного марша  
 типа ЛМП

4.2.5.9 Усиление дверных проемов лестничных клеток в кирпичных стенах и диафрагмах жесткости с помощью СВА осуществляют на основании результатов расчета путем наклеивания вертикальных и

горизонтальных углеродных однонаправленных лент (см. 4.2.5.10) или путем наклеивания вертикальных, горизонтальных и наклонных углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape (см. 4.2.5.11).

4.2.5.10 Усиление дверных проемов путем наклеивания вертикальных и горизонтальных углеродных однонаправленных лент (см. рисунок 4.21) предполагает следующий порядок:

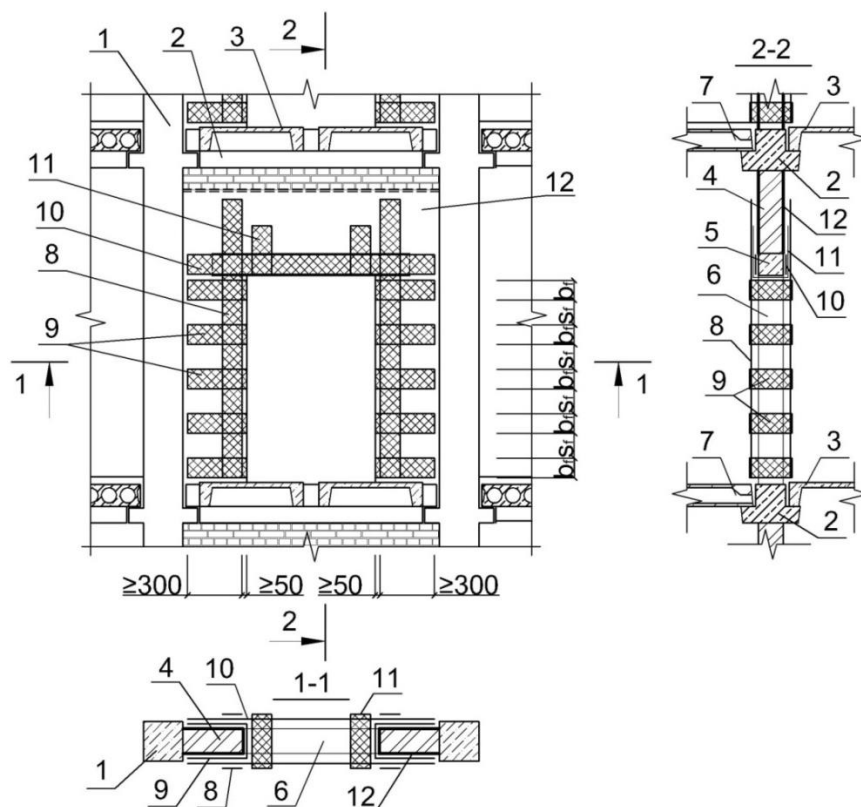
-наклеивание «П»-образных горизонтальных элементов из однонаправленных углеродных лент на боковые поверхности проема непосредственно под перемычкой, при этом напуск лент на боковые стороны стены следует принимать не менее 300 мм;

-наклеивание горизонтальных углеродных однонаправленных лент на перемычку и под нижней гранью проема с двух сторон стены, при этом напуск ленты за грань проема следует принимать не менее 300 мм;

-наклеивание вертикальных углеродных однонаправленных лент с двух сторон стены, при этом отступ от грани проема следует принимать не более 50 мм;

-наклеивание «П»-образных вертикальных элементов из однонаправленных углеродных лент на перемычку в углах проема, при этом напуск лент на боковые стороны стены следует принимать не менее 300 мм.





1 – колонна; 2 – ригель; 3 – лестничный марш z-образный; 4 – стена кирпичная; 5 – перемычка; 6 – проем дверной; 7 – плита перекрытия; 8 – углеродные однонаправленные ленты вертикальные; 9 – П-образные хомуты горизонтальные; 10 – углеродные однонаправленные ленты горизонтальные; 11 – П-образные хомуты вертикальные; 12 – ремонтный состав

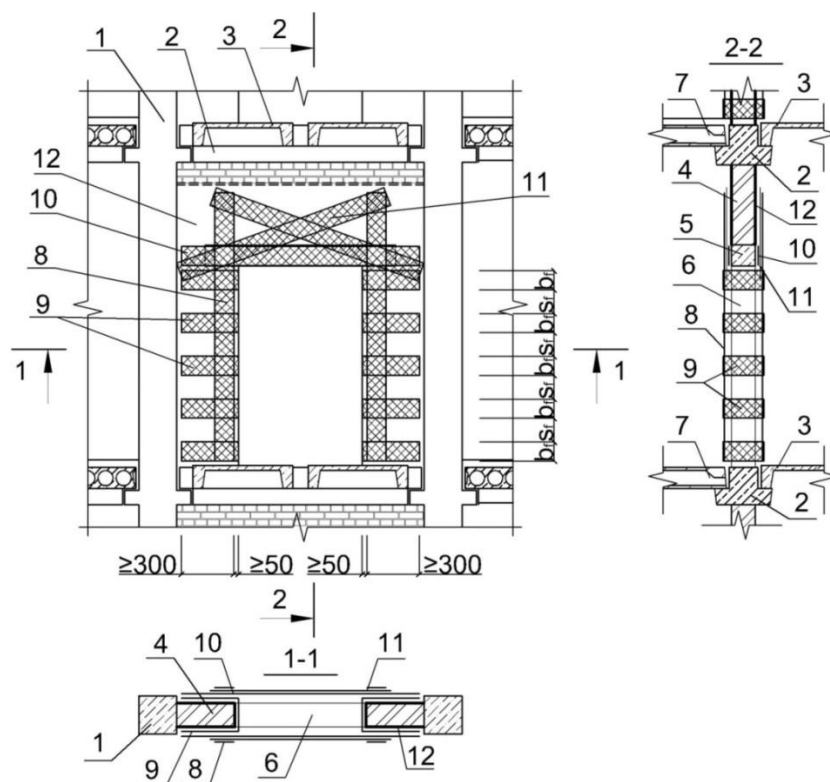
Рисунок 4.21 – Усиление дверного проема горизонтальными и вертикальными углеродными однонаправленными лентами

4.2.5.11 Усиление дверных проемов путем наклеивания вертикальных, горизонтальных и наклонных углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape (см. рисунок 4.22) предполагает следующую последовательность:

- наклеивание вертикальных углеродных однонаправленных лент с двух сторон стены, при этом отступ от грани стены не должен превышать 50 мм;
- наклеивание горизонтальных углеродных однонаправленных лент на перемычку с двух сторон стены, при этом напуск ленты за грань проема следует принимать не менее 300 мм;

- наклеивание «П»-образных горизонтальных элементов из углеродных однонаправленных лент на боковые поверхности проема непосредственно под перемычкой, при этом напуск лент на боковые стороны следует принимать не менее 300 мм;

- наклеивание наклонных элементов из углеродных однонаправленных лент над перемычкой под углом 20-25° к перемычке, при этом напуск лент на боковые стороны стен следует принимать не менее 300 мм



- 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – лестничный марш z-образный; 4 – стена кирпичная; 5 – перемычка; 6 – проем дверной; 7 – плита перекрытия; 8 – углеродные однонаправленные ленты вертикальные; 9 – П-образные хомуты горизонтальные; 10 – углеродные однонаправленные ленты горизонтальные; 11 – углеродные однонаправленные ленты диагональные; 12 – ремонтный состав

Рисунок 4.22 – Усиление дверного проема горизонтальными, вертикальными и наклонными углеродными однонаправленными лентами

## **5 Повышение сейсмостойкости существующих многоэтажных каркасных зданий с монолитными железобетонными конструкциями**

### **5.1 Общие положения**

5.1.1 Повышение сейсмостойкости существующих многоэтажных каркасных зданий с железобетонными монолитными конструкциями СВА следует выполнять при недостаточной их сейсмостойкости.

5.1.2 Сейсмостойкость зданий, в том числе каркасных зданий с железобетонными монолитными конструкциями, должна устанавливаться расчетом согласно СП 14.13330.2014 на фактические нагрузки с учетом текущего технического состояния зданий согласно ГОСТ 31937. Расчет проводится на лицензированных в РФ программных комплексах.

Примечания:

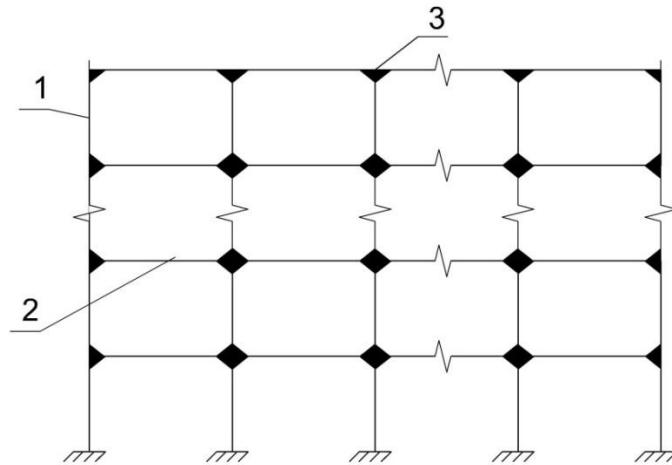
1 При определении сейсмостойкости каркасных зданий с железобетонными монолитными конструкциями следует иметь в виду возможные запасы прочности, заложенные при проектировании (расчет на наиболее невыгодное сочетание нагрузок, одинаковое распределение нагрузок по этажам, унификация арматуры и т.д.).

2 Технические решения, приведенные в настоящем альбоме, не предусматривают исправление имеющихся дефектов и повреждений в строительных конструкциях и узлах сопряжения строительных конструкций.

5.1.3 Особенностью рассматриваемых в настоящем альбоме каркасных здания с железобетонными монолитными конструкциями являются узлы сопряжения перекрытий с колоннами. Такие узлы, в рассматриваемых каркасных зданиях, являются жесткими<sup>1)</sup>, поэтому сейсмические нагрузки (горизонтальные) совместно воспринимают колонны и перекрытия, а при наличии диафрагм жесткости или ядер жесткости также диафрагмы и ядра жесткости. Общий вид плоской рамной конструктивной схемы приведен на рисунке 5.1.

---

<sup>1)</sup> Такие конструктивные схемы называют рамными.

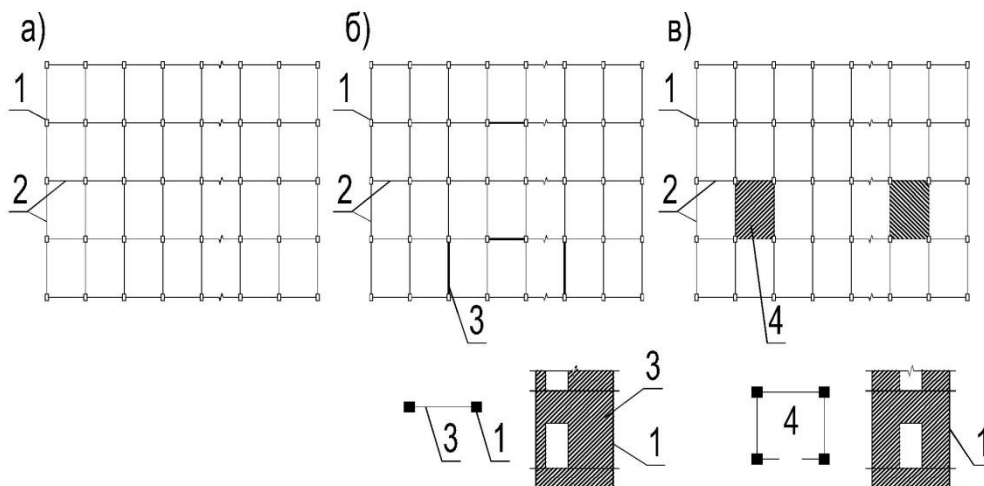


1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – жесткий узел

Рисунок 5.1 – Продольная (поперечная) рама каркасного здания с жесткими узлами

5.1.4 По наличию диафрагм или ядер жесткости различают следующие виды конструктивных схем:

- без диафрагм или ядер жесткости (см. рисунок 5.2, изображение а));
- с диафрагмами жесткости (см. рисунок 5.2, изображение б));
- с ядрами жесткости (см. рисунок 5.2, изображение в)).



1 – колонна; 2 – балки; 3 – диафрагма жесткости; 4 – ядро жесткости

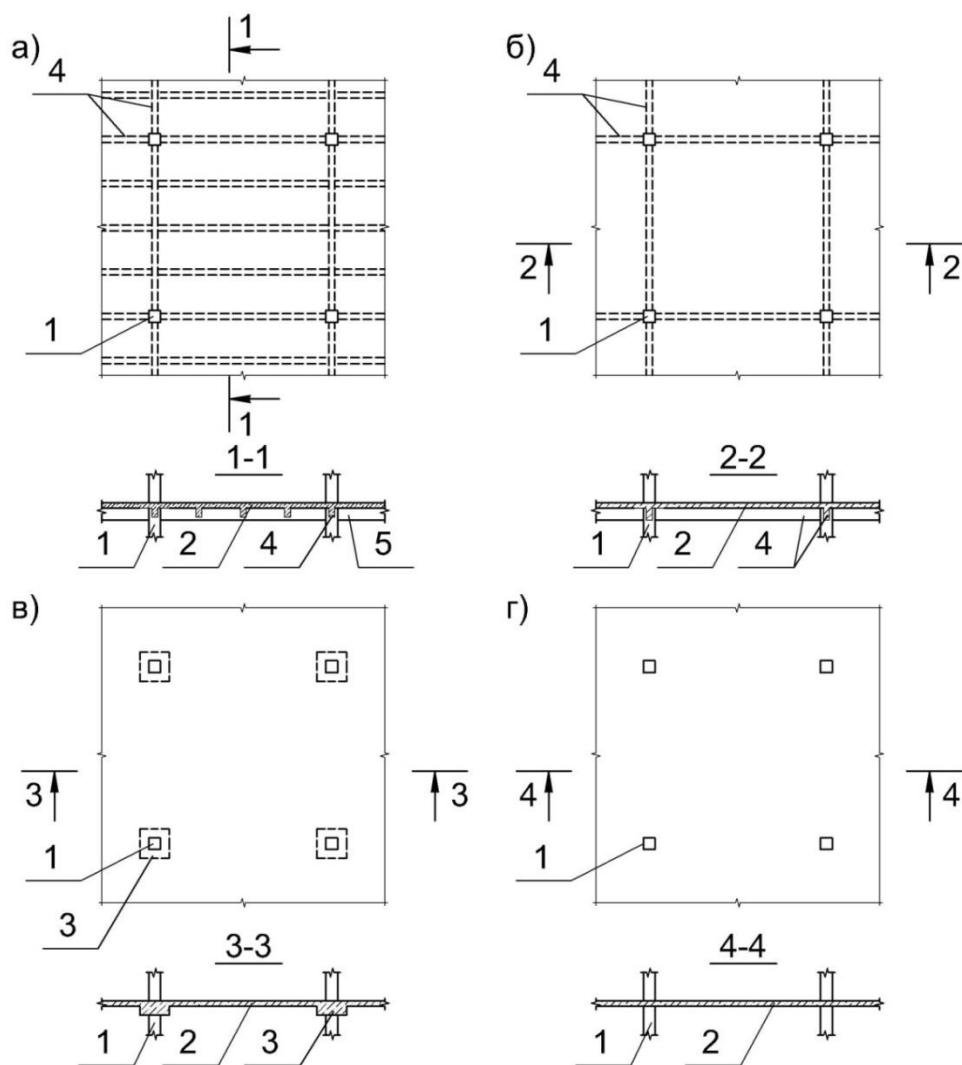
а) без диафрагм жесткости и ядер жесткости;

б) с диафрагмами жесткости; в) с ядрами жесткости

Рисунок 5.2 – Виды конструктивных схем каркасных зданий с жесткими узлами

5.1.5 По конструкции перекрытий каркасные здания с железобетонными монолитными конструкциями различают:

- ребристое балочное перекрытие (тип 1, см. рисунок 5.3, а));
- балочное перекрытие (тип 2, см. рисунок 5.3, б));
- безбалочное перекрытие (с гладкой плитой (тип 3а) и с капителями (тип 3б), см. рисунок 5.3, в) и г)).



а) ребристое балочное перекрытие (тип 1);

б) балочное перекрытие (тип 2); в) безбалочное перекрытие с капителями (тип 3б); г) безбалочное перекрытие с гладкой плитой (тип 3а)

1 – колонна; 2 – плита перекрытия; 3 – капитель; 4 – главные балки;

5 – второстепенные балки

Рисунок 5.3 – Конструкции перекрытий каркасных зданий с железобетонными монолитными конструкциями

5.1.6 Повышение сейсмостойкости рассматриваемых каркасных зданий производится с учетом особенностей узлов сопряжения, приведенных в 5.1.3, следующими способами<sup>1)</sup>:

- повышение изгибной и сдвиговой жесткости несущих колонн и пилонов;
- усиление узлов сопряжения колонн с перекрытием и участков колонн, примыкающих к узлам сопряжения;
- усиление диафрагм жесткости и ядер жесткости;
- создание новых диафрагм жесткости;
- усиление участков перекрытий, примыкающих к колоннам.

Возможно производить усиление только путей эвакуации при отсутствии возможности повышения сейсмостойкости всего здания с целью временной задержки обрушения конструкций путей эвакуации, при этом усиление лифтовых шахт производить не следует, так как использование лифтов для эвакуации запрещено.

Повреждение существующих строительных конструкций (уменьшение размеров поперечных сечений, обрезка арматуры конструктивной и рабочей) при проведении работ по повышению сейсмостойкости рассматриваемых каркасных здания не допускается.

5.1.7 В таблице 5.1 приведены технические решения для повышения сейсмостойкости каркасных зданий с использованием СВА при повышении сейсмичности района строительства или площадки строительства.

5.1.8 Повышение сейсмостойкости рассматриваемых каркасных зданий следует производить с использованием компонентов СВА марки FibArm производства компании ХК «Композит» согласно разделу 3.

Таблица 5.1 – Технические решения для повышения сейсмостойкости

---

<sup>1)</sup> Приведенные способы повышают общую пространственную жесткость здания.

каркасных зданий с использованием СВА

№ п/п	Признак необходимости усиления	Конструктивное решение	Выполняется по требованиям	Условия применения
1	Не обеспечивается восприятие горизонтальных усилий	Устройство дополнительных диафрагм жесткости и усиление существующих диафрагм жесткости	5.2.1	Во всех случаях
		Усиление узла сопряжения перекрытия с колонной	5.2.2	При отказе от применения дополнительных диафрагм жесткости
2	Недостаточная общая изгибная жесткость перекрытия и в узлах сопряжения ригеля с колонной	Усиление перекрытия	5.2.2	При усилении узла сопряжения перекрытия с колонной
3	Недостаточная изгибная и сдвиговая жесткость колонн и пилонов	Усиление колонн и пилонов	5.2.3	В колоннах диафрагм жесткости или жестких узлов сопряжений
4	Недостаточная жесткость узлов сопряжения лестничных маршей и лестничных площадок между собой и с несущими продольными или поперечными стенами. Недостаточное армирование дверных проемов лестничных клеток.	Усиление узлов сопряжения лестничных маршей и лестничных площадок между собой и с несущими продольными или поперечными стенами. Усиление дверных проемов лестничных клеток	5.2.4	Во всех случаях

## **5.2 Технические решения**

### **5.2.1 Устройство дополнительных диафрагм жесткости и усиление существующих диафрагм жесткости**

5.2.1.1 Устройство дополнительных диафрагм жесткости из существующих перегородок (см. 4.2.1) и усиление существующих диафрагм жесткости (см. 5.2.1.2) следует выполнять по всей высоте здания.

Примечание – Допускается не выполнять усиление существующей диафрагмы жесткости или устройство дополнительной диафрагмы жесткости на последнем этаже каркасного здания, в случае если это доказано расчетом.

Устройство дополнительных диафрагм жесткости и усиление существующих диафрагм жесткости выполняют на основании результатов расчета.

5.2.1.2 Усиление существующих сплошных (с проемами) диафрагм жесткости выполняют путем усиления колонн, примыкающих к существующей диаграмме жесткости, обоями и продольным армированием из композита согласно 5.2.3;

Примечание – Приведенное техническое решение по усилению существующей диафрагмы жесткости допускается использовать при усилении существующих ядер жесткости.



## 5.2.2 Усиление перекрытий и узлов сопряжения перекрытий с колоннами

5.2.2.1 Усиление узлов сопряжения перекрытий основано на повышении изгибной жесткости таких узлов и включает:

- усиление перекрытия (см. 5.2.2.2-5.2.2.5);
- усиление участка колонны, примыкающего к перекрытию (см. 5.2.3);
- повышение общей изгибной жесткости перекрытия (см. 5.2.2.6).

Передачу нагрузки на колонну с перекрытия осуществляют одним из способов, приведенных в 4.2.2.2.

5.2.2.2 Усиление перекрытий, перечисленных в 5.1.5, выполняют на основании результатов расчета для повышения изгибной жесткости участков перекрытий, примыкающих к колоннам, с соблюдением конструктивных требований 5.2.2.5. Усиление перекрытий выполняют в зависимости от конструкции перекрытия:

- усиление перекрытий типов 1 и 2 согласно 5.2.2.3;
- усиление перекрытий типа 3а и 3б согласно 5.2.2.4;

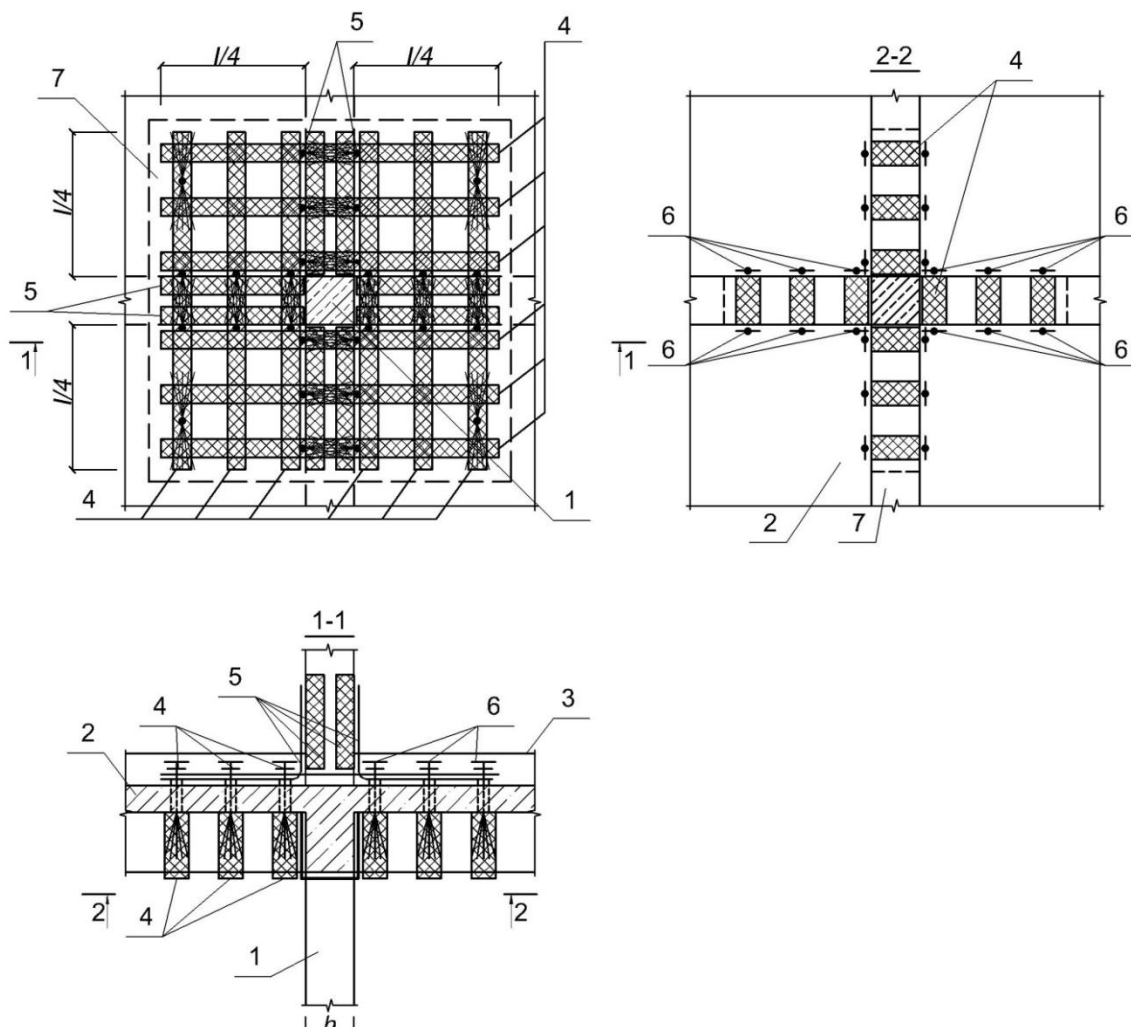
5.2.2.3 Усиление перекрытий типов 1 и 2 (см. рисунок 5.4) включает:

- верхнее армирование;
- замкнутые хомуты.

Верхнее армирование выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или FibArm Spread Tape, а также углепластиковыми ламелями FibArm Lamel по верху перекрытия не менее, чем на  $\frac{1}{4}$  пролета плиты с каждой стороны колонны, при этом часть углеродных однонаправленных лент или ламелей располагают по осям колонн. Количество углеродных однонаправленных лент или ламелей, расположенных по осям колонн должно быть не менее двух, а размер смещения таких лент или ламелей относительно осей колонны определяется типом передачи нагрузки с перекрытия на колонну (см. 4.2.2.2).

Примечание – При отсутствии усиления узла сопряжения перекрытия с колонной рекомендуется наклеивание одной углеродной однонаправленной ленты, расположенной по оси колонны шириной не менее 300 мм.

Допускается верхнее армирование выполнять наклеиванием углеродных двунаправленных тканей FibArm Tape или биаксиальных тканей взамен углеродных однонаправленных лент или ламелей, при этом по осям колонн должны быть наклеены углеродные однонаправленные ленты или ламели поверх углеродной двунаправленной ткани.



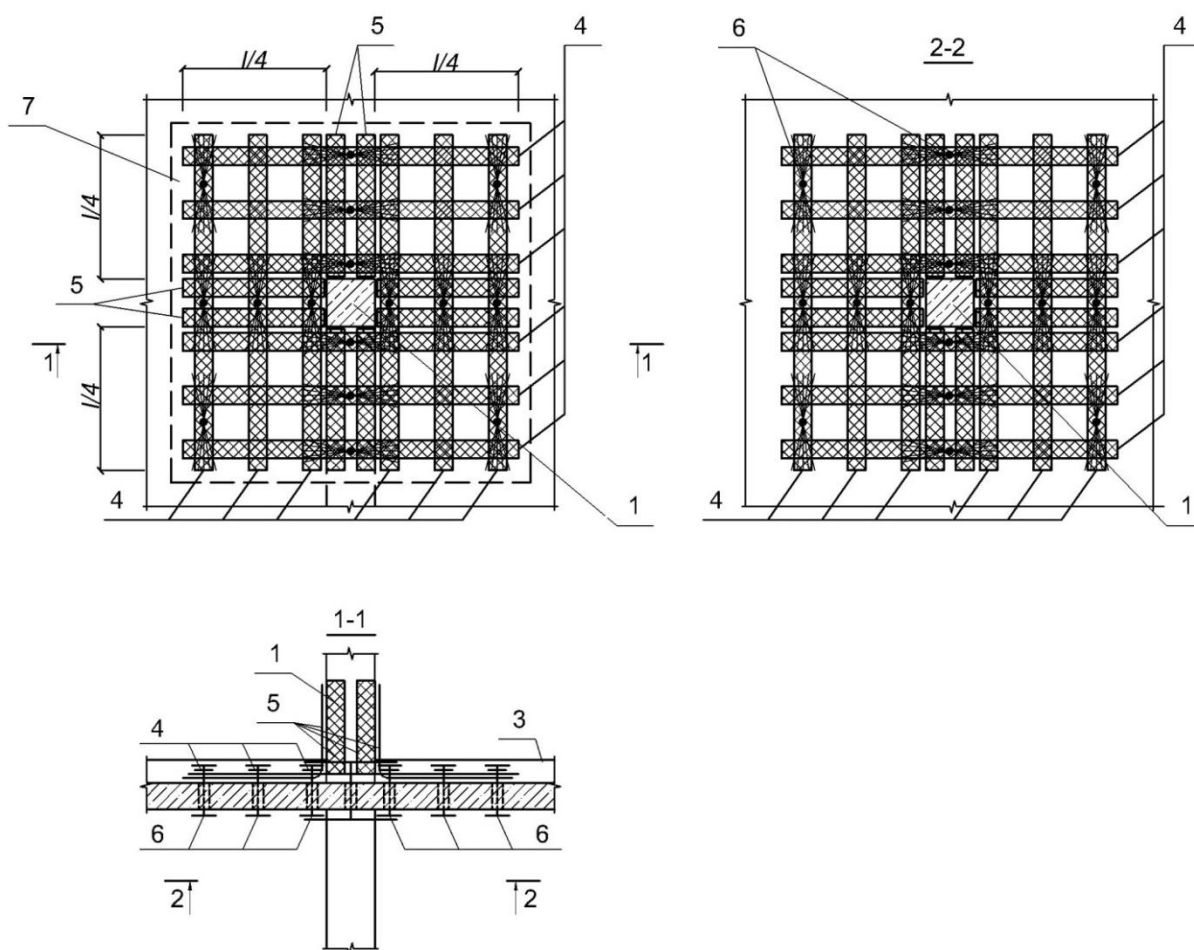
- 1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – конструкция пола; 4 – углеродные однонаправленные ленты или углепластиковые ламели; 5 – углеродные анкерные жгуты; 6 – ремонтный состав

Рисунок 5.4 – Усиление перекрытий типа 1 и 2

Замкнутые хомуты предназначены для повышения интенсивности поперечного армирования ригелей в зонах, примыкающих к колоннам и повышения прочности бетона при сжатии (эффект обоймы). Замкнутые хомуты выполняют из углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape и углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor на

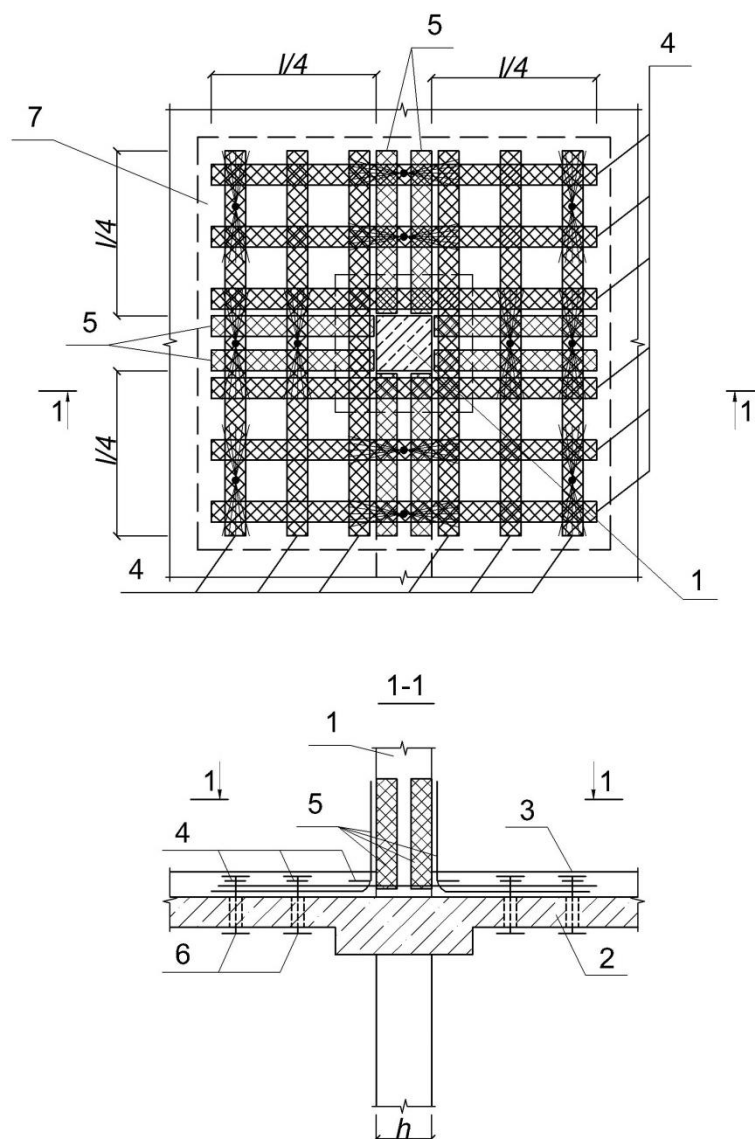
длине ригеля не менее, чем на  $\frac{1}{4}$  пролета ригеля с каждой стороны колонны. Углеродные анкерные жгуты предназначены для закрепления замкнутых хомутов, а также предотвращения отслаивания верхнего армирования от поверхности плит перекрытий. Углеродные анкерные жгуты устанавливают в просверленные в перекрытиях отверстия и наклеивают поверх углеродных однонаправленных лент верхнего армирования.

5.2.2.4 Усиление перекрытия типа 3а и 3б (см. рисунок 5.5, 5.6) выполняют по аналогии с усилением перекрытий типов 1 и 2 согласно 5.2.2.3.



- 1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – конструкция пола; 4 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – углеродные анкерные жгуты;  
6 – ремонтный состав

Рисунок 5.5 – Усиление перекрытия типа 3а



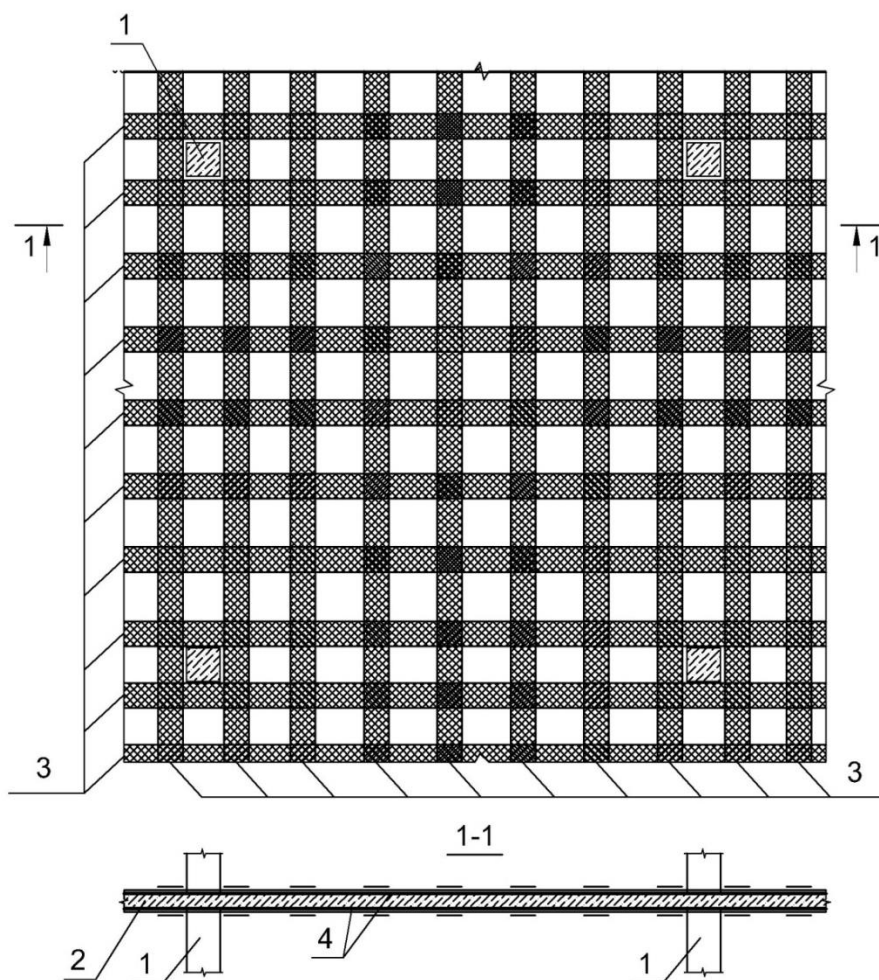
1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – конструкция пола; 4 – углеродные  
однонаправленные ленты; 5 – углеродные анкерные жгуты;

6 – ремонтный состав

Рисунок 5.6 – Усиление перекрытий типа 3б

5.2.2.5 Сверление отверстий в перекрытиях следует производить безударными способами. При устройстве отверстий для анкерных жгутов не допускается перерезать продольную арматуру перекрытия. Установку вертикальных углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor следует производить на связующем FibArm Resin 230+, при этом технология установки должна предотвращать вытекания связующего из отверстия на период установки таких анкерных жгутов.

5.2.2.6 Повышение общей изгибной жесткости перекрытия выполняют односторонним или двусторонним наклеиванием углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape, а также углепластиковых ламелей FibArm Lamel в двух взаимно перпендикулярных направлениях с шагом не более 600 мм, как это показано на рисунке 5.7. Площадь поперечного сечения углеродных лент или ламелей определяется расчетом. Наклеивание углеродных однонаправленных лент или ламелей по верху перекрытия рекомендуется выполнять совместно с усилением перекрытия (см. 5.2.2.2-5.2.2.5) и усилением участка колонны, примыкающего к перекрытию (см. 5.2.3).



1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – углеродные однонаправленные ленты или углепластиковые ламели; 4 – ремонтный состав

Рисунок 5.7 – Повышение общей изгибной жесткости перекрытия

### 5.2.3 Усиление колонн и пилонов

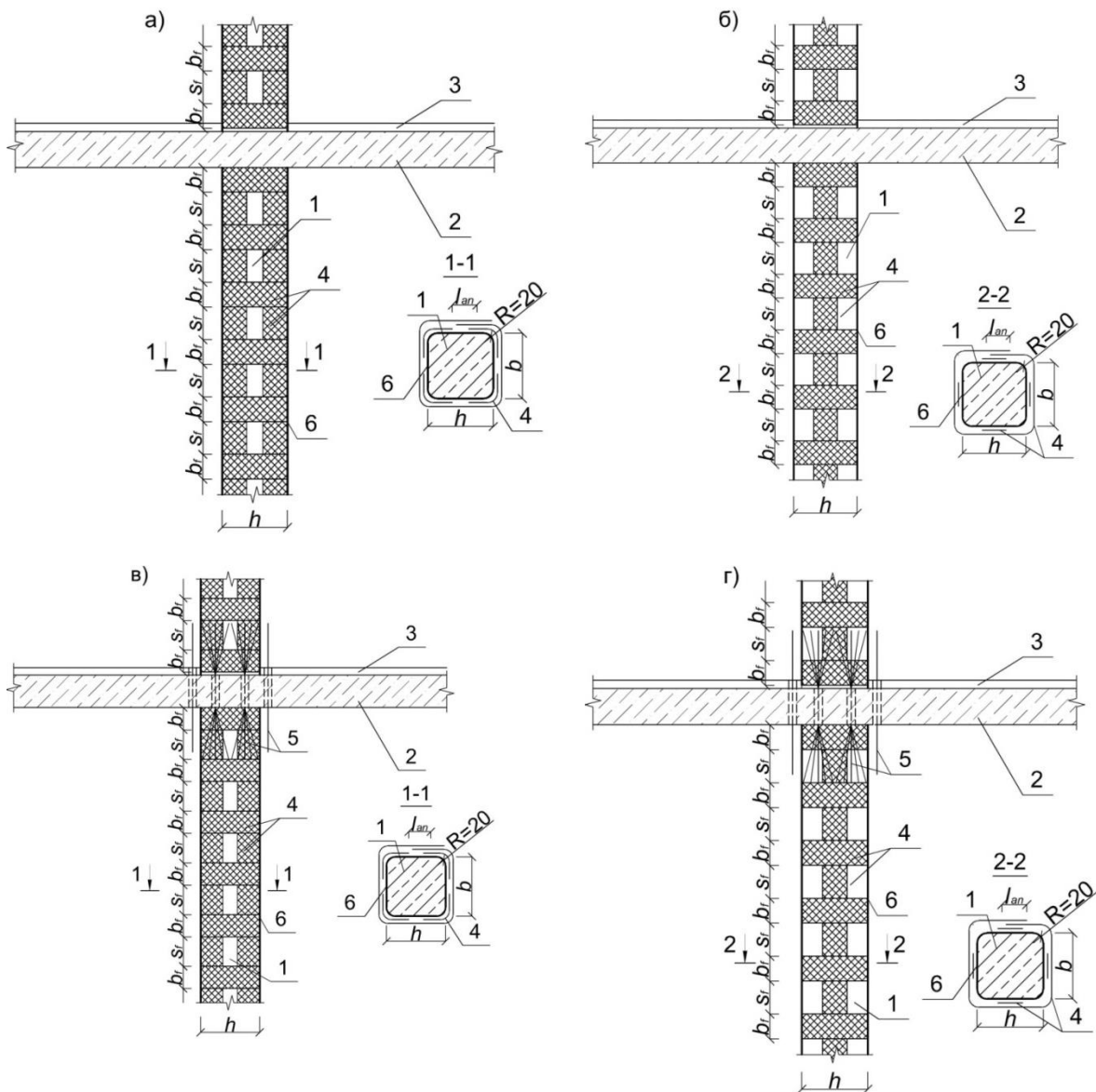
5.2.3.1 Усиление колонн и пилонов (см. рисунок 5.8) выполняют по аналогии с усиление сборных колонн согласно 4.2.4 с соблюдением конструктивных требований 4.2.4.7 – 4.2.4.12 и 5.2.3.5. Усиление колонн и пилонов выполняется для повышения их несущей способности, изгибной и сдвиговой жесткости путем создания эффекта обоймы, поперечным и продольным армированием колонн композитом.

5.2.3.2 Усиление колонн и пилонов выполняют:

- на всю высоту этажа с соединением колонн смежных этажей (см. 5.2.3.3);
- на участке, примыкающем к перекрытию, с соединением колонн смежных этажей (см. 5.2.3.4).

Примечание – Допускается выполнять усиление колонн и пилонов на всю высоту этажа без соединения колонн смежных этажей в случае, если расчетом доказано отсутствие растягивающих усилий в колонне (см. рисунок 5.8 а), б)).

5.2.3.3 Усиление колонн и пилонов на всю высоту этажа выполняют в виде прерывистых по высоте обойм и непрерывного по высоте продольного армирования из углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape на всю высоту этажа с соединением колонн смежных этажей углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor (см. рисунок 5.8 в), г)). Поперечное сечение продольных элементов СВА назначается из условий восприятия дефицита дополнительного момента поперечным сечением колонны и обеспечения необходимой изгибной жесткости, а поперечное сечение хомутов – из условия восприятия поперечных сил и повышения прочности бетона при сжатии.



а), б) поперечными обоймами и продольным армированием при  
отсутствии растягивающих напряжений в колоннах;

в), г) поперечными обоймами и продольным армированием при  
наличии растягивающих напряжений с соединением колонн  
смежных этажей

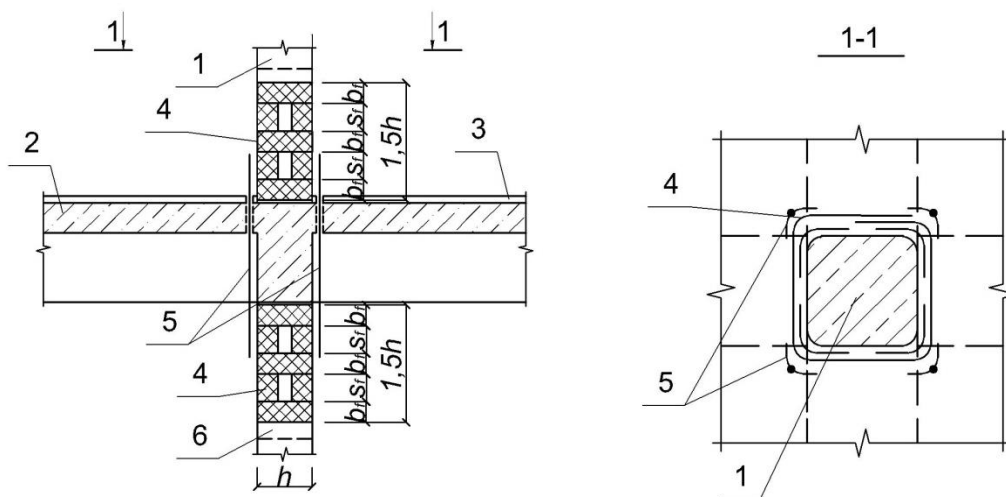
1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – конструкция пола;

4 – углеродные однонаправленные ленты

Рисунок 5.8 – Усиление колонн и пилонов обоймами, поперечным и  
продольным армирование из углеродных однонаправленных лент

FibArm Tape

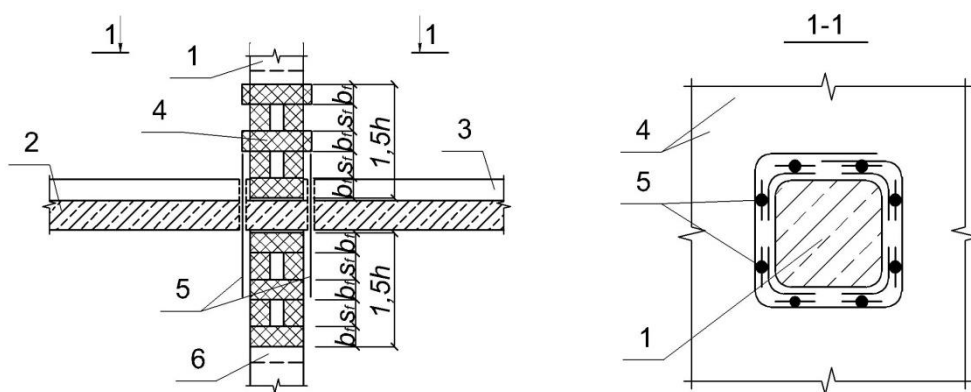
5.2.3.4 Усиление колонн и пилонов на участке, примыкающим к перекрытию, выполняют для повышения интенсивности поперечного армирования колонн, на участке высотой не менее  $1,5h$  (где  $h$  – размер стороны колонны или пилона), примыкающем к перекрытию, и повышения сопротивляемости наклонных сечений колонн поперечным силам (см. рисунки 5.9, 5.10, 5.11). Кроме этого, повышения несущей способности можно добиться за счет учета поперечных обойм, обеспечивающих эффект стесненного деформирования бетона и совместную работу продольных элементов СВА.



- 1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – конструкция пола; 4 – углеродные  
однонаправленные ленты; 5 – углеродные анкерные жгуты;  
6 – ремонтный состав

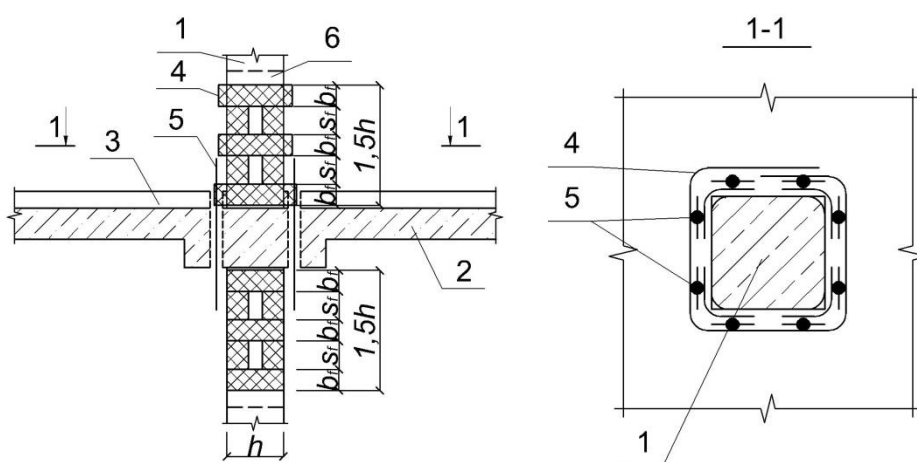
Рисунок 5.9 – Усиление колонн и пилонов на участке, примыкающем к перекрытию типов 1 и 2





1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – конструкция пола; 4 – углеродные  
однонаправленные ленты; 5 – углеродные анкерные жгуты;  
6 – ремонтный состав

Рисунок 5.10 – Усиление колонн и пилонов на участке,  
примыкающем к перекрытию типа 3а



1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – конструкция пола; 4 – углеродные  
однонаправленные ленты; 5 – углеродные анкерные жгуты;  
6 – ремонтный состав

Рисунок 5.11 – Усиление колонн и пилонов на участке,  
примыкающем к перекрытию типа 3б

5.2.3.5 Установку вертикальных углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor следует производить на связующем FibArm Resin 230+, при этом

технология установки должна предотвращать вытекания связующего из отверстия на период установки таких анкерных жгутов.

## **5.2.4 Усиление путей эвакуации**

5.2.4.1 Пути эвакуации обеспечивают эвакуацию людей (в т.ч. аварийную эвакуацию людей). Основным элементом путей эвакуации являются лестничные клетки.

5.2.4.2 Усилению подлежат следующие элементы лестничных клеток:

- лестницы (см. 5.2.4.3);
- стены, ригели, колонны (см. 5.2.4.13).;
- дверные проемы (входы и выходы) (см. 5.2.4.13).

Усиление лестничных клеток выполняют с соблюдением конструктивных требований 5.2.4.12.

5.2.4.3 Усиление лестниц выполняют в зависимости от способа бетонирования лестничных площадок и вида лестниц:

а) при одновременном бетонировании стен лестничной клетки, монолитных лестничных маршей и монолитных лестничных площадок (например, с использованием опалубки FORA flight system) усиление лестниц, как правило, не требуется (тип 1);

б) при последовательном бетонировании стен лестничной клетки, лестничных маршей и площадок:

1 при устройстве ниш, проемов и шпонок в стенах лестничной клетки усиление лестниц с монолитными лестничными маршами и лестничными площадками (тип 2) производят согласно 5.2.4.4-5.2.4.6;

2 при устройстве стальных закладных деталей в стенах лестничной клетки усиление лестниц с наборными ступенями по металлическим косоурам (тип 3) производят согласно 5.2.4.7-4.2.5.8.

Примечания

1 Ниши, проемы и шпонки в стенах лестничной клетки устраиваются в процессе бетонирования таких стен и после распалубливания стен лестничных клеток. Этажные и межэтажные лестничные площадки, а также лестничные марши бетонируются одновременно с перекрытием этажной лестничной площадки, при этом межэтажные лестничные площадки опираются на предусмотренные в стенах лестничных клеток ниши, проемы и шпонки.

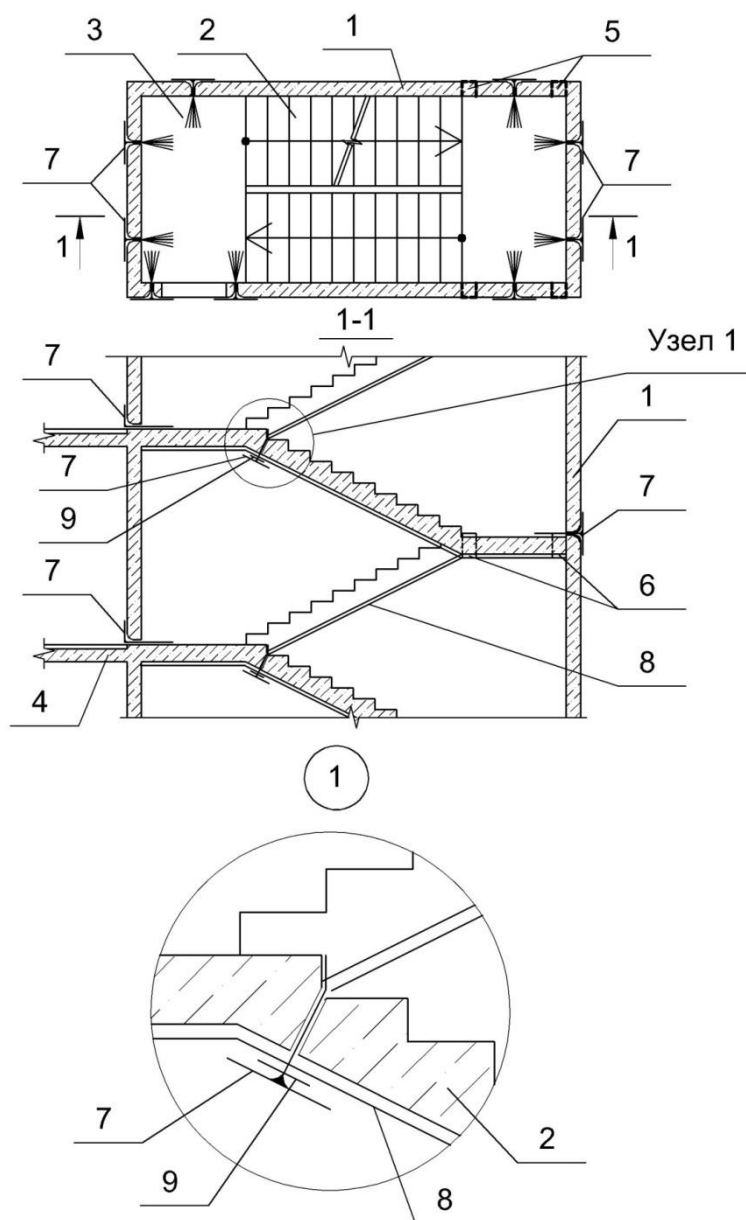
2 Стальные закладные детали устраиваются в процессе армирования стен лестничных клеток и бетонируются в одном уровне с плоскостью стены лестничной клетки. Этажные и межэтажные лестничные площадки, а также лестничные марши в таком случае опираются на стальной сортовой прокат, сваренный со стальными закладными деталями в стенах лестничной клетки.

Не допускается прямой контакт углеродного волокна элементов усиления и стальных элементов усиливаемой конструкции. Необходимо нанесение изоляционного слоя. В качестве изоляционного слоя могут выступать слой адгезива толщиной более 1 мм или стеклоткань.

5.2.4.4 Усиление лестниц с монолитными лестничными маршами и лестничными площадками, при устройстве ниш, проемов и шпонок в стенах лестничной клетки (тип 2, см. рисунок 5.12) выполняют на основании результатов расчета и включает:

- усиление узлов сопряжения лестничного марша и лестничных площадок с другими элементами лестничных клеток (см. 5.2.4.5);
- усиление лестничных маршей (см. 5.2.4.6);

5.2.4.5 Усиление узлов сопряжения лестничного марша и лестничных площадок лестницы типа 2 (см. рисунок 5.12) осуществляют путем соединения лестничных площадок со стенами лестничной клетки. Соединение лестничных площадок со стенами лестничной клетки углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor (не менее четырех на марш). Диаметр углеродных анкерных жгутов следует принимать от 8 до 12 мм, количество углеродных анкерных жгутов устанавливается расчетом.



1 – стена лестничной клетки; 2 – лестничный марш; 3 – лестничная площадка; 4 – монолитное перекрытие; 5 – опорные «зубья» лестничной площадки; 6 – ниши в стенах лестничной клетки; 7 – углеродные анкерные жгуты FibArm Anchor; 8, 9 – углеродные однонаправленные ленты

Рисунок 5.12 – Усиление монолитной лестницы при устройстве ниш, проемов и шпонок в стенах лестничной клетки

5.2.4.6 Усиление лестничного марша лестниц типа 2 (см. рисунок 5.12) выполняется наклеиванием на нижней поверхности лестничного марша и боковых гранях лестничного марша углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape.

Примечание – Допускается использование взамен углеродных однонаправленных лент углеродных сеток FibArm Grid.

5.2.4.7 Усиление лестниц с наборными ступенями по металлическим косоурам, при устройстве стальных закладных деталей в стенах лестничной клетки (тип 3, см. рисунок 5.13), выполняют на основании результатов расчета и включает:

- усиление узлов сопряжения лестничного марша и лестничных площадок с другими элементами лестничной клетки (см. 5.2.4.8-5.2.4.10);
- усиление лестничных маршей (см. 5.2.4.11).

5.2.4.8 Усиление узла сопряжения лестничной площадки со стенами лестничной клетки лестницы типа 3 (см. рисунок 5.13) выполняют углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor (не менее четырех на лестничную площадку).

5.2.4.9 Соединение лестничного марша и лестничной площадки лестницы типа 3 (см. рисунок 5.13) выполняют углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor (не менее четырех на лестничный марш).

5.2.4.10 Исключение смещения наборных ступеней лестничного марша типа 3 (см. рисунок 5.13) от стен лестничной клетки осуществляют наклеиванием на подступеньки наборных ступеней углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor диаметром от четырех до восьми миллиметров с анкерровкой в стены лестничной клетки.

5.2.4.11 Усиление лестничного марша лестницы типа 3 (см. рисунок 5.13) исключает недопустимое смещение наборных ступеней лестничного марша и выполняется наклеиванием на нижней и боковой поверхности наборных ступеней лестничного марша углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape. Соединение наборных ступеней с металлическим косоуром выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или FibArm Spread Tape, при этом наклеивание последних на металлический косоур следует производить при условии

исключения гальванической коррозии металла косоура в месте контакта с армирующим наполнителем элементов усиления, путем нанесения изоляционного слоя на металлический косоур. В качестве изоляционного слоя могут выступать слой адгезива толщиной более 1 мм или стеклоткань, согласно рекомендациям производителя СВА.

#### Примечания

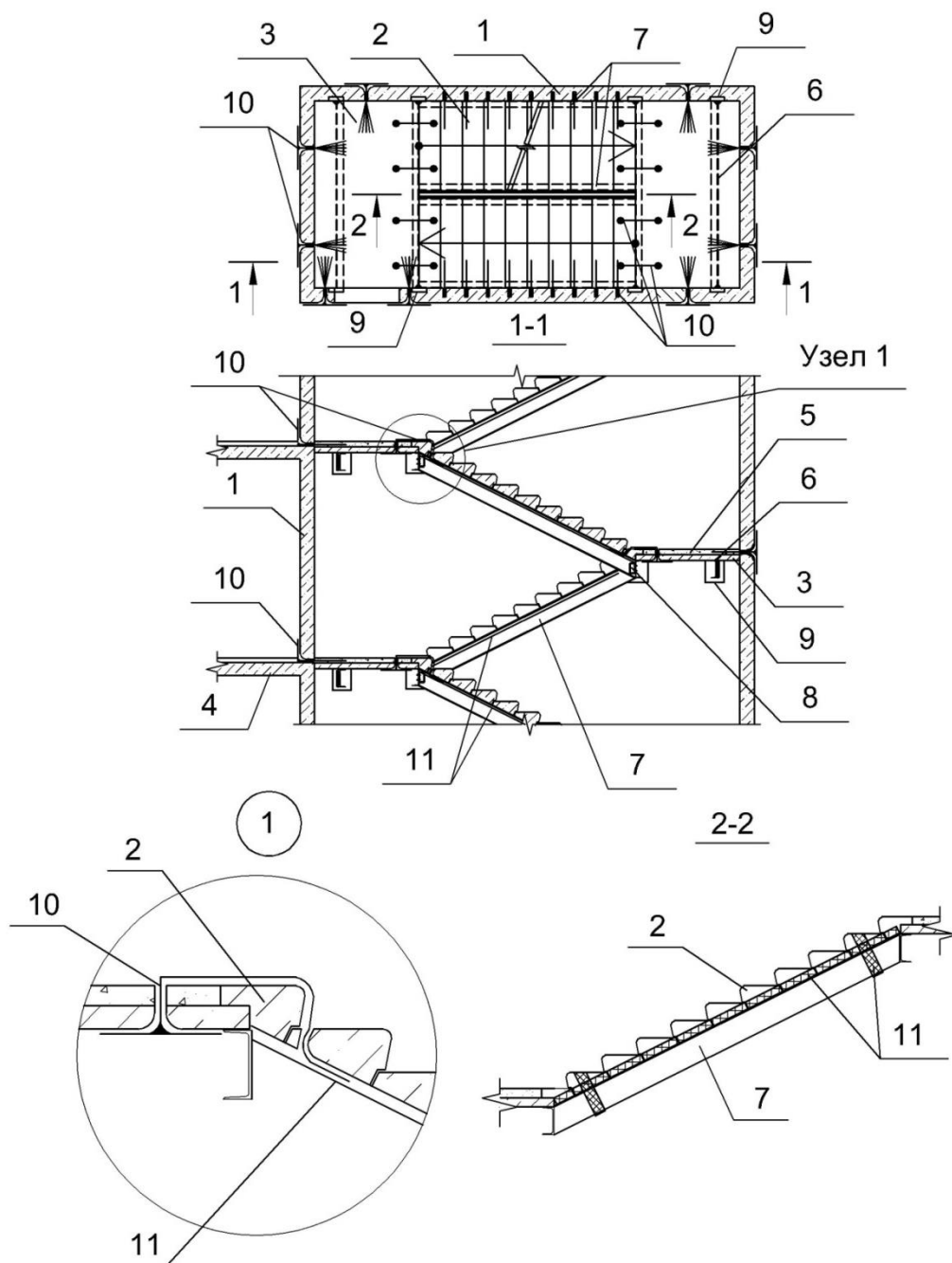
1 Допускается использование взамен углеродных однонаправленных лент углеродные сетки FibArm Grid.

2 Раствор в швах между наборными ступенями должен иметь достаточную прочность и не выкрашиваться из швов.

5.2.4.12 Длину анкерки  $l_{an}$  углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor, углеродной сетки FibArm Grid, FibArm Tape, FibArm Spread Tape наклеиваемых на поверхность стен лестничной клетки, лестничные площадки и лестничные марши следует принимать не менее 300 мм. Углеродные анкерные жгуты FibArm Anchor наклеивают на поверхность в форме равнобедренного треугольника с основанием не менее 200 мм. Длину анкерки  $l_{an}$  углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor в стены лестничной клетки следует принимать не менее 100 мм.

Установку вертикальных углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor следует производить на связующем FibArm Resin 230+, при этом технология установки должна предотвращать вытекания связующего из отверстия на период установки таких анкерных жгутов.

5.2.4.13 Стены лестничной клетки допускается усиливать по аналогии с 5.2.1, а дверные проемы стен – по аналогии с 4.2.5.



- 1 – стена лестничной клетки; 2 – лестничный марш;  
 3 – лестничная площадка; 4 – монолитное перекрытие;  
 5 – конструкция пола; 6 – металлическая балка лестничной площадки;  
 7 – металлический косоур; 8 – уголок; 9 – закладная деталь; 10 –  
 углеродный анкерный жгуты FibArm Anchor; 11 – углеродная  
 однонаправленная лента

Рисунок 5.13 – Усиление лестницы из наборных ступеней по  
 стальным косоурам при устройстве стальных закладных деталей в стенах  
 лестничной клетки

## Библиография

- [1] Свод правил СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений
- [2] Технические условия ТУ 1916-018-61664530-2013 Углеродные однонаправленные ленты для системы внешнего армирования (углеродные однонаправленные тканые полотна).
- [3] Технические условия ТУ 1916-019-61664530-2013 Углеродные двунаправленные ткани для системы внешнего армирования (углеродные двунаправленные тканые полотна).
- [4] Технические условия ТУ 1916-020-61664530-2013 Углеродные сетки для систем внешнего армирования
- [5] Технические условия ТУ 1916-021-61664530-2013 Углеродные мультиаксиальные ткани
- [6] Технические условия ТУ 1916-022-61664530-2013 Ленты углеродные однонаправленные из плетеных нитей (нетканые полотна из плетеных волокон)
- [7] Технические условия ТУ 1916-064-61664530-2015 Углеродные анкерные жгуты FibArm Anchor
- [8] Технические условия ТУ 2256-063-61664530-2015 Углепластиковые ламели FibArm Lamel
- [9] Технические условия ТУ 2257-012-61664530-2012 Состав эпоксидный двухкомпонентный FibArm Resin 230 для пропитки систем внешнего армирования FibArm



- [10] Технические условия Эпоксидное двухкомпонентное  
 ТУ 2257-047-61664530- связующее FibArm Resin 230+ для  
 2014 пропитки систем внешнего армирования  
 FibArm
- [11] Технические условия Эпоксидное двухкомпонентное связующее  
 ТУ 2257-048-61664530- FibArm Resin 530+ для пропитки систем  
 2014 внешнего армирования FibArm
- [12] Технические условия Клей эпоксидный двухкомпонентный  
 ТУ 2252-049-61664530- FibArm Resin Laminate+ для систем  
 2014 внешнего армирования FibArm
- [13] Технические условия Сухая смесь «Ремонтный состав FibArm  
 ТУ 5745-039-61664530- Repair ST»  
 2013
- [14] Технические условия Сухая смесь «Ремонтный состав FibArm  
 ТУ 5745-030-61664530- Repair FS»  
 2013
- [15] Технические условия Сухая смесь «Ремонтный состав FibArm  
 ТУ 5745-053-61664530- Repair Shotcrete»  
 2014
- [16] Альбом технических решений по сейсмоусилению каменных и  
 армокаменных конструкций зданий системой внешнего  
 армирования. АО «Препрег-СКМ», М. – 2016.

**Руководитель организации-разработчика**  
**ООО «НЦК»**

Генеральный директор

М.А. Столяров

**Руководитель организации-соисполнителя**

**АО «ЦНИИПромзданий»**

Ген. директор, проф., докт. техн. наук

В.В. Гранев