

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

**АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
ПО СЕЙСМОУСИЛЕНИЮ КАМЕННЫХ И  
АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
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 кирпичных зданий системой внешнего армирования на основе полимерных композитов с армирующим наполнителем из углеродных волокон выполняют для обеспечения требуемой надежности зданий при сейсмических воздействиях.

Сейсмостойкость существующих кирпичных зданий характеризуется максимальной интенсивностью сейсмического воздействия, которое способно выдержать здание.

Приведенные в настоящем альбоме технические решения призваны помочь проектировщику выбрать подходящий вариант повышения сейсмостойкости существующих кирпичных зданий 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, ширине проемов в кирпичных стенах, размеру простенков и т.п.)

Сейсмоусиление фундаментов, 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.....	5
2 Термины и определения.....	5
3 Общие положения по повышению сейсмостойкости зданий с каменными и армокаменными несущими конструкциями и материалы для повышения сейсмостойкости таких зданий .....	9
4 Технические решения.....	18
4.1 Усиление стен, простенков и узлов сопряжения пересекающихся стен .....	18
4.2 Создание дополнительных диафрагм жесткости .....	24
4.3 Создание антисейсмического пояса .....	27
4.4 Усиление перекрытий .....	29
4.5 Усиление столбов .....	33
4.6 Усиление путей эвакуации .....	37
4.7 Усиление оконных и дверных проемов и проемов ворот .....	40
4.8 Усиление опирания железобетонных перемычек .....	46
4.9 Усиление клинчатых перемычек.....	47
4.10 Усиление перегородок .....	48
Библиография.....	51

## 1 Область применения

1.1 В настоящем альбоме технических решений (далее – «альбом») приведены технические решения по повышению сейсмостойкости существующих зданий с каменными и армокаменными несущими конструкциями системой внешнего армирования на основе полимерных композитов FibArm (СВА) с армирующим наполнителем из углеродных волокон.

1.2 Настоящий альбом распространяется на здания со сборными железобетонными перекрытиями, с каменными и армокаменными конструкциями, каменная кладка которых выполнена из керамического и силикатного кирпича пустотностью до 25% (далее – «кладка») на тяжелых растворах.

## 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 15.13330.2012, ГОСТ 32794, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**2.1 антисейсмический пояс:** Обвязка, объединяющая стены в пространственную конструкцию и обеспечивающая совместную работу стен и перекрытий.

**2.2 армокаменные конструкции:** Конструкции, выполненные из армированной каменной кладки.

**2.3 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 (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).

**2.4 каменные конструкции:** Конструкции, выполненные из не армированной каменной кладки.

**2.5 кирпич:** Керамическое или силикатное штучное изделие высотой не более 88 мм включительно, предназначенное для устройства кладок на строительных растворах.

Примечание – В настоящее время кирпичи керамические и силикатные выпускаются по ГОСТ 530 и ГОСТ 379 размерами 250×120×65 мм и 250×120×88 мм.

**2.6 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».

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

**2.8 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]

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

[СП 164.1325800.2014, пункт 3.8]

**2.10 стойкость здания к сейсмическому воздействию (сейсмостойкость):** Свойство здания, в том числе здания со стеновой конструктивной системой, сохранять работоспособное состояние во время и после сейсмического воздействия в течение всего срока службы в пределах заданных при проектировании значений интенсивности сейсмического воздействия.

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

[ГОСТ 26883-86, пункт 16]

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

**2.13 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.

**2.14 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 каменной или армокаменной конструкции.

**2.15 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]

**2.16 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 Общие положения по повышению сейсмостойкости зданий с каменными и армокаменными несущими конструкциями и материалы для повышения сейсмостойкости таких зданий**

3.1 Повышение сейсмостойкости существующих зданий с каменными и армокаменными несущими конструкциями (далее – «здания») со сборными железобетонными перекрытиями следует выполнять в зданиях с недостаточной сейсмостойкостью.

3.2 Сейсмостойкость зданий 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.

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

3.3 Повышение сейсмостойкости зданий выполняют:

- без изменения конструктивного решения и расчетной схемы здания;
- с изменением конструктивного решения и расчетной схемы здания.

3.4 Повышение сейсмостойкости конструкций без изменения конструктивного решения и расчетной схемы здания выполняют путем повышения несущей способности основных несущих конструкций и узлов сопряжения таких конструкций и недопущения разрушения ненесущих конструкций и включает:

- усиление стен и простенков;
- усиление узлов сопряжения пересекающихся стен;
- создание антисейсмических поясов;
- усиление перекрытий;
- усиление столбов;

- усиление путей эвакуации;
- усиление оконных и дверных проемов;
- усиление перемычек (клинчатых и железобетонных);
- усиление перегородок.

3.5 Повышение сейсмостойкости с изменением конструктивного решения и расчетной схемы здания выполняются путем устройства дополнительных строительных конструкций (диафрагм жесткости, вертикальных связей и т.п.), соединенных с существующими строительными конструкциями и обеспечивающих перераспределения усилий в конструктивной схеме здания и снижение нагрузок на существующие конструкции.

3.6 В таблице 3.1 представлены технические решения для повышения сейсмостойкости зданий с несущими стенами с использованием СВА при повышении сейсмичности района строительства или площадки строительства.

Таблица 3.1 – Технические решения для повышения сейсмостойкости зданий с использованием СВА

Признак необходимости усиления	Конструктивное решение	Выполняется по требованиям	Условия применения
Не достаточная прочность стен. Не достаточная жесткость узлов сопряжения продольных и поперечных стен, а также стен с перекрытиями	Усиление стен, простенков и сопряжения пересекающихся стен	4.1	Во всех случаях
Не обеспечивается восприятие горизонтальных усилий	Создание дополнительных диафрагм жесткости	4.2	Во всех случаях

*Продолжение таблицы 3.1*

Признак необходимости усиления	Конструктивное решение	Выполняется по требованиям	Условия применения
Отсутствует антисейсмический пояс	Создание антисейсмического пояса	4.3	Во всех случаях
Не достаточная жесткость диска перекрытий для передачи усилий	Усиление перекрытия	4.4	Во всех случаях
Недостаточная несущая способность каменных столбов при воздействии статических и динамических нагрузок	Усиление столбов	4.5	–
Недостаточная жесткость узлов сопряжения лестничных маршей и лестничных площадок между собой и с несущими продольными или поперечными стенами	Усиление узлов сопряжения лестничных маршей и лестничных площадок между собой и с несущими продольными или поперечными стенами	4.6	Во всех случаях
Ширина оконных и дверных проёмов превышает нормативные требования	Усиление оконных и дверных проёмов	4.7	–
Длина опирания железобетонной перемычки стены и простенки недостаточна	Усиление опирания железобетонной перемычки	4.8	

Окончание таблицы 3.1

Признак необходимости усиления	Конструктивное решение	Выполняется по требованиям	Условия применения
Недостаточная несущая способность клинчатых перемычек	Усиление клинчатых перемычек путем наклеивания элементов СВА	4.9	–
Наличие внутренних перегородок, не отвечающих требованиям норм	Усиление перегородок	4.10	–

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

- углеродные однонаправленные ленты (углеродные однонаправленные тканые полотна) FibArm Tape (см. рисунок 3.3);
- углеродные однонаправленные ленты из плоских волокон FibArm Spread Tape (см. рисунок 3.4);
- углеродные двунаправленные ткани (углеродные двунаправленные тканые полотна) FibArm Tape (см. рисунок 3.5);
- мультиаксиальные ткани (см. рисунок 3.6);
- углеродные сетки FibArm Grid (см. рисунок 3.7);
- углеродные анкерные жгуты FibArm Anchor (см. рисунок 3.8);
- углепластиковые ламели FibArm Lamel (см. рисунок 3.9);
- 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.

**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>3)</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 терморезистивного адгезива рекомендуется осуществлять изготовителю СВА.



Рисунок 3.3 – Внешний вид углеродной однонаправленной ленты FibArm Tape

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

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

<sup>3)</sup> Такие места в ткацкой промышленности принято называть перекрытиями.

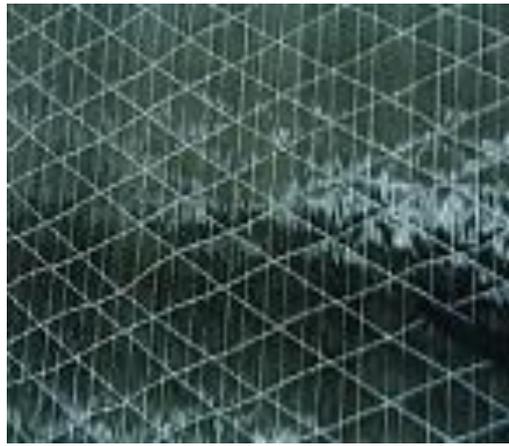
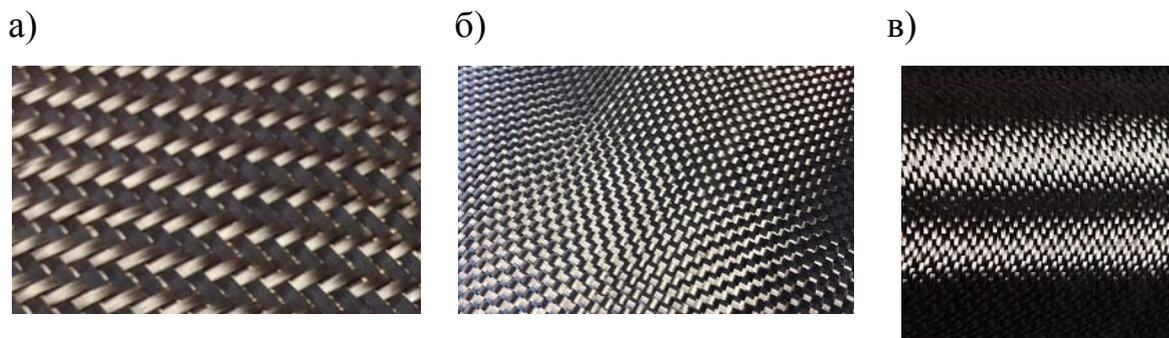


Рисунок 3.4 – Внешний вид углеродной однонаправленной ленты из плоских волокон FibArm Spread Tape



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

Рисунок 3.5 – Внешний вид и виды плетения углеродных двунаправленных тканей FibArm Tape



Рисунок 3.6 – Внешний вид мультиаксиальной ткани

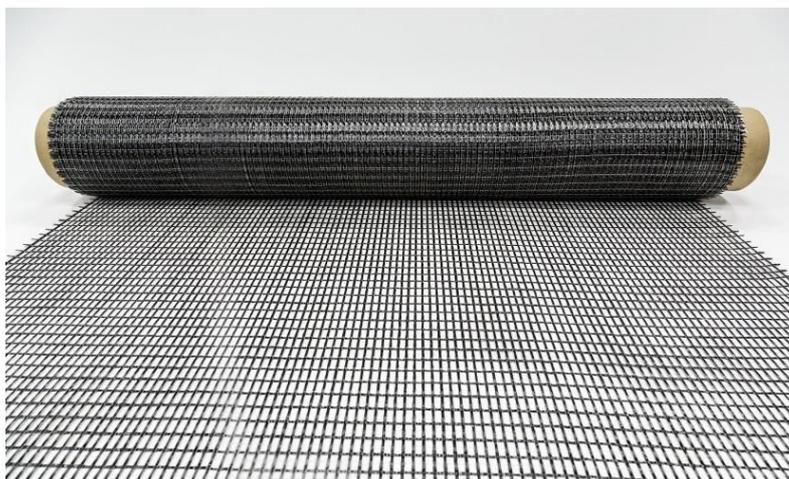


Рисунок 3.7 – Внешний вид углеродной сетки FibArm Grid



Рисунок 3.8 – Внешний вид углеродного анкерного жгута FibArm Anchor



Рисунок 3.9 – Внешний вид углепластиковой ламели FibArm Lamel

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

3.7.2 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+.

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

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

3.7.5 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. 3.7.5.1);
  - с мелким наполнителем (см. 3.7.5.2);
- механизированного нанесения (см. 3.7.5.3).

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

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

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

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

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

## 4 Технические решения

### 4.1 Усиление стен, простенков и узлов

#### сопряжения пересекающихся стен

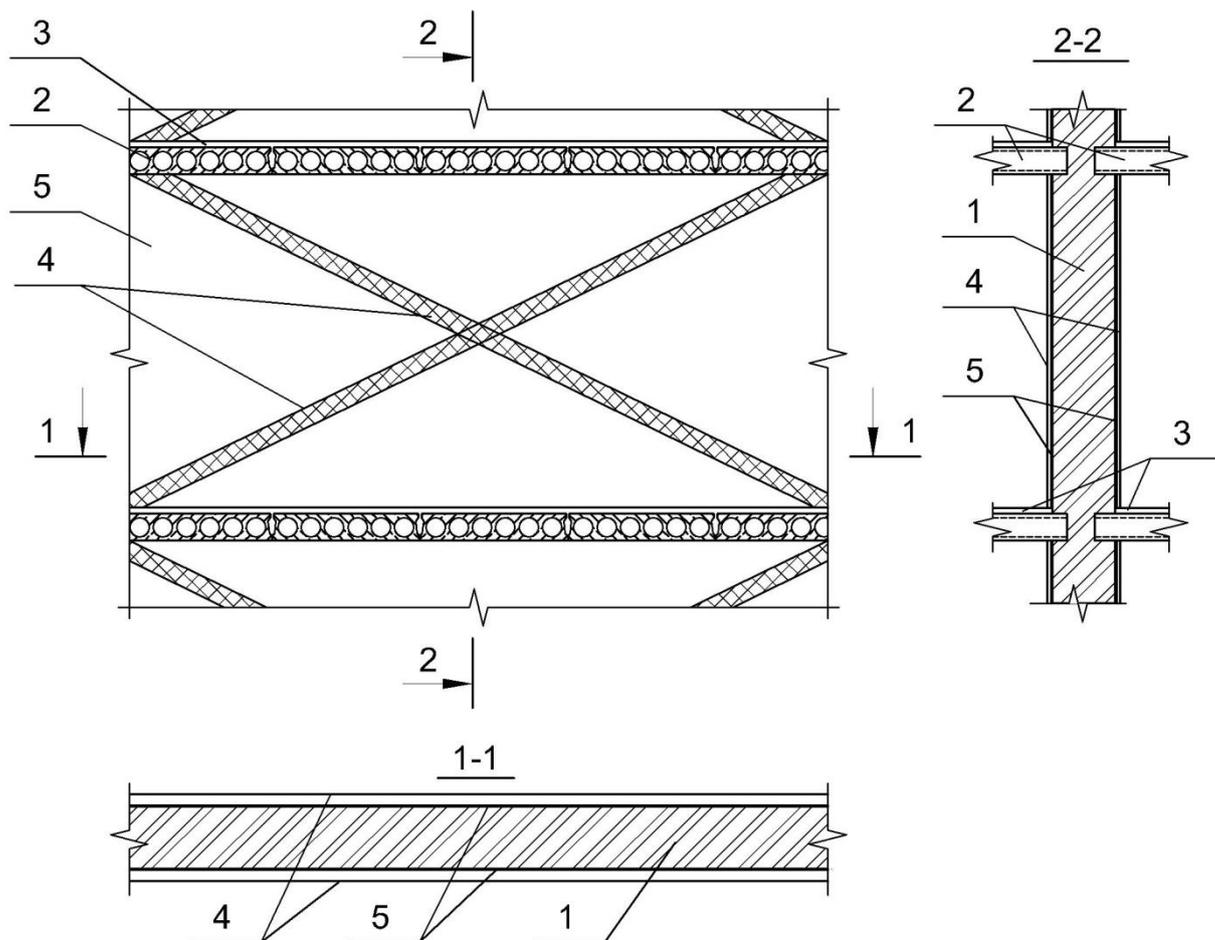
4.1.1 Усиление стен (см. 4.1.2), простенков (см. 4.1.3) и узлов сопряжения пересекающихся стен (см. 4.1.4) выполняют для стен, простенков и узлов сопряжения пересекающихся стен, имеющих недостаточную несущую способность при сейсмическом воздействии и несоответствии кладки требованиям, предъявляемым к кладкам I и II категориям.

Усиление выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или углеродными однонаправленными лентами из плоских волокон FibArm Spread Tape. Тип, ширина  $b_f$  и шаг  $s_f$  углеродных лент определяется расчетом.

4.1.2 Усиление стен выполняют:

- наклеиванием горизонтальных и/или вертикальных углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape по двум сторонам стен (см. рисунок 4.1);
- двусторонним наклеиванием углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape с двух сторон стен по диагоналям под углом от  $30^\circ$  до  $60^\circ$  относительно горизонтали (см. рисунок 4.2).

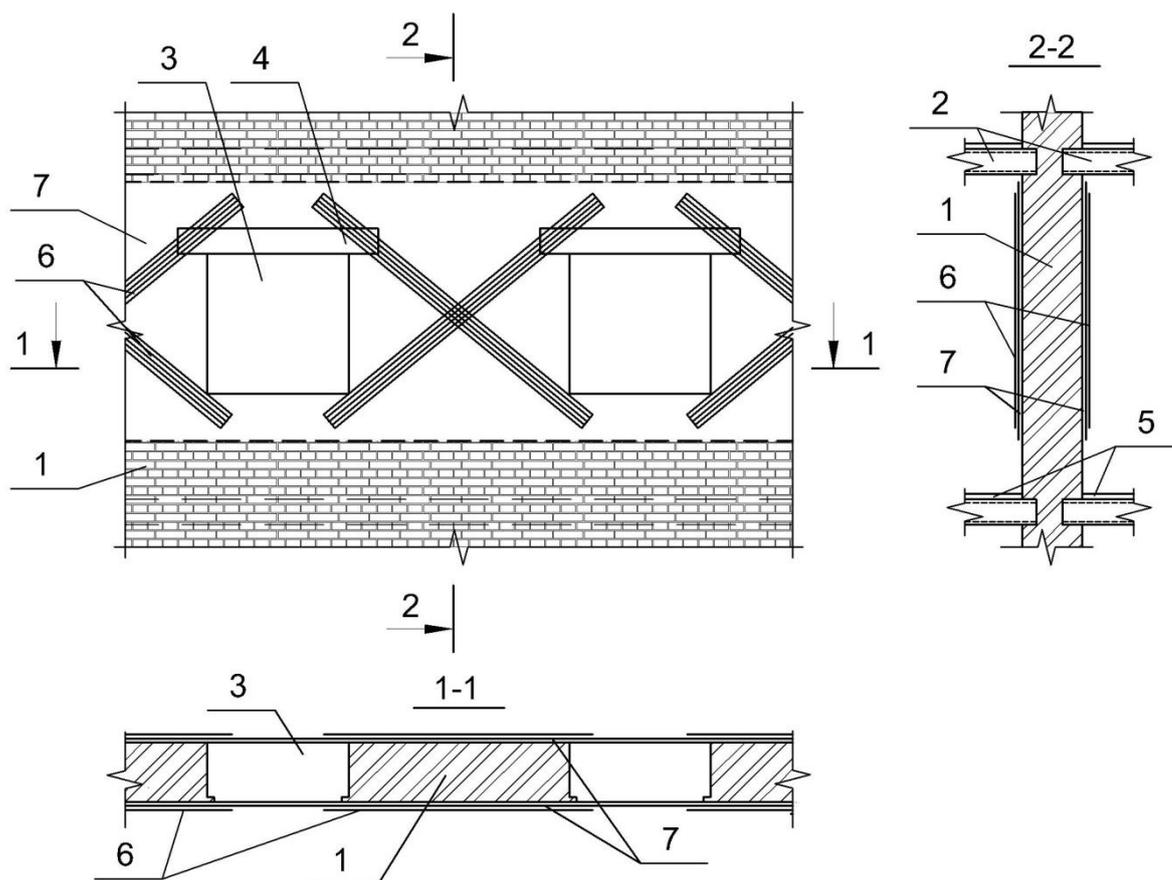




1 – стена; 2 – плиты перекрытия; 3 – конструкция пола;  
 4 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.2 – Усиление стен путем наклеивания диагональных углеродных однонаправленных лент

4.1.3 Усиление простенков выполняют путем наклеивания углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape по диагоналям на кладку оконных простенков с двух сторон простенка, как показано на рисунке 4.3.



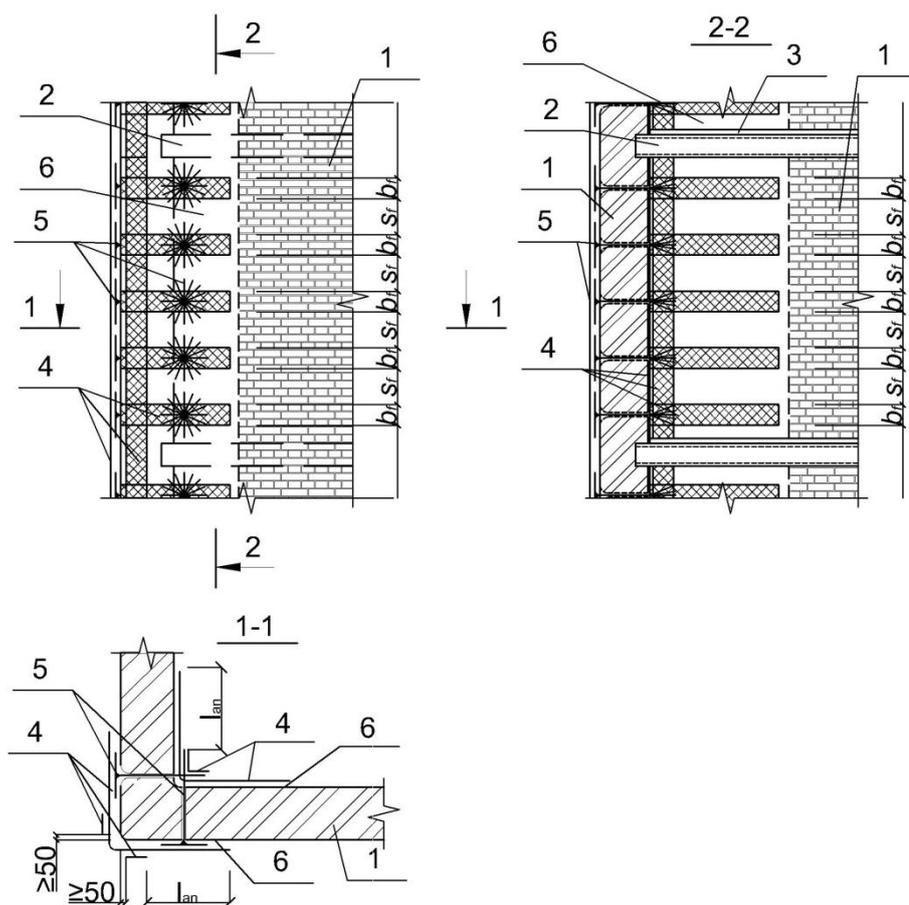
1 – стена; 2 – перекрытие; 3 – окно; 4 – перемычка; 5 – конструкция пола; 6 – углеродные однонаправленные ленты; 7 – ремонтный состав

Рисунок 4.3 – Усиление простенков

4.1.4 Усиление узлов сопряжения пересекающихся стен включает:

- усиление угловых пересечений стен (см. 4.1.4.1-4.1.4.5);
- усиление не угловых пересечений стен (см. 4.1.4.7-4.1.4.11).

4.1.4.1 Усиление угловых пересечений стен осуществляется путем наклейки вертикальных и горизонтальных углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape на кладку (см. рисунок 4.4).



1 – стена; 2 – перекрытия; 3 – конструкция пола; 4 – углеродные  
однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.4 – Усиление угловых пересечений стен

4.1.4.2 Наклеивание вертикальных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape производится с двух сторон стены на расстоянии не более 50 мм от угла здания поверх горизонтальных лент.

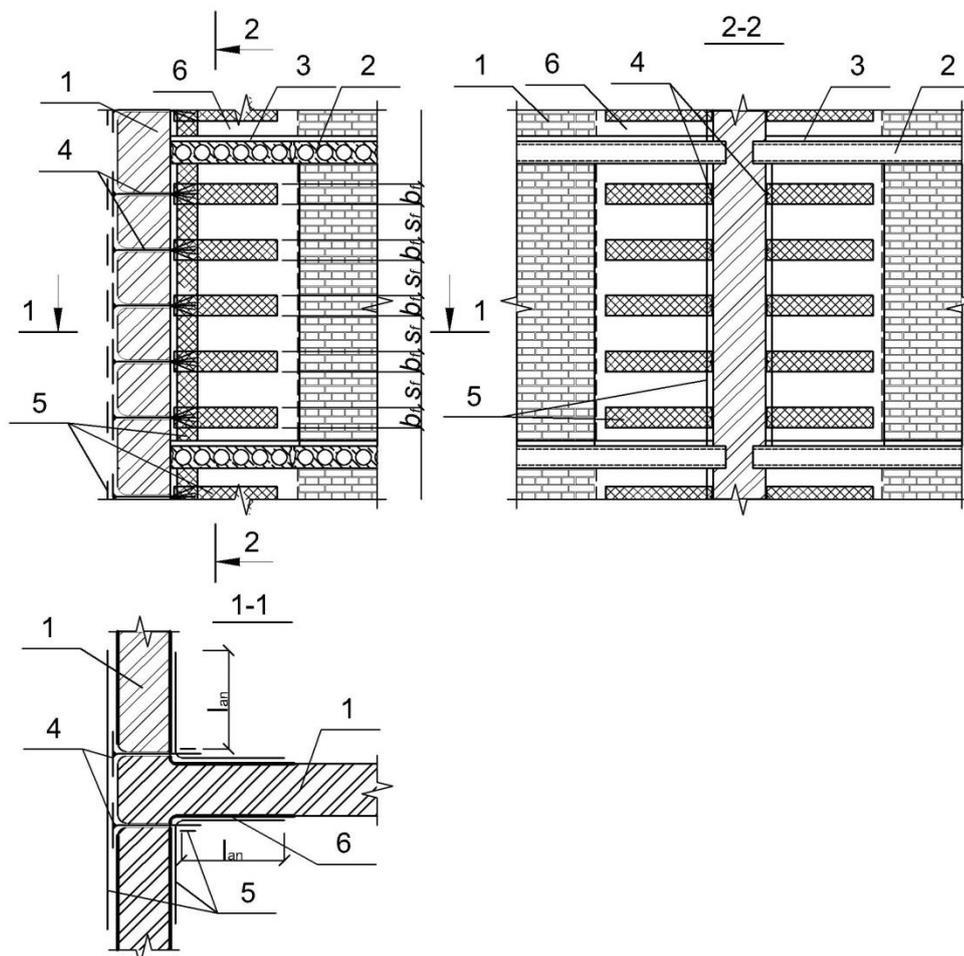
4.1.4.3 Горизонтальные ленты следует наклеивать с шагом  $s_f$  не более 800 мм.

4.1.4.4 Длину анкеровки лент  $l_{an}$  относительно внутренних граней стен следует принимать не менее 600 мм.

4.1.4.5 При загибе лент через углы конструкций необходимо выполнить на углах скругления с радиусом не менее 20 мм.

4.1.4.6 Длину анкеровки жгута FibArm Anchor следует принимать не менее 300 мм.

4.1.4.7 Усиление не угловых пересечений стен выполняют путем соединения пересекающихся стен углеродными анкерными жгутами и наклеиванием углеродных однонаправленных лент как это показано на рисунке 4.5.



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

Рисунок 4.5 – Усиление не угловых пересечений стен

Данное усиление позволяет при расчете кирпичных стен включить в состав сечения стены участки стен, перпендикулярные плоскости рассчитываемой стены, длиной, равно 0,25 высоты здания от уровня фундамента до верха стены, но не более 2 м.

4.1.4.8 Для усиления не угловых пересечений стен следует применять углеродные анкерные жгуты FibArm Anchor диаметром 10 и 15 мм. Сечение

и шаг жгутов следует принимать по расчету, но не менее 5 штук на каждый этаж.

4.1.4.9 Отверстия для пропуска углеродных анкерных жгутов в не угловых пересечениях стен должны быть на 5 мм больше диаметра углеродного анкерного жгута.

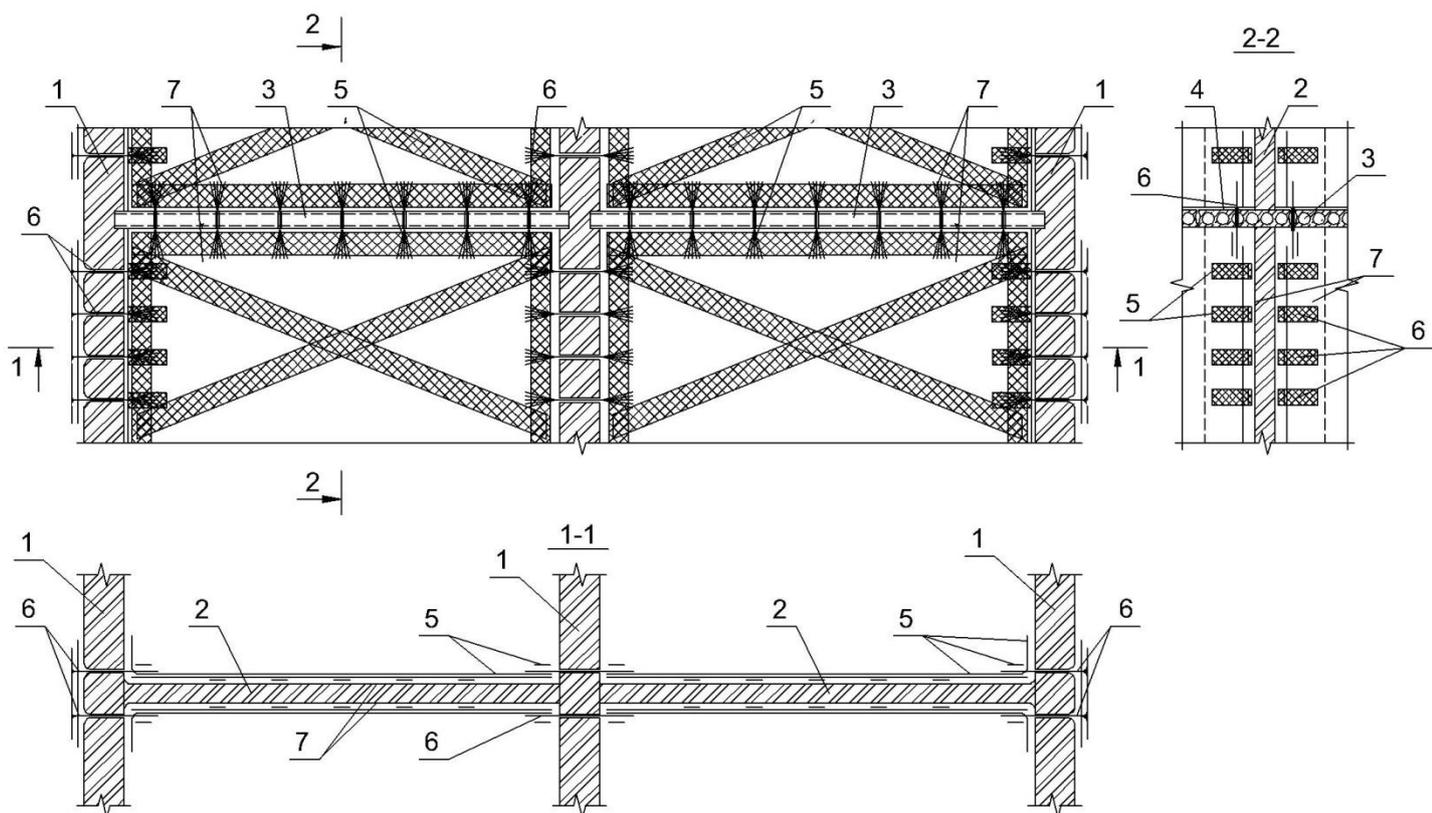
4.1.4.10 Длину анкеровки  $l_{an}$  углеродных однонаправленных лент относительно внутреннего угла стен следует принимать не менее 300 мм.

4.1.4.11 Длину анкеровки жгута FibArm Anchor следует принимать не менее 300 мм.

## **4.2 Создание дополнительных диафрагм жесткости**

4.2.1 Создание дополнительных диафрагм жесткости осуществляется с помощью углеродных однонаправленных лент FibArm Tape и FibArm Spread Tape и углеродных анкерных жгутов FibArm Anchor (см. рисунок 4.6). Диафрагмы жесткости должны устраиваться на всю высоту здания.

Примечание – Допускается не устраивать диафрагму жесткости на последнем этаже здания, если это подтверждено расчетом.



1 – несущая кирпичная стена; 2 – ненесущая перегородка; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола; 5 – углеродные однонаправленные ленты; 6 – углеродные анкерные жгуты; 7 – ремонтный состав

Рисунок 4.6 – Создание диафрагм жесткости из кирпичных перегородок

4.2.2 Для создания дополнительных диафрагм жесткости могут использоваться существующие перегородки или возводиться новые толщиной не менее 250 мм. При этом кладка должна быть не ниже II категории с временным сопротивлением осевому растяжению по неперевязанным швам не менее 120 кПа. Создание диафрагм жесткости включает:

- соединение существующих или вновь возводимых перегородок между собой и с несущими стенами согласно 4.2.2.1-4.2.2.3;
- усиление существующих или вновь возводимых перегородок согласно 4.2.2.4;

4.2.2.1 Соединение дополнительных диафрагм жесткости из существующих или вновь возводимых перегородок между собой и по высоте выполняют углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor диаметром от 10 до 15 мм. Сечение и шаг углеродных анкерных жгутов следует принимать по расчету, но не менее 6 штук на каждую сторону. 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.

4.2.2.2 Длину анкерной углеродной анкерной жгута следует принимать не менее 300 мм. При этом оба конца углеродного анкерного жгута следует наклеивать в виде веера с шириной основания не менее 200 мм.

4.2.2.3 Соединение дополнительных диафрагм жесткости из существующих или вновь возводимых перегородок с несущими стенами осуществляется углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor диаметром от 10 до 15 мм. и углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или FibArm Spread Tape. Количество углеродных анкерных жгутов и углеродных однонаправленных лент следует принимать конструктивно с шагом  $s_f$  не более 500 мм, но не менее 4 штук на сторону.

4.2.2.4 Усиление существующих или вновь возводимых перегородок для создания дополнительных диафрагм жесткости выполняют путем наклеивания по диагоналям, вертикально и горизонтально ориентированных углеродных однонаправленных лент и таких же лент, наклеенных по диагоналям существующей перегородки. Приклеивание углеродных однонаправленных лент выполняют поверх углеродных анкерных жгутов.

### 4.3 Создание антисейсмического пояса

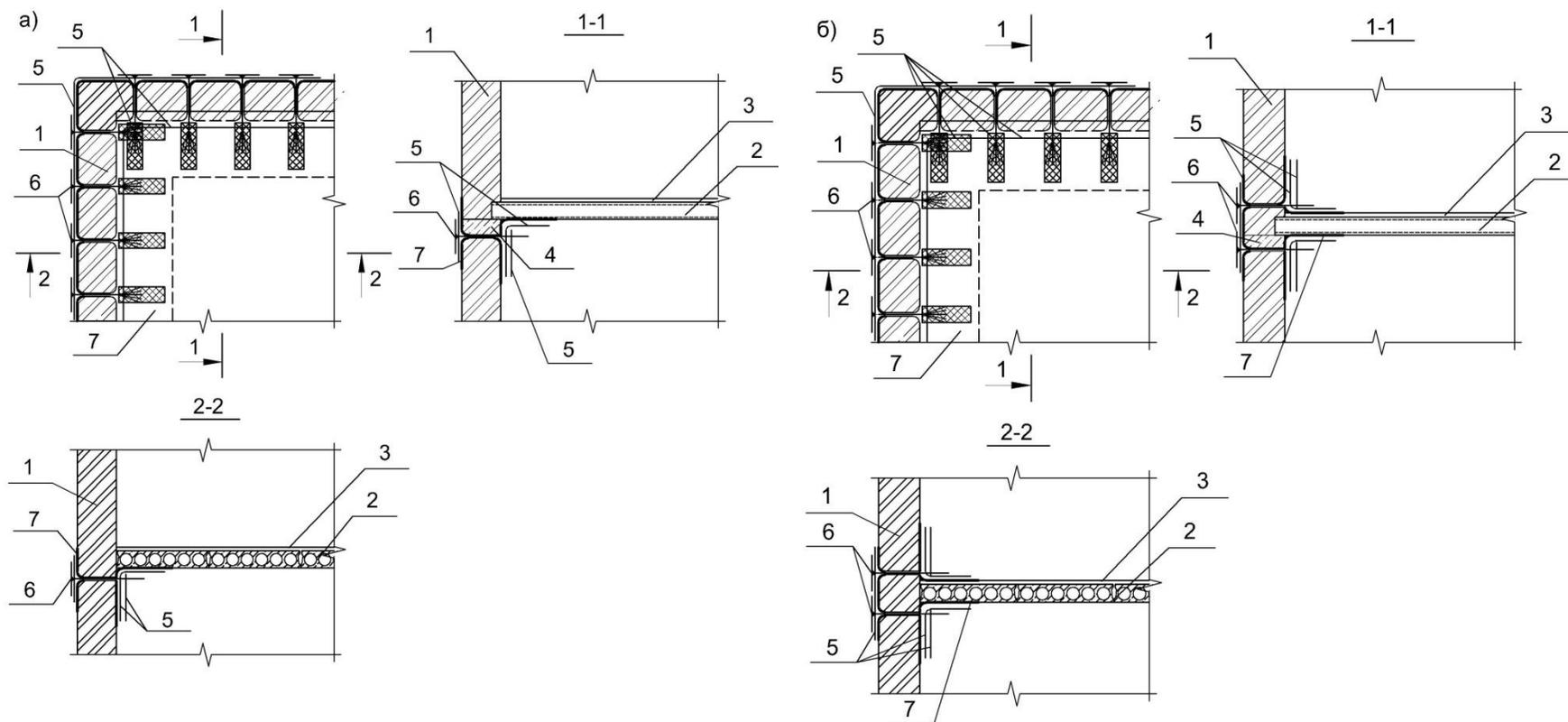
4.3.1 Создание антисейсмического пояса (см. рисунок 4.7) выполняют для исключения развития магистральных трещин по высоте здания при сейсмических воздействиях с соблюдением требований 4.3.3.

4.3.2 Создание антисейсмического пояса при сейсмичности площадки строительства 7 баллов осуществляется согласно 4.3.2.1, а при сейсмичности площадки строительства 8 и 9 баллов – согласно 4.3.2.2.

4.3.2.1 Создание антисейсмического пояса при сейсмичности площадки строительства 7 баллов выполняют соединением стен с перекрытиями углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor и углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или FibArm Spread Tape, как это показано на рисунке 4.7 а), а также продольным армированием из углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape, расположенным внутри здания под перекрытием и с наружной стороны стены. Соединение углеродных однонаправленных лент, расположенных внутри здания под перекрытием в местах пересечения поперечных стен выполняют углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor диаметром не менее 15 мм.

4.3.2.2 Создание антисейсмического пояса при сейсмичности площадки строительства 8 и 9 баллов (см. рисунок 4.7 б)) выполняют аналогично 4.3.2.1, при этом соединение стен с перекрытиями и продольное армирование внутри здания выполняется с обеих сторон перекрытия.

4.3.3 Количество углеродных анкерных жгутов и углеродных однонаправленных лент следует принимать по расчету с шагом  $s_f$  не более 500 мм. Длину анкеровки углеродных анкерных жгутов следует принимать не менее 300 мм. При этом оба конца углеродного анкерного жгута следует наклеивать в виде веера с шириной основания не менее 200 мм.



а) при сейсмичности 7 баллов б) при сейсмичности 8-9 баллов

1 – кирпичная стена; 2 – плиты перекрытия; 3 – конструкция пола; 4 – железобетонная подушка;  
5 – углеродные однонаправленные ленты; 6 – углеродные анкерные жгуты; 7 – ремонтный состав

Рисунок 4.7 Создание антисейсмического пояса

## 4.4 Усиление перекрытий

4.4.1 Усиление диска перекрытия выполняется с целью повышения его жесткостных характеристик и обеспечения совместной работы плит перекрытия друг с другом и включает:

- наклеиванием отдельных диагонально-ориентированных углеродных однонаправленных лент согласно 4.4.1.1 (тип 1);
- сплошным наклеиванием углеродных двунаправленных и биаксиальных и квадроаксиальных тканей согласно 4.4.1.2 (тип 2);
- усилением стен в месте опирания балок перекрытия согласно 4.4.1.3.

Для обоих видов усиления необходимо произвести очистку вертикальных швов между плитами перекрытия с последующим заполнением швов мелкозернистым бетоном класса не ниже В15.

Усиление выполняют:

- углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape;
- углеродных однонаправленных лент из плоских волокон FibArm Spread Tape;
- углеродными двунаправленными тканями FibArm Tape;
- биаксиальными и квадроаксиальными тканями.

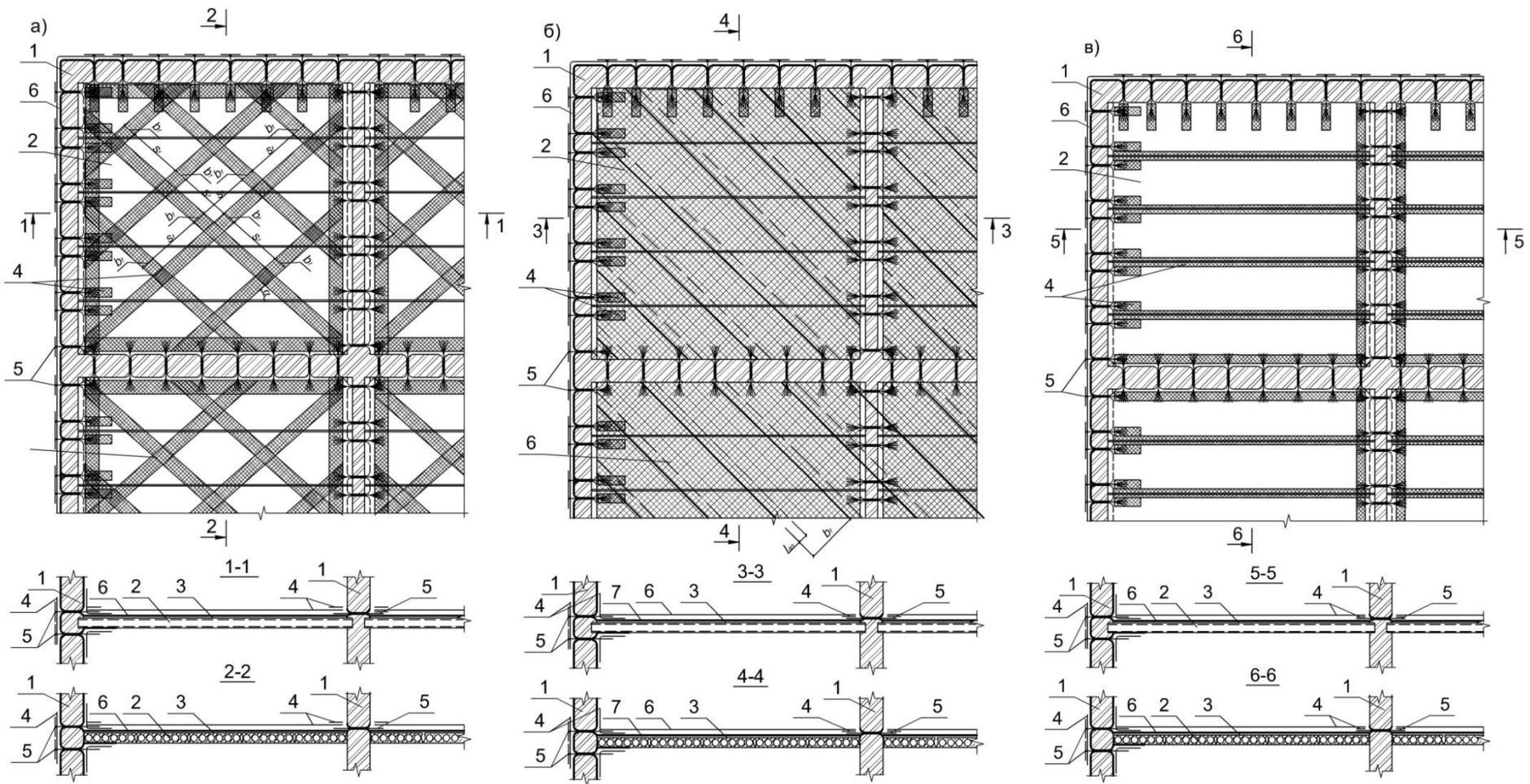
4.4.1.1 Усиление перекрытий типа 1 выполняют наклеиванием отдельных диагонально-ориентированных углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape, согласно рисунку 4.8 а) и соединяют плиты смежных пролетов между собой углеродными анкерными жгутами FinArm Anchor. Угол наклона диагонали  $\alpha$  к продольной оси плит перекрытий должен составлять от  $40^\circ$  до  $50^\circ$ . Диаметр и количество углеродных анкерных жгутов принимается по расчету, но не менее двух штук. Тип, ширина  $b_f$  и шаг  $s_f$  углеродных лент определяется расчетом. Создание антисейсмического пояса, показанного на рисунке 4.8 а) выполняют согласно 4.3.

Примечание – Допускается использование взамен углеродных однонаправленных лент углеродных ламелей FibArm Lamel

4.4.1.2 Усиление перекрытий типа 2 выполняют сплошным наклеиванием углеродных двунаправленных тканей FibArm Tare и биаксиальных тканей под углом  $\alpha$  к продольной оси плит перекрытий согласно рисунку 4.8 б) и соединяют плиты смежных пролетов между собой углеродными анкерными жгутами. Угол наклона  $\alpha$  должен составлять от  $40^\circ$  до  $50^\circ$ . Диаметр и количество углеродных анкерных жгутов принимается по расчету, но не менее двух штук. Площадь поперечного сечения углеродных двунаправленных и биаксиальных тканей принимается по расчету. Создание антисейсмического пояса, показанного на рисунке 4.8 а) выполняют согласно 4.3.

Соединение углеродных двунаправленных и биаксиальных тканей между собой следует производить внахлестку, при этом величина нахлестки должна быть не менее 250 мм

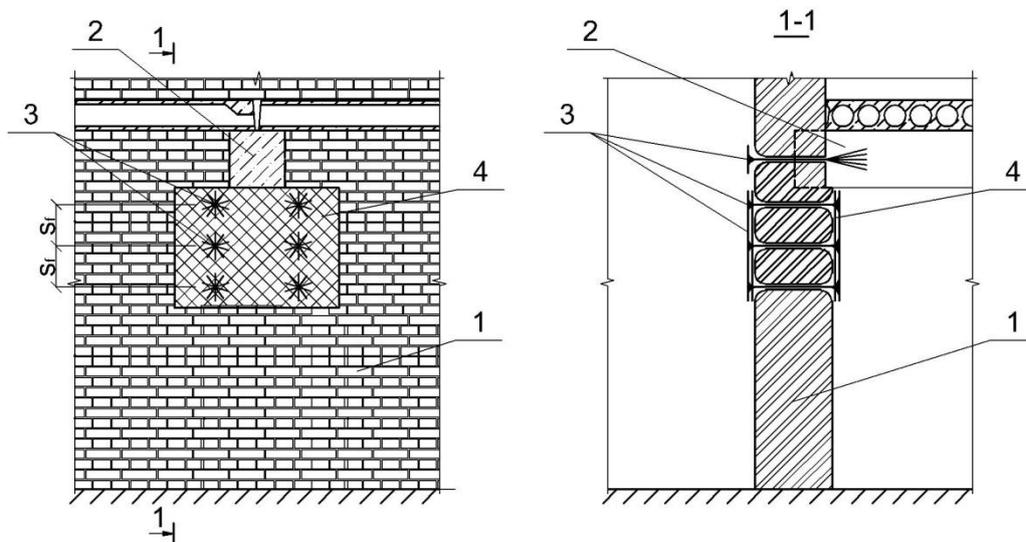
Допускается выполнять наклеивание двунаправленной ткани FibArm Tare и квадроаксиальных тканей отдельными полосами, как это показано на рисунке 4.8 в).



а) отдельными диагональными углеродными однонаправленными лентами; б) сплошной углеродной двунаправленной тканью; в) отдельными полосами углеродно двунаправленной ткани  
 1 – кирпичная стена; 2 – плиты перекрытия; 3 – конструкция пола; 4 – углеродные однонаправленные ленты;  
 5 – углеродные анкерные жгуты; 6 – ремонтный состав

Рисунок 4.8 – Усиление перекрытия

4.4.1.3 Усиление стен в месте опирания балок перекрытия выполняют для повышения несущей способности стен смятию и дополнительной анкерки балок перекрытия в стены как это показано на рисунке 4.9. Усиление выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Таре или двунаправленными тканями FibArm Таре. Шаг углеродных анкерных жгутов  $s_f$  определяется расчетом. Для анкерки балок рекомендуется использовать углеродные анкерные жгуты диаметром не менее 15 мм.



1 – стена; 2 – балка перекрытия; 3 – углеродный анкерных жгут;  
4 – элемент усиления

Рисунок 4.9 – Усиление стен в месте опирания балок перекрытия

## 4.5 Усиление столбов и узлов сопряжения столбов с перекрытием

4.5.1 Усиление столбов выполняют на основании результатов расчета, с соблюдением конструктивных требований 4.5.4 – 4.5.7. Усиление столбов выполняется для повышения их несущей способности и изгибной жесткости путем создания эффекта обоймы, поперечным и продольным армированием.

Усиление выполняют:

- углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape;
- углеродными однонаправленными лентами из плоских волокон FibArm Spread Tape;
- углеродными двунаправленными тканями FibArm Tape;
- биаксиальными тканями.

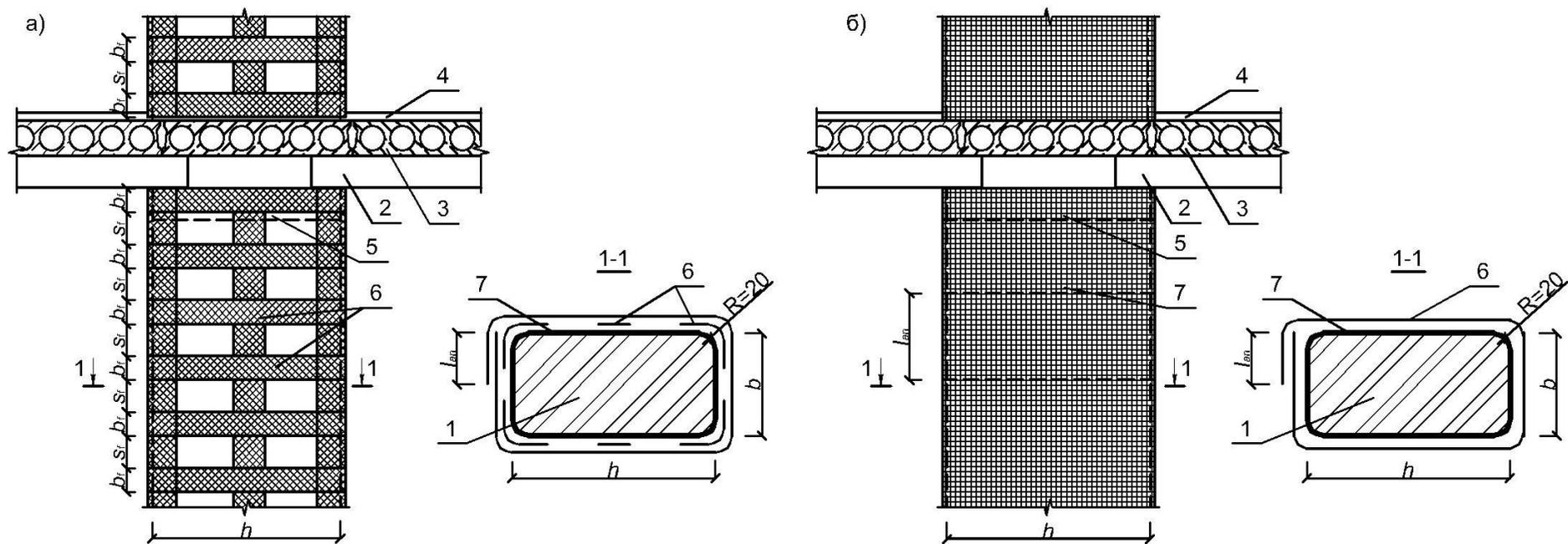
4.5.2 Усиление столбов выполняют на всю высоту этажа в виде прерывистых обойм и непрерывного по высоте продольного армирования из углеродных однонаправленных лент FibArm Tape или FibArm Spread Tape (тип 1, согласно 4.5.2.1) или сплошных обоймы из углеродных двунаправленных тканей FibArm Tape или биаксиальных тканей (тип 2, согласно 4.5.2.2). Поперечное сечение продольных элементов СВА назначается из условий восприятия дефицита дополнительного момента поперечным сечением столба и для обеспечения необходимой изгибной жесткости, а поперечное сечение хомутов – из условия повышения прочности каменной кладки при сжатии. При отношении сторон более 1:1,5 следует устанавливать дополнительно промежуточные углеродные анкерные жгуты FibArm Anchor так, чтобы указанное выше соотношение сторон выполнялось.

4.5.2.1 Усиление столбов типа 1 (см. рисунок 4.10, а)) включает:

- наклеивание вертикально ориентированных углеродных однонаправленных лент;
- наклеивание поперечных хомутов.

4.5.2.2 Усиление столбов типа 2 (см. рисунок 4.10, б)) выполняется путем наклеивания сплошных углеродных двунаправленных тканей.

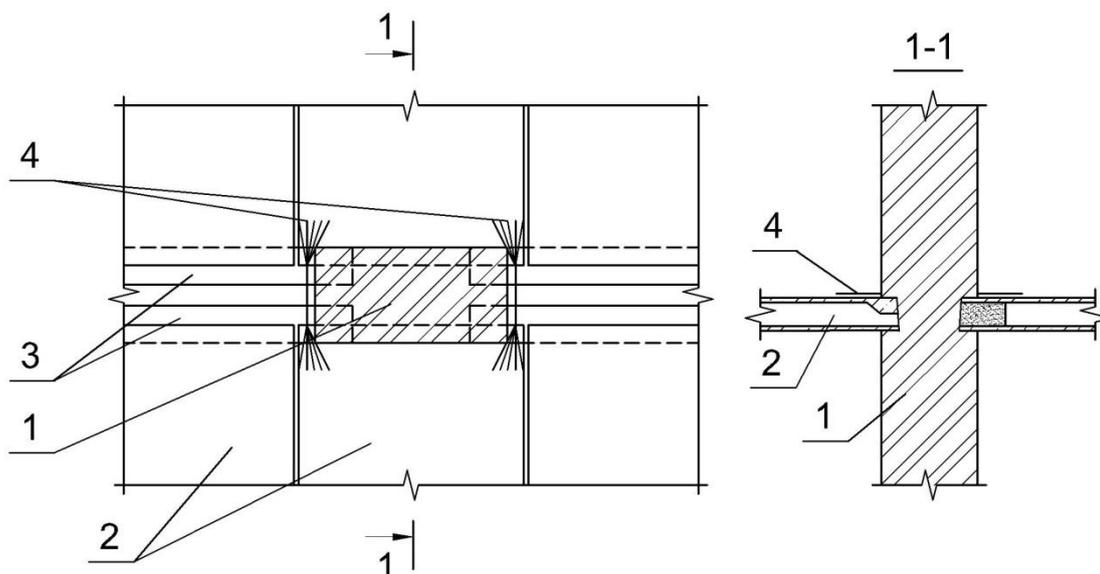
4.5.3 Усиление узлов сопряжения столбов с перекрытием выполняют в зданиях с неполным каркасом при сейсмичности площадки строительства не более 7 баллов для обеспечения устойчивости столбов в двух взаимно перпендикулярных направлениях, как это показано на рисунке 4.11.



а) углеродными однонаправленными лентами; б) углеродными двунаправленными тканями

1 – столб; 2 – ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – конструкция пола; 5 – железобетонная подушка; 6 – углеродные однонаправленные ленты; 7 – ремонтный состав

Рисунок 4.10 – Усиление кирпичных столбов



1 – столб; 2 – плиты перекрытия; 3 – балка;  
4 – углеродный анкерный жгут

Рисунок 4.11 – Усиление узлов сопряжения столбов  
с перекрытием

4.5.4 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  $h/2$ ;  $3 \cdot b_f$ . (где  $h$  – меньший размер поперечного сечения конструкции).

4.5.5 Внешние углы столбов в местах наклейки СВА должны быть закруглены с радиусом не менее 20 мм.

4.5.6 Число слоев углеродных однонаправленных лент и углеродных двунаправленных и биаксиальных тканей в многослойных СВА следует ограничивать в зависимости от силы сцепления композитного материала с поверхностью основания. Рекомендуемое число слоев следует принимать не более трёх.

4.5.7 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.

## **4.6 Усиление путей эвакуации**

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

4.6.2 Усилению подлежат следующие элементы лестничных клеток:

- лестницы со сборными лестничными маршами и лестничными площадками (см. 4.6.2.1-4.6.2.3);
- стены (см. 4.6.3);
- дверные проемы (входы и выходы) (см. 4.7).

4.6.2.1 Усиление лестниц со сборными лестничными маршами и лестничными площадками (см. рисунок 4.12) выполняют на основании результатов расчета, с соблюдением конструктивных требований 4.6.4-4.6.5, и включает:

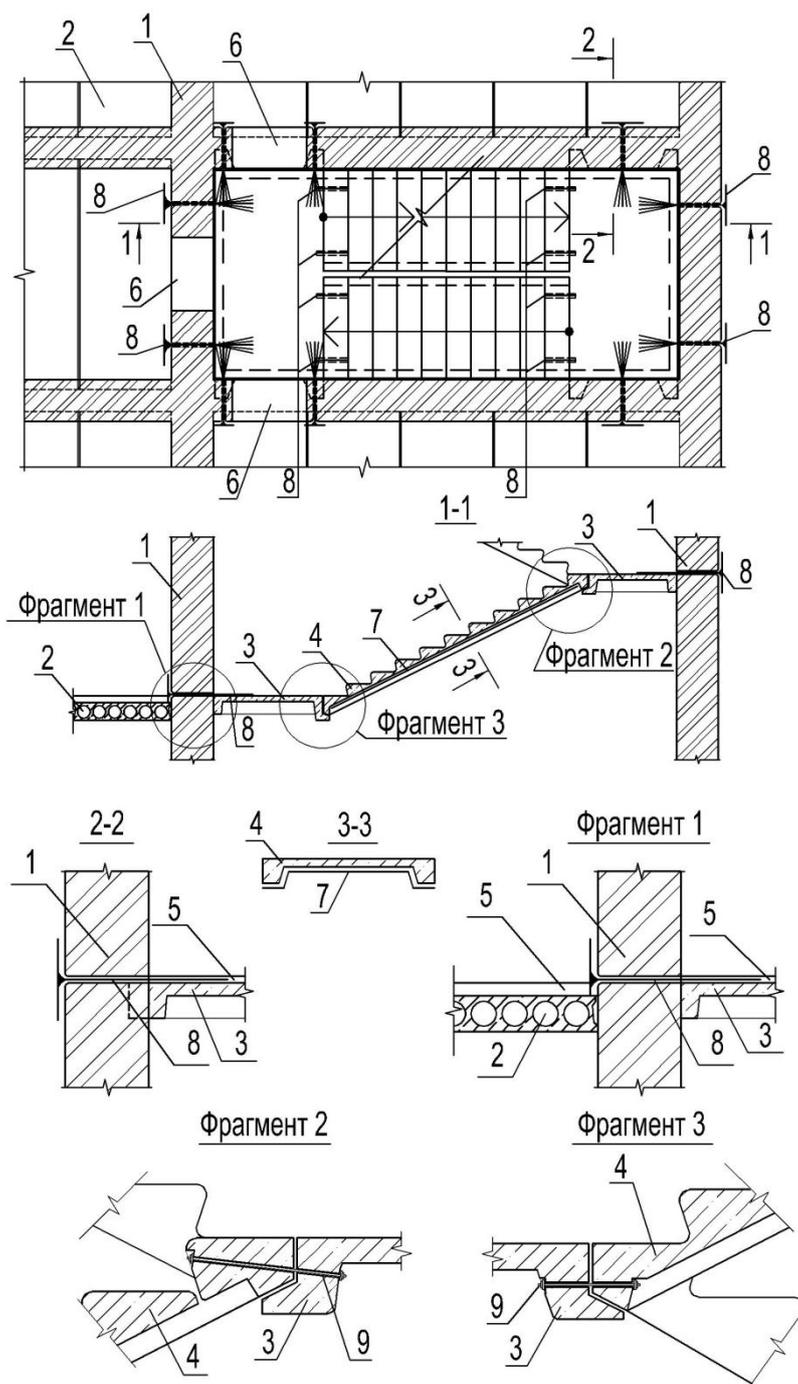
- усиление узлов сопряжения лестничного марша и лестничной площадки согласно 4.6.2.2;
- усиление узлов сопряжения лестничного марша и лестничной площадки с другими элементами лестничных клеток согласно 4.6.2.2;
- усиление лестничных маршей согласно 4.6.2.3.

4.6.2.2 Усиление узла сопряжения лестничного марша с лестничной площадкой и другими элементами лестничной клетки исключает

недопустимое смещение лестничного марша с опоры (см. рисунок 4.12). В существующих кирпичных зданиях лестничные марши и лестничные полуплощадки являются сборными. Соединение лестничного марша с площадкой, а также лестничных полуплощадок с кирпичными стенами, выполняют углеродными анкерными жгутами FibArm Anchor (не менее четырех штук на лестничную площадку и не менее двух штук на соединение одного лестничного марша и лестничной площадки).

4.6.2.3 Усиление лестничного марша выполняется наклеиванием на нижней поверхности плиты и боковых гранях ребер лестничного марша углеродной сетки FibArm Grid. Площадь поперечного сечения углеродной сетки принимается по расчету.

4.6.3 Стены лестничных клеток из кирпича усиливают по аналогии с 4.1.



1 – стены; 2 – плиты перекрытия; 3 – лестничная площадка;  
 4 – лестничный марш; 5 – конструкция пола; 6 – проем; 7 –  
 углеродная сетка FibArm Grid; 8 – углеродный анкерный жгут  
 FibArm Anchor; 9 – металлический болт

Рисунок 4.12 – Усиление лестничных площадок и маршей и их  
 сопряжений

4.6.4 Диаметр углеродных анкерных жгутов следует принимать от 8 до 12 мм, количество углеродных анкерных жгутов устанавливается расчетом. Углеродные анкерные жгуты FibArm Anchor наклеивают на поверхность в форме равнобедренного треугольника с основанием не менее 200 мм или распределяют равномерно по кругу вокруг просверленных отверстий.

4.6.5 Длину анкерной углеродной однонаправленной ленты и углеродных анкерных жгутов  $l_{an}$  следует принимать не менее 300 мм.

#### **4.7 Усиление оконных и дверных проемов и проемов ворот**

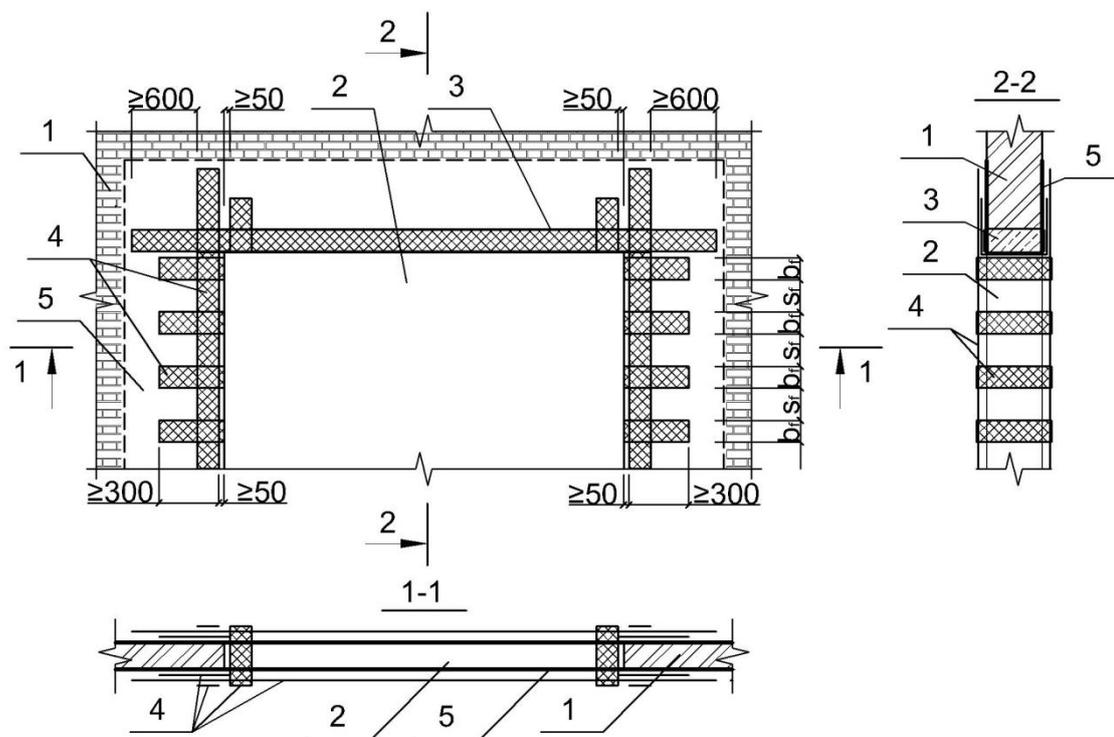
4.7.1 Усиление оконных проемов (см. 4.7.1.3-4.7.1.4), дверных проемов (см. 4.7.1.5-4.7.1.8) и проемов ворот (см. 4.7.1.1) выполняют путем создания «рамы» повышенной прочности из кладки за счет эффекта обоймы.

Усиление выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или углеродными однонаправленными лентами из плетеных волокон FibArm Spread Tape. Тип, ширина  $b_f$  и шаг  $s_f$  углеродных лент определяется расчетом.

4.7.1.1 Усиление проемов ворот кладки предполагает следующий порядок (см. рисунок 4.13):

- наклеивание «П»-образных горизонтальных элементов из однонаправленных углеродных лент на боковые поверхности проема с шагом  $s_f$  не более 600 мм, при этом напуск лент на боковые поверхности стены следует принимать не менее 300 мм;
- наклеивание горизонтальных лент на надпроемную балку с двух сторон стены, при этом напуск ленты за грань проема следует принимать не менее 600 мм;
- наклеивание вертикальных лент с двух сторон стены, при этом отступ от грани проема следует принимать не более 50 мм

- наклеивание «П»-образных вертикально-ориентированных однонаправленных углеродных лент на надпроемную балку в углах проёма, при этом напуск лент на боковые стороны стен следует принимать не менее 300 мм.



1 – стена; 2 – проем; 3 – перемычка; 4 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.13 – Усиление проемов ворот

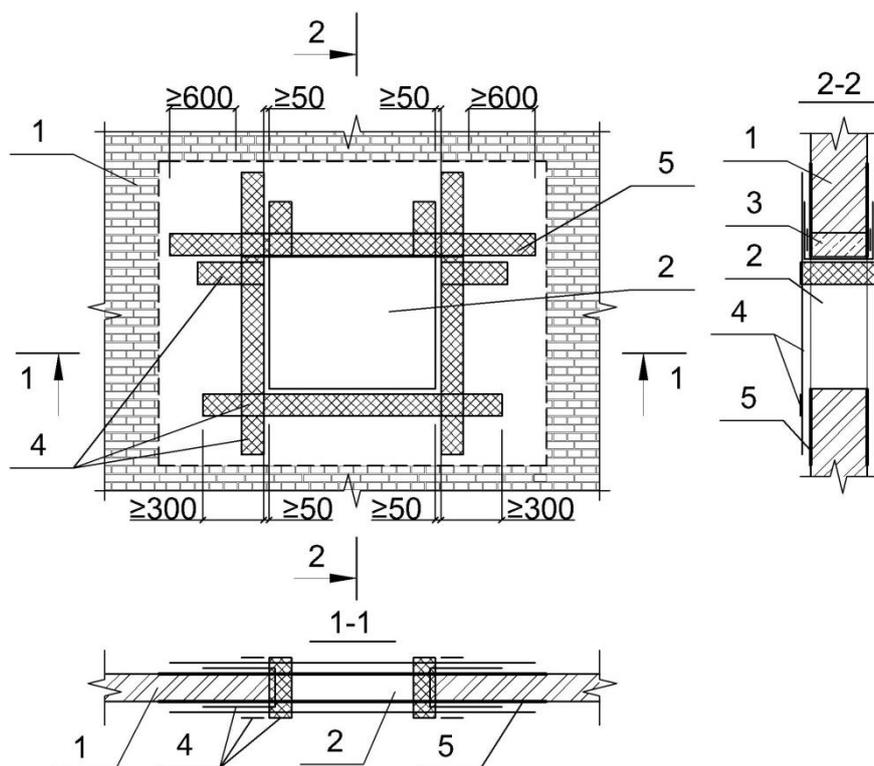
4.7.1.2 Усиление оконных проемов с помощью СВА предполагает следующий порядок (см. рисунок 4.14):

-наклеивание «П»-образных 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 600 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 ленты на боковые стороны стены следует принимать не менее 300 мм.



1 – стена; 2 – оконный проем; 3 – перемычка; 4 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.14 – Усиление оконных проемов с помощью СВА

4.7.1.3 Усиление дверных проемов с помощью СВА возможно путем наклеивания вертикальных и горизонтальных углеродных однонаправленных лент (см. 4.7.1.4) или путем наклеивания вертикальных, горизонтальных и наклонных углеродных однонаправленных лент (см. 4.7.1.5).

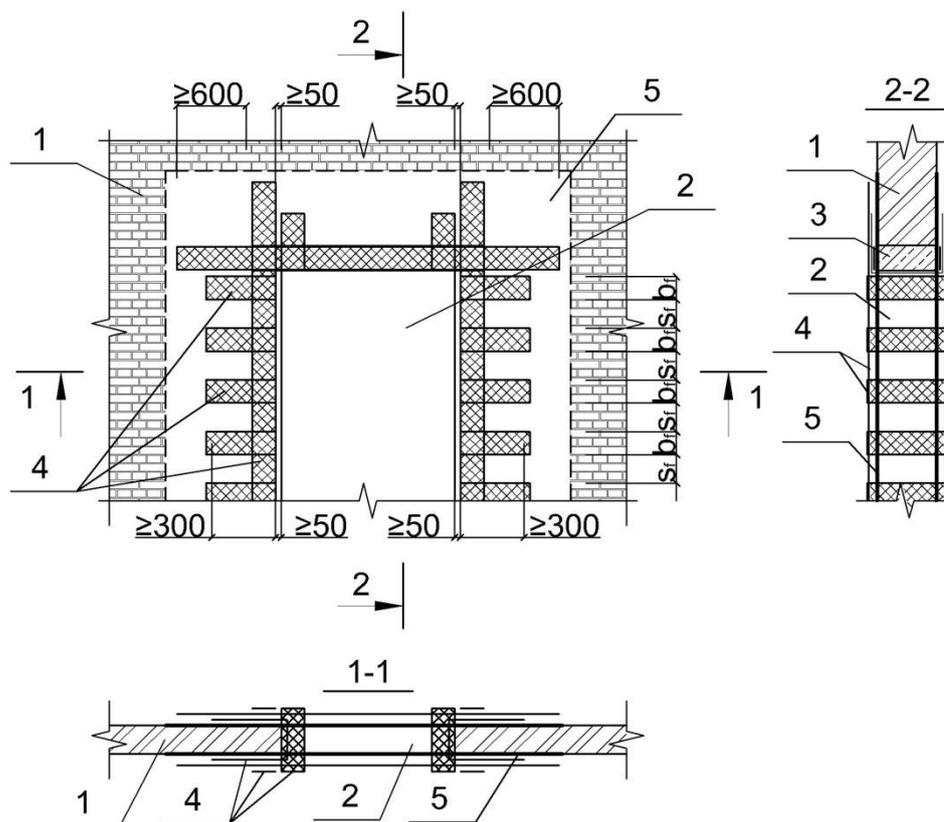
4.7.1.4 Усиление дверных проемов путем наклеивания вертикальных и горизонтальных углеродных однонаправленных лент (см. рисунок 4.15) предполагает следующий порядок:

-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 600 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.



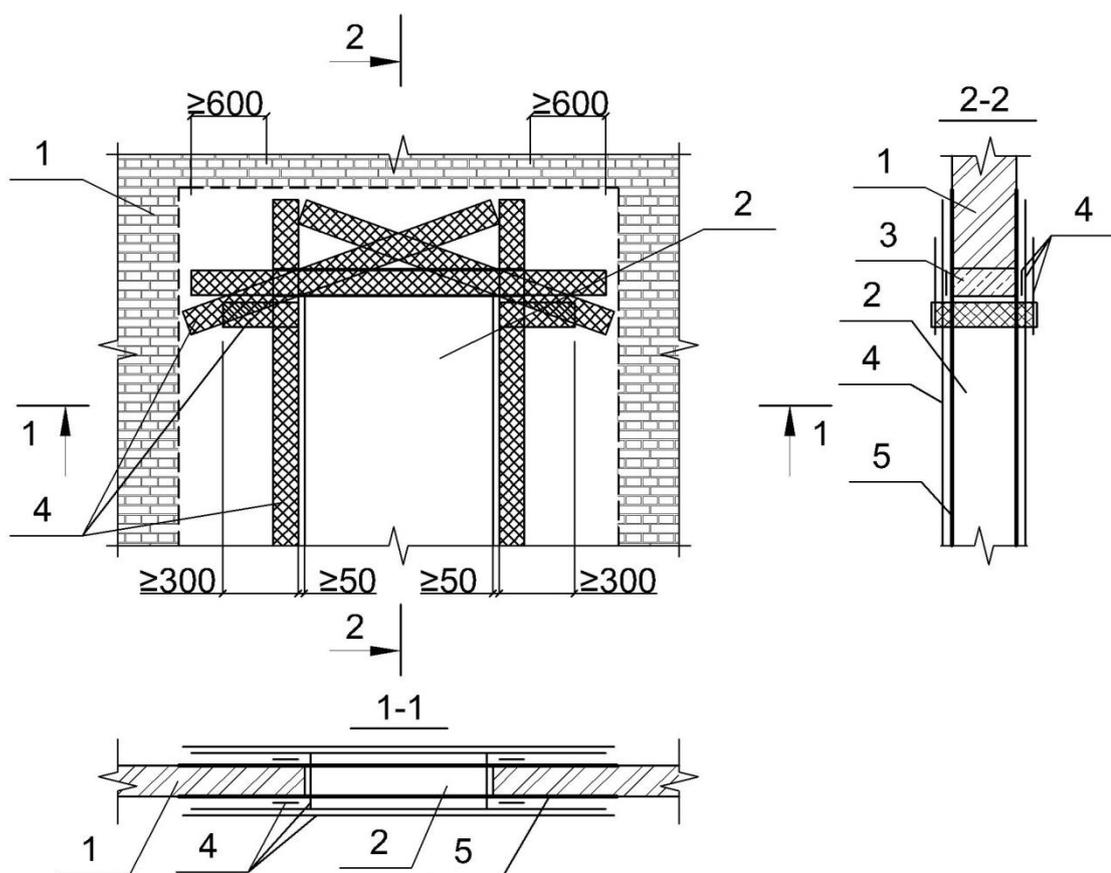
1 – стена; 2 – дверной проем; 3 – перемычка; 4 – углеродные  
однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.15 – Усиление дверного проема горизонтальными и  
вертикальными углеродными однонаправленными лентами

4.7.1.5 Усиление дверных проемов путем наклеивания вертикальных,  
горизонтальных и наклонных углеродных однонаправленных лент (см.  
рисунок 4.16) 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 600 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 – стена; 2 – дверной проем; 3 – перемычка; 4 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

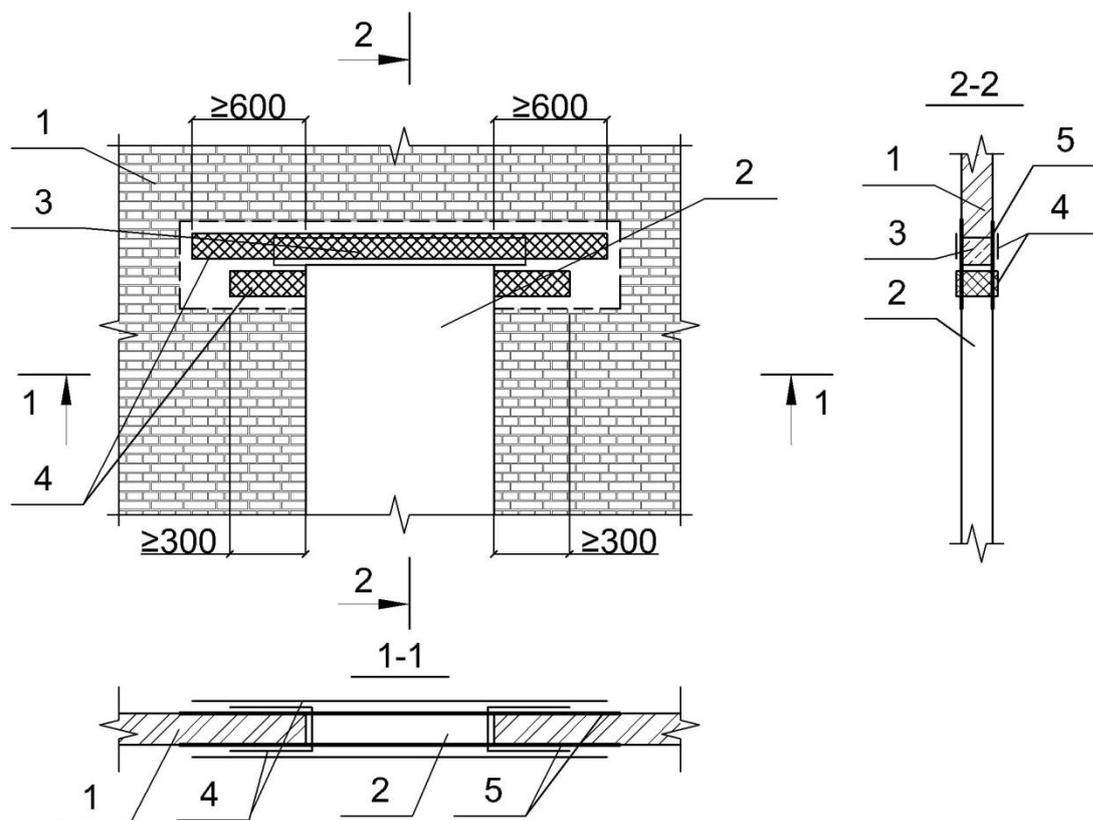
Рисунок 4.16 – Усиление дверного проема горизонтальными, вертикальными и наклонными углеродными однонаправленными лентами

## 4.8 Усиление опирания железобетонной перемычки,

4.8.1 Усиление опирания железобетонных перемычек (см. рисунок 4.17) над проемами применяется в зданиях с каменными стенами в случае, когда длина опирания перемычки на кладку не достаточна и включает:

- усиление опорной зоны перемычки (см. 4.8.1.1);
- дополнительная анкеровка перемычки (см. 4.8.1.2).

Усиление выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или углеродными однонаправленными лентами из плоских волокон FibArm Spread Tape. Тип, ширина  $b_f$  и шаг  $s_f$  углеродных лент определяется расчетом.



1 – стена; 2 – проем; 3 – перемычка; 4 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.17 – Усиление зоны опирания перемычек над проемами

4.8.1.1 Усиление опорной зоны перемычки выполняют путем создания эффекта обоймы при наклеивании углеродных однонаправленных

лент «П»-образной формы на боковые поверхности проема непосредственно под перемычкой. Напуск лент на боковые стороны стен следует принимать не менее 300 мм.

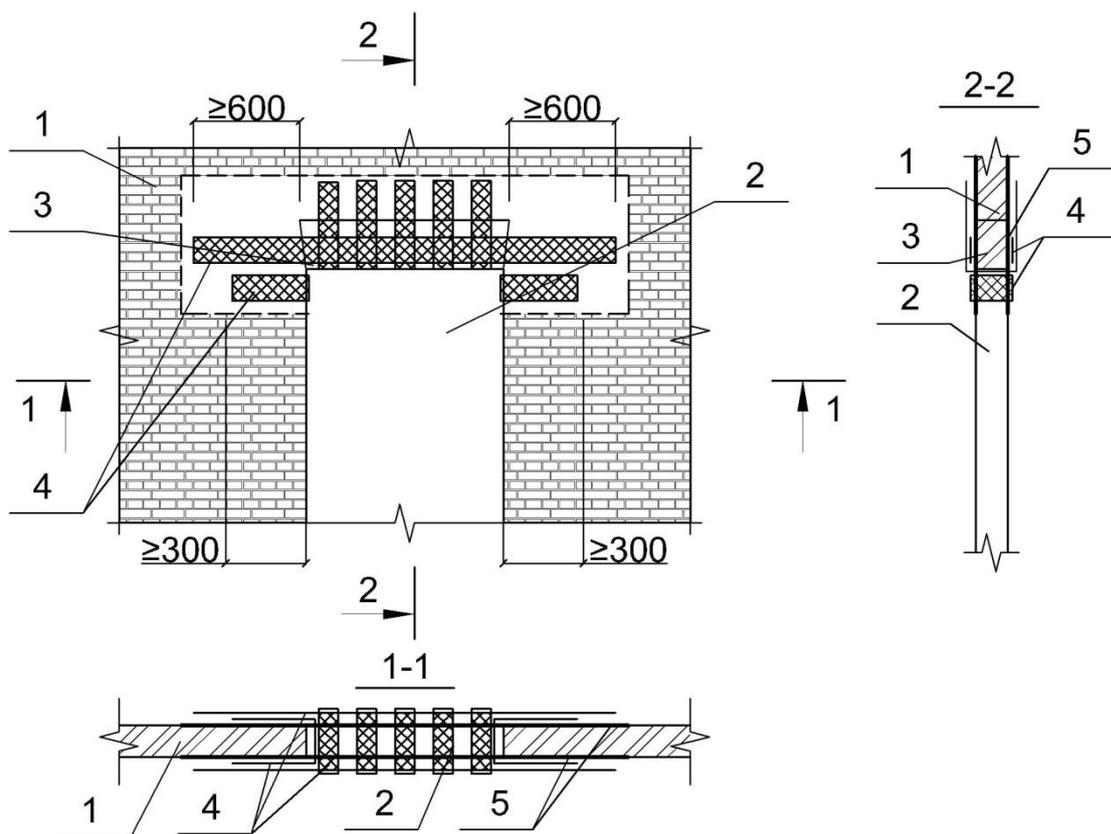
4.8.1.2 Дополнительная анкеровка перемычки осуществляется наклеиванием горизонтальных углеродных однонаправленных лент на перемычку с двух сторон стены. Напуск лент за грань проема следует принимать не менее 600 мм.

#### **4.9 Усиление клинчатых перемычек**

4.9.1 Усиление клинчатой перемычки (см. рисунок 4.18) включает:

- усиление клинчатой перемычки (см. 4.9.1.1-4.9.1.2);
- усиление опорной зоны перемычки (см. 4.8.1.1);
- дополнительная анкеровка перемычки (см. 4.8.1.2)

4.9.1.1 Усиление клинчатой перемычки осуществляют путем создания «эффекта обоймы» с помощью вертикально-ориентированных углеродных однонаправленных лент «П»-образной формы. Напуск углеродных однонаправленных лент выше клинчатой перемычки следует принимать не менее 300 мм.



1 – стена; 2 – проем; 3 – перемычка; 4 – углеродные  
однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.18 – Усиление клинчатых перемычек

4.9.1.2 Усиление клинчатой перемычки выполняют углеродными однонаправленными лентами FibArm Tape или углеродными однонаправленными лентами из плоских волокон FibArm Spread Tape. Сечение углеродных однонаправленных лент следует принимать по расчету.

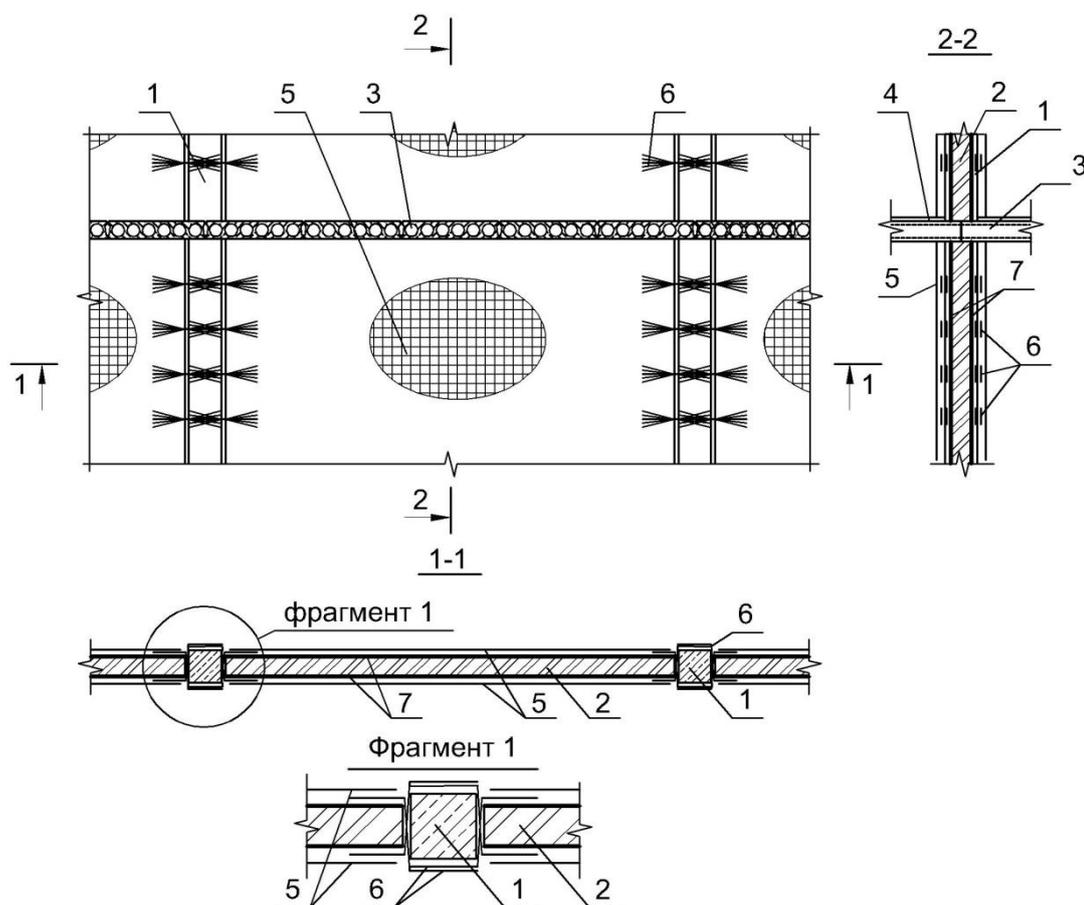
#### 4.10 Усиление перегородок

4.10.1 Усиление перегородок (см. рисунок 4.19) применяется в зданиях с ненесущими перегородками в случае их недостаточной жесткости из плоскости перегородки и прочности креплений к несущим конструкциям, с соблюдением требований 4.10.3.

4.10.2 Усиление перегородок включает:

- усиление перегородки (см. 4.10.2.1);

- усиление крепления перегородки к несущим конструкциям (см. 4.10.2.2).



1 – колонна (столб); 2 – перегородка; 3 – перекрытие;  
 4 – конструкция пола; 5 – углеродная сетка FibArm Grid на  
 ремонтном составе FibArm Repair; 6 – углеродные анкерные жгуты  
 FibArm Anchor

Рисунок 4.19 – Усиление перегородки

4.10.2.1 Усиление перегородки производится путем наклеивания углеродных однонаправленных лент FibArm Tape по диагоналям с каждой стороны перегородки и наклеивания горизонтальной ленты по верху перегородки.

4.10.2.2 Усиление крепления перегородки к несущим конструкциям выполняют с помощью углеродных анкерных жгутов, при этом сечение и шаг жгутов принимаются конструктивно, но диаметр жгута не менее 10 мм, а количество жгутов не менее 4 штук с каждой стороны столба.

4.10.3 Длину анкеровки углеродного анкерного жгута следует принимать не менее 300 мм. При этом оба конца жгута следует наклеивать в виде веера с шириной основания не менее 200 мм.

## 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 связующее FibArm Resin 230+ для пропитки систем внешнего армирования FibArm  
ТУ 2257-047-61664530-2014
- [11] Технические условия Эпоксидное двухкомпонентное связующее FibArm Resin 530+ для пропитки систем внешнего армирования FibArm  
ТУ 2257-048-61664530-2014
- [12] Технические условия Клей эпоксидный двухкомпонентный FibArm Resin Laminate+ для систем внешнего армирования FibArm  
ТУ 2252-049-61664530-2014
- [13] Технические условия Сухая смесь «Ремонтный состав FibArm Repair ST»  
ТУ 5745-039-61664530-2013
- [14] Технические условия Сухая смесь «Ремонтный состав FibArm Repair FS»  
ТУ 5745-030-61664530-2013
- [15] Технические условия Сухая смесь «Ремонтный состав FibArm Repair Shotcrete»  
ТУ 5745-053-61664530-2014

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

Генеральный директор

М.А. Столяров

**Руководитель организации-соисполнителя**

**АО «ЦНИИПромзданий»**

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

В.В. Гранев