

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР КОМПОЗИТОВ»**

**АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
ПО УСИЛЕНИЮ КАМЕННЫХ И
АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
СИСТЕМОЙ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ**

Москва 2017

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной
ответственностью
«Нанотехнологический центр
композитов» (ООО «НЦК»)

2 ВНЕСЕН Обществом с ограниченной ответственностью
«Нанотехнологический центр композитов» (ООО «НЦК»)

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН в действие Приказом Генерального директора
ООО «НЦК» от «12» января 2017 г. №4/1

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ООО «НЦК», 2017

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

Введение

Настоящий альбом технических решений по усилению каменных и армокаменных конструкций системой внешнего армирования на основе композитных материалов CarbonWrap® разработан с учетом обязательных требований, установленных в Федеральных законах от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании», от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и содержит технические решения усиления или восстановления полимерными композитами каменных и армокаменных конструкций промышленных и гражданских зданий и сооружений.

Авторский коллектив: *канд. техн. наук О.А. Симаков, канд. техн. наук П.В. Осипов (ООО «НЦК»), инж. Никитин М.В. (ООО «КомпозитСпецСтрой»).*

Содержание

1 Область применения	5
2 Термины и определения.....	5
3 Общие положения по усилению (восстановлению) строительных конструкций	8
4 Технические решения	11
4.1 Усиление зданий (отдельных частей зданий)	11
4.2 Усиление несущих простенков.....	13
4.3 Усиление стен.....	14
4.4 Восстановление узлов сопряжения стен.....	17
4.5 Усиление колонн/столбов	20
4.6 Создание жестких дисков перекрытия	28
4.7 Усиление оконных и дверных проемов и проемов ворот.....	30
4.8 Усиление сводов.....	34
5 Конструктивные требования	36

1 Область применения

Технические решения настоящего альбома по усилению каменных и армокаменных конструкций распространяются на конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений различного функционального назначения, расположенных во всех климатических поясах.

Технические решения разработаны в соответствии с требованиями СТО 38276489.002-2017 «Усиление каменных и армокаменных конструкций композитными материалами. Проектирование и технология производства работ».

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

2.2. **восстановление:** комплекс мероприятий, обеспечивающих доведение эксплуатационных качеств конструкций, пришедших в ограничено-работоспособное состояние, до уровня их первоначального состояния, определяемого соответствующими требованиям нормативных документов на момент проектирования объекта.

[ГОСТ 31937–2011, пункт 3.22]

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

2.4. **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.

2.5 ламинат из полимерного композита (ламинат): изделие заводского изготовления, состоящее из одного (однослойный полимерный композит) или нескольких слоев (многослойный полимерный композит), образованных термореактивной смолой, армированной непрерывным углеродным волокном.

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

2.7. 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]

2.8. праймер: материал, применяемый для предварительной подготовки поверхности конструкции перед нанесением адгезива.

[СП 164.1325800.2014, пункт 3.8]

2.9. система внешнего армирования на основе полимерных композитов (СВА): система, состоящая из клеевого слоя, образованного отвердевшим 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 на усиление или восстановление металлических (стальных) конструкций.

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 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 Общие положения по усилению (восстановлению) строительных конструкций

3.1 Проектирование усиления или восстановления каменных и армокаменных конструкций следует производить на основе результатов их натурного обследования и поверочного расчета.

3.2 Поверочные расчеты конструкции следует производить на основе проектных материалов и результатов натуральных обследований и с учетом указаний СП 15.13330.2012 и [2].

3.3 Расчетные схемы при проведении поверочных расчетов следует принимать с учетом установленных фактических геометрических размеров и конструктивных отклонений от проекта в отдельных элементах конструкции и их соединениях.

3.4 При проектировании должны быть учтены дефекты и повреждения конструкции, выявленные в процессе натуральных обследований: снижение прочности, местные повреждения или разрушения; образование и раскрытие трещин и другие.

3.5 Система внешнего армирования из полимерных композитов должна обеспечивать включение в работу составных частей системы и их совместную работу с усиливаемой или восстанавливаемой конструкцией.

3.6 Не допускается производить усиление элементов с корродированной стальной арматурой без устранения продуктов и причин коррозии.

3.7 Максимальная температура эксплуатации конструкции, усиленной или восстановленной системой внешнего армирования из полимерных композитов, без защитного слоя не должна превышать температуру стеклования полимерного композита и/или термореактивного адгезива.

3.8 При проектировании системы внешнего армирования из полимерных композитов необходимо исключить в процессе эксплуатации попадание на систему прямых солнечных лучей, в том числе, для систем без

защитного слоя, установленных внутри помещений и устройство (при необходимости и в соответствии с проектной документацией) защитного слоя для систем, установленных вне помещений путем устройства защитного слоя.

3.9 В случае необходимости обеспечения пожарной безопасности и защиты от повреждений полимерных композитов системы внешнего армирования, следует предусмотреть устройство защитного слоя из специальных огнеупорных составов (системы огнезащиты).

3.10 При проектировании системы внешнего армирования из полимерных композитов для конструкций, эксплуатируемых в условиях переменной влажности, следует предусмотреть возможность миграции паров влаги из тела кладки.

3.11 При производстве работ по установке системы внешнего армирования из полимерных композитов следует производить контроль температуры окружающей среды, температуры и влажности основания, а также времени отверждения адгезива.

3.12 Расчет огнестойкости конструкций, усиление или восстановление которых выполнено без устройства противопожарной защиты системы внешнего армирования из полимерных композитов, следует производить без учета работы системы внешнего армирования.

3.13 В качестве материалов для восстановления (ремонта) и усиления каменных и армокаменных конструкций путем внешнего армирования системой CarbonWrap® используют:

- углеродные однонаправленные ленты CarbonWrap® Tape [3];
- углеродные двунаправленные ткани CarbonWrap® Fabric [4];
- углеродные сетки CarbonWrap® Grid [5];
- углеродные мультиаксиальные ткани [6];
- углеродные анкерные жгуты CarbonWrap® Anchor [7];
- углепластиковые ламели CarbonWrap® Lamel [8];
- термореактивные адгезивы (двухкомпонентные эпоксидные связующие CarbonWrap® Resin 230 [9], CarbonWrap® Resin 230+ [10],

CarbonWrap® Resin 530+ [11], CarbonWrap® Resin WS+ [13],
CarbonWrap® Resin HT+ [14], клей эпоксидный двухкомпонентный
CarbonWrap® Resin Laminate+ [12]);
- ремонтные составы CarbonWrap® Repair [15-17].

4 Технические решения

4.1 Усиление зданий (отдельных частей зданий)

4.1.1. Усиление выполняют для зданий, в которых имеются значительные вертикальные трещины по фасаду или месту примыкания пристройки/ризалита к основной части.

Усиление выполняется путем устройства затяжек/поясов.

4.1.2. Усиление выполняют:

- наклеиванием горизонтальных углеродных однонаправленных лент по периметру всего здания или отдельного ризалита;
- усилением всего здания (части здания) путем монтажа углеродных сеток на ремонтный состав.

4.1.2.1. При усилении углеродными лентами/тканями подбор сечений поясов выполняют путем определения усилий в элементах пояса исходя из рассчитываемой разности осадок частей здания. Общая схема усиления представлена на рис. 4.1-4.2.

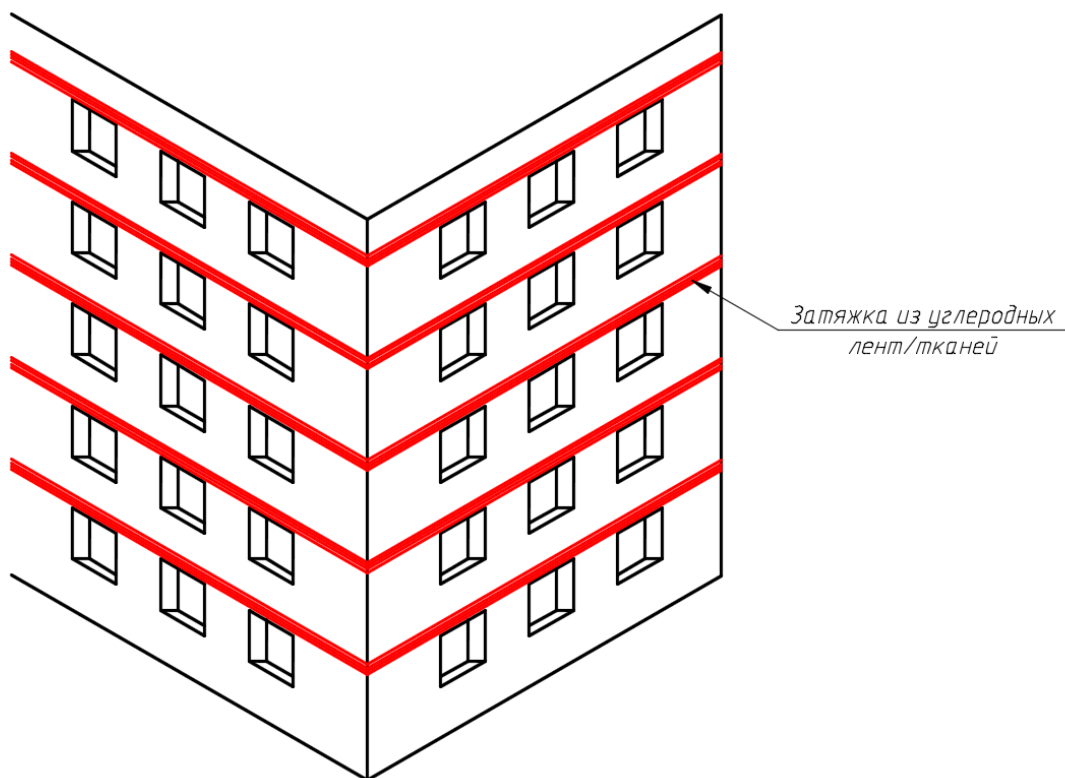


Рисунок 4.1 – Усиление здания путем устройства поясов/затяжек из углеродных лент/тканей

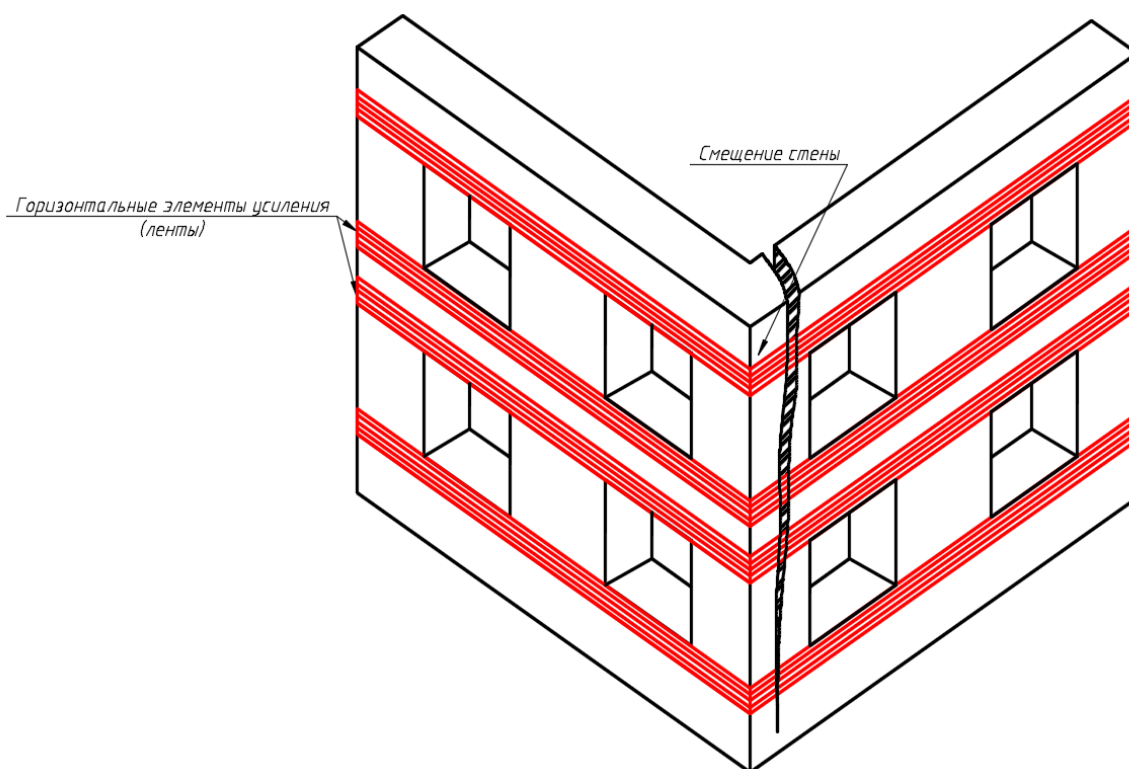


Рисунок 4.2 – Усиление здания при разрушении сопряжения торцевой стены и основной части путем устройства поясов/затяжек из углеродных лент/тканей

4.1.2.2. Ширину лент принимают не менее двух толщин кирпича наружного слоя. При этом необходимо учитывать состав наружных несущих стен, наличие пустот.

4.1.2.3. При усилении углеродными сетками на полимерцементном растворе (ремонтном составе) рассматривают межоконные перемычки и ширину сетки в расчете принимают по их габариту, но не более 1000 мм.

Общий вид усиления стен углеродными сетками показан на рис. 4.3.

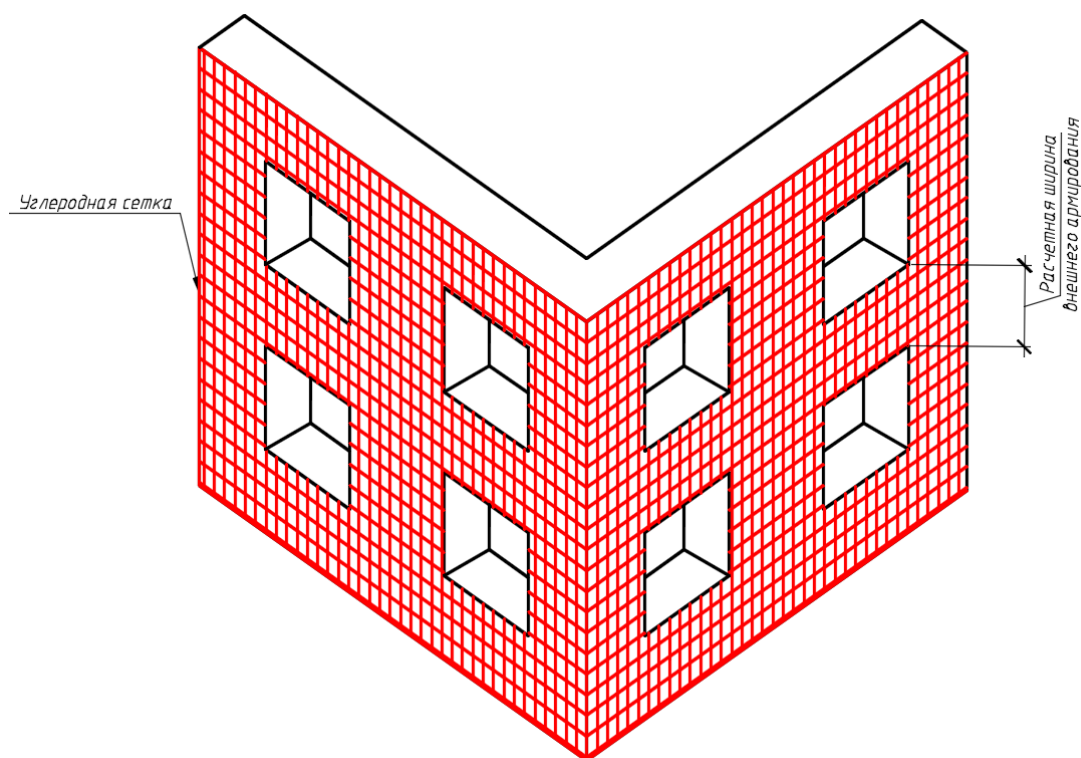


Рисунок 4.3 – Усиление здания зданий углеродными сетками на полимерцементном растворе

4.1.3 При проектировании настоящего вида усиления необходимо учитывать:

- состав наружных стен;
- устойчивость стен из плоскости;
- сопряжение наружных и внутренних стен;
- наличие ризалитов, эркеров по фасадам.

4.2 Усиление несущих простенков

4.2.1 Усиливаемые простенки рассматривают как внецентренно-сжатые элементы и усиление основывается на создание обоям.

Усиление производится углеродными лентами, тканями на эпоксидных адгезивах (связующих) и углеродными сетками на полимерцементном составе.

4.2.2 Расчеты усиления простенков необходимо проводить в соответствии с [2]. При этом учитывается соотношение сторон простенка. При

соотношении сторон более 1,5 дополнительно устанавливаются промежуточные углеродные анкерные жгуты (по расчету). Принципиальная схема усиления простенков показана на рис. 4.4.

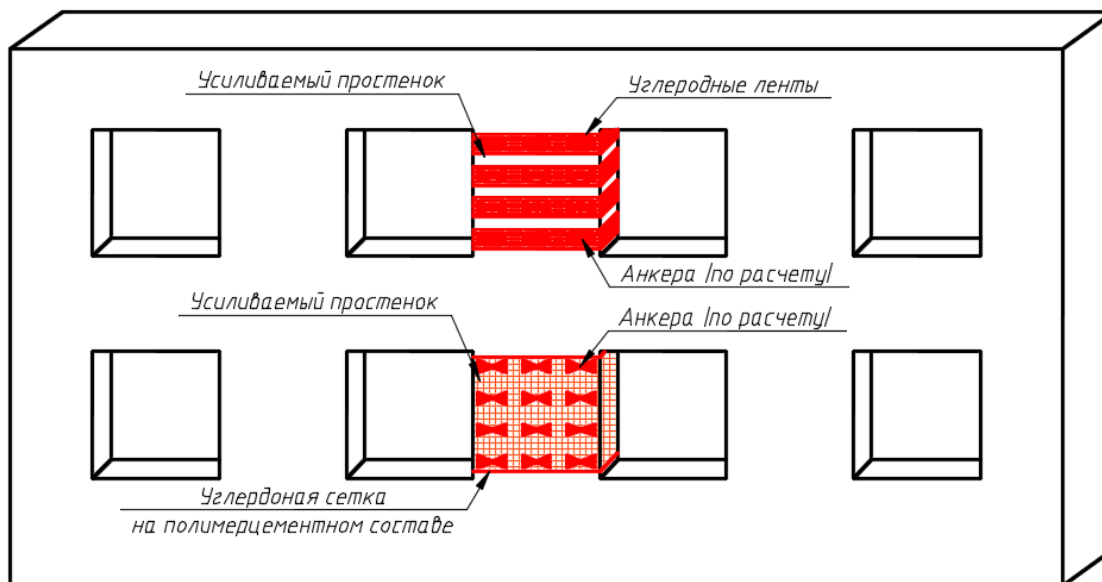


Рисунок 4.4 – Усиление внецентренно сжатых простенков

4.2.3. Длину анкеровки углеродных лент и сеток следует принимать не менее 300 мм, но не менее длины кирпича/камня на который происходит наклейка.

4.2.4. При проектировании усиления необходимо учитывать наличие незаполненных вертикальных швов, и состав стены.

4.3 Усиление стен

4.3.1. Усиление внешним армированием на основе полимерных композитов возможно при следующих дефектах стен:

- недостаточная несущая способность стен при действии горизонтальной нагрузки в плоскости стены;
- недостаточная несущая способность стен при действии горизонтальной нагрузки из плоскости стены;
- локальные трещины и повреждения;

- нарушение улов сопряжения стен.

4.3.2. Усиление стен при действии горизонтальной нагрузки в плоскости стены производится путем наклейки вертикальных элементов вдоль рассматриваемого участка с двух сторон стены.

4.3.3. В качестве элементов усиления принимаются углеродные ленты, ткани, сетки и углепластиковые ламели (ламинаты). Принципиальная схема усиления показана на рис. 4.5.

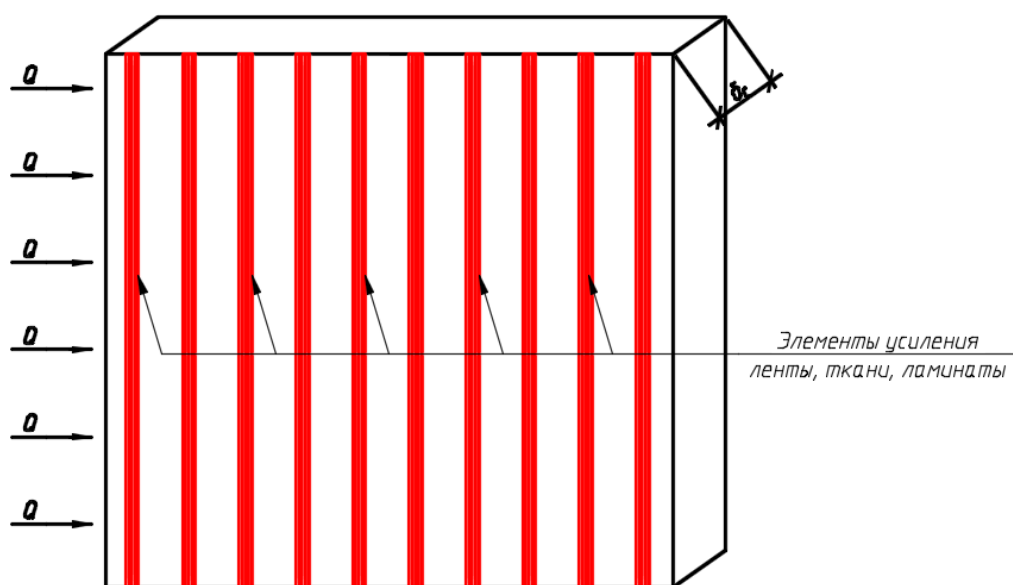


Рисунок 4.5 – Усиление стены при действии горизонтальной нагрузки
в плоскости стены

4.3.4. Усиление стен при действии горизонтальной нагрузки из плоскости стены производится путем наклейки вертикальных элементов вдоль рассматриваемого участка с одной стороны стены.

4.3.5. В качестве элементов усиления принимаются ленты, ткани, сетки и углепластиковые ламели (ламинаты). Принципиальная схема усиления показана на рис. 4.6, 4.7.

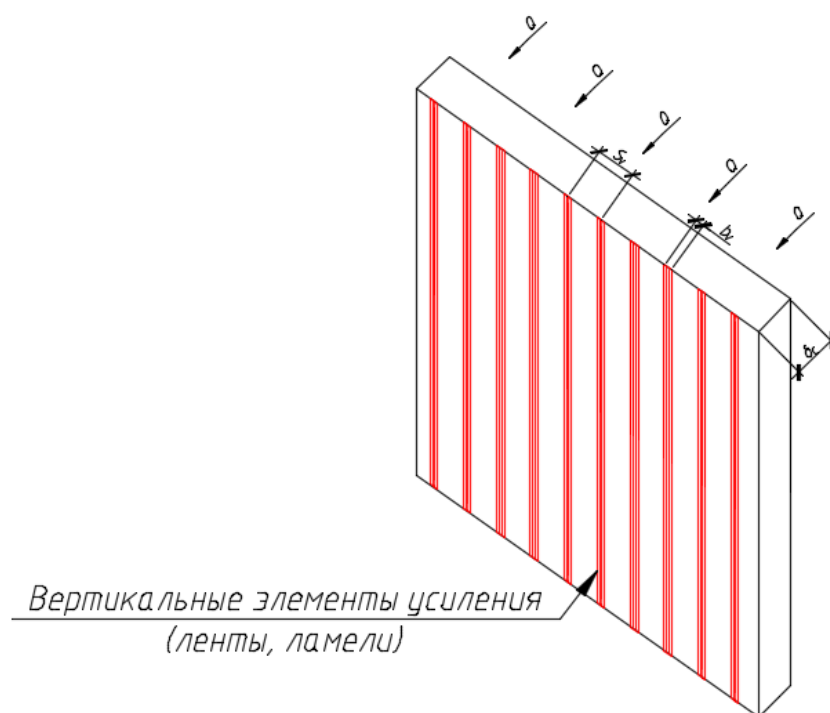


Рисунок 4.6 – Усиление стены при действии горизонтальной нагрузки
из плоскости стены

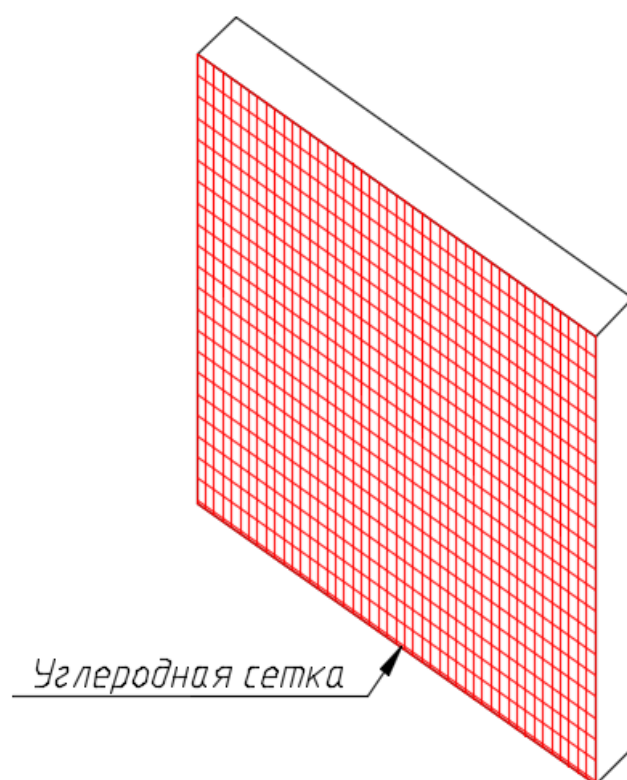


Рисунок 4.7 – Усиление стены при действии горизонтальной нагрузки
в плоскости и из плоскости стены

4.3.6. Ремонт/восстановление локальных повреждений кладки (трещины, разрушения и т.п.) выполняются углеродными лентами, тканями, ламинатами на эпоксидных адгезивах (связующих) и сетками на полимерцементном составе.

4.3.7. Длина анкеровки (завода за расчетное сечение) принимается не менее 500 мм и не менее двух длин кирпича/камня из которого выполнена кладка.

4.3.8. Принципиальная схема усиления локальных участков показана на рис. 4.8.

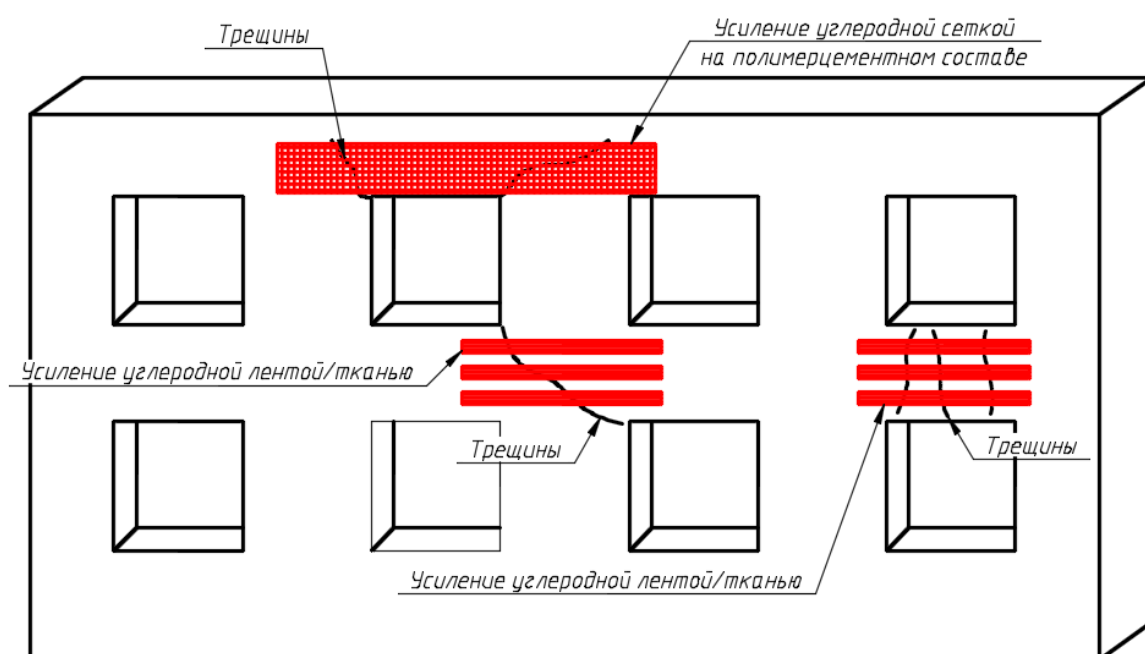


Рисунок 4.8 – Усиление стены при действии горизонтальной нагрузки
в плоскости стены

4.4 Восстановление узлов сопряжения стен.

4.4.1. Усиление выполняется для следующих видов сопряжений:

- угловое;
- Т-образное;
- перекрестное.

4.4.2. Длина анкеровки (завода за расчетное сечение) принимается не менее 500 мм и не менее двух длин кирпича/камня из которого выполнена кладка.

4.4.3. Принципиальная схема усиления узлов сопряжения стен показана на рис. 4.9-4.10.

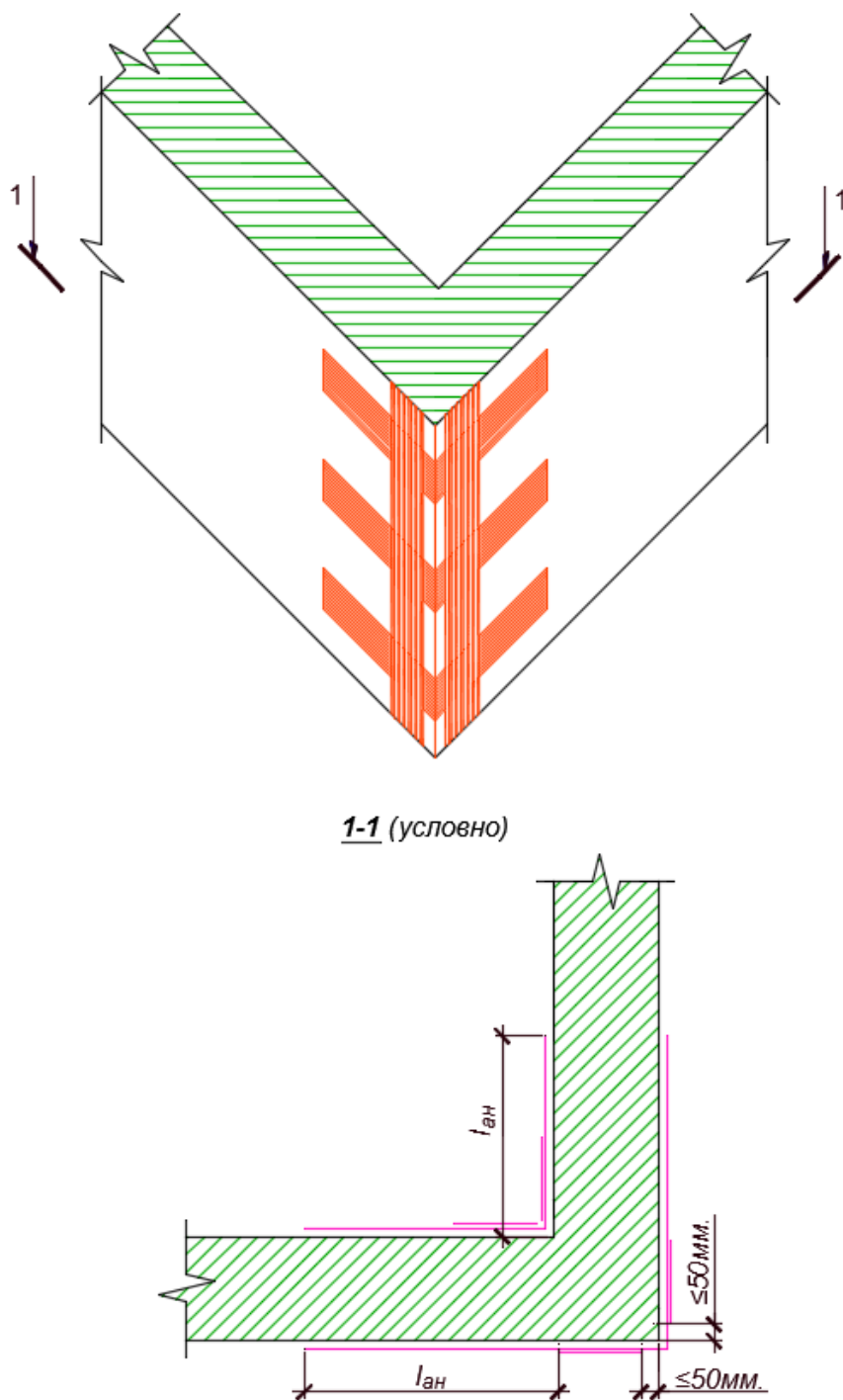


Рисунок 4.9 – Усиление сопряжения стен (угловое)

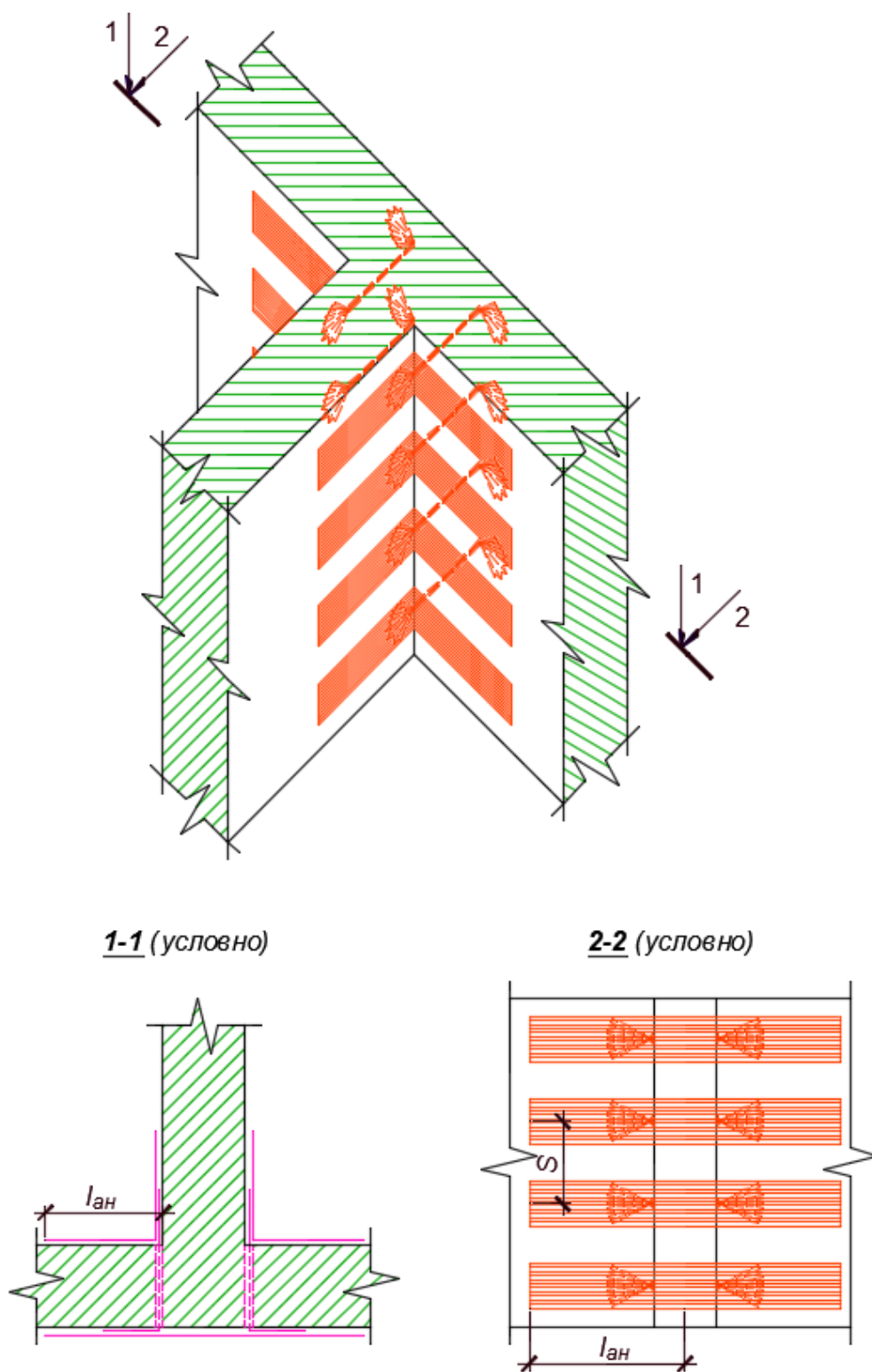
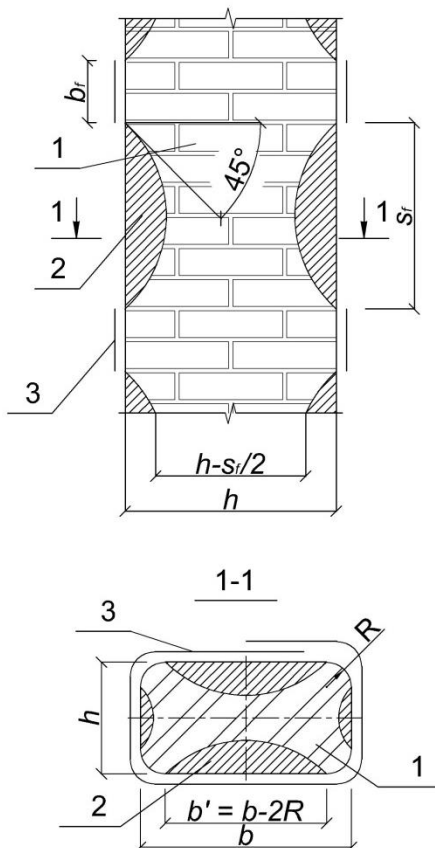


Рисунок 4.10 – Усиление сопряжения стен (Т-образное)

4.5 Усиление колонн/столбов

4.5.1 Усиление колонн/столбов производится путем устройства обойм.

4.5.2 Расчет усиления проводится в соответствии с [2]. Расчетная схема представлена на рис. 4.11.



1 – активные зоны усиления (усиленное ядро);

2 – необжатая зона; 3 – СВА

Рисунок 4.11 – Усиление колонны отдельными бандажами по высоте

4.5.3 В общем случае восстановление или усиление каменных и армокаменных конструкций с недостаточной несущей способностью с использованием обойм из СВА следует осуществлять с учетом следующих положений:

- расчетное значение эксцентриситета приложения продольной силы для прямоугольных поперечных сечений должно быть менее $0,1 h$;

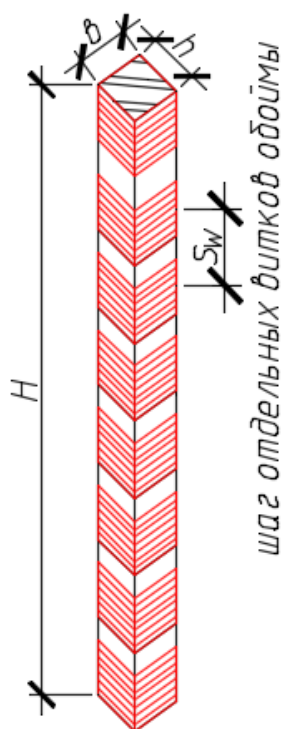
- размер стороны элементов прямоугольного сечения h не должен превышать 900 мм;

- гибкость каменной конструкции прямоугольного поперечного сечения не должна превышать значения $l_0/h < 15$.

Отступление от данных положений возможно при научном сопровождении профильной научной организации.

Схема усиления представлена на рис. 4.12 – 4.13.

*Усиление колонны
квадратного сечения*



*Усиление колонны
прямоугольного сечения*

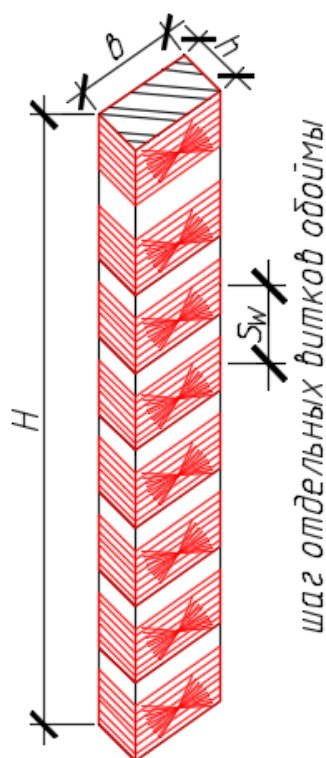
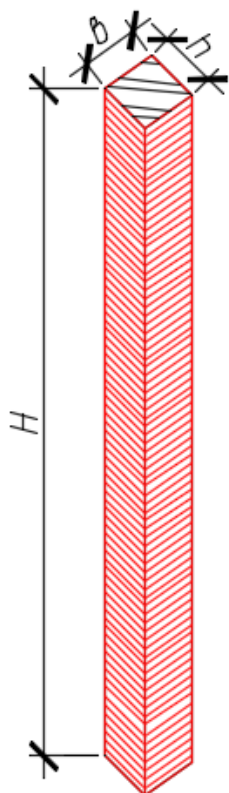


Рисунок 4.12 – Усиление колонн (наклейка с разрывом)

Усиление колонны
квадратного сечения



Усиление колонны
прямоугольного сечения

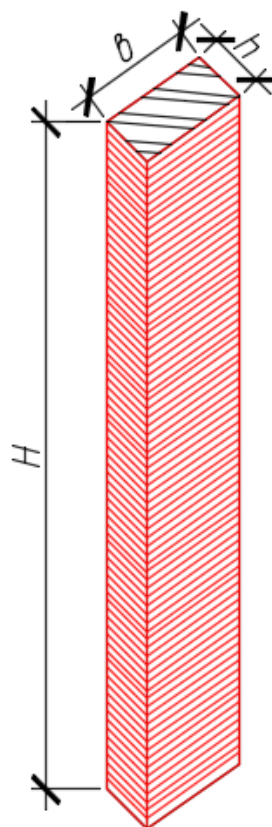
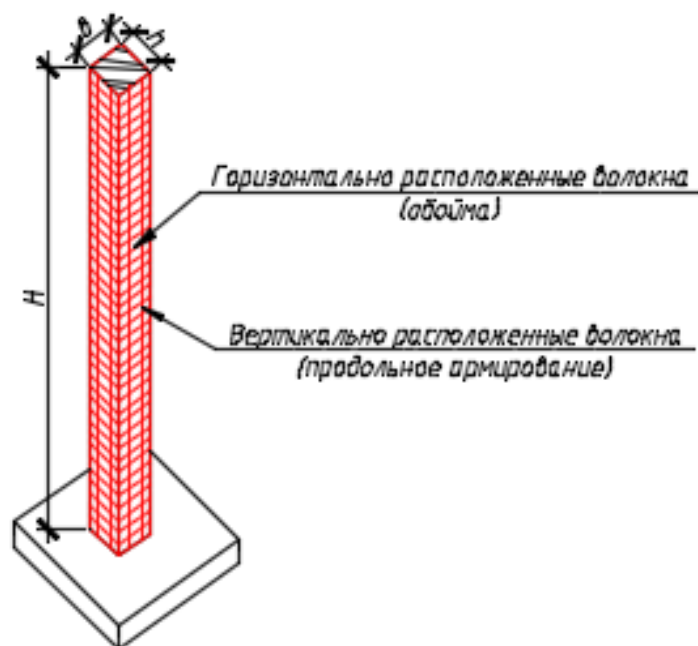


Рисунок 4.13 – Усиление колонн (сплошная наклейка)

*Усиление колонны
квадратного сечения*



*Усиление колонны
прямоугольного сечения*

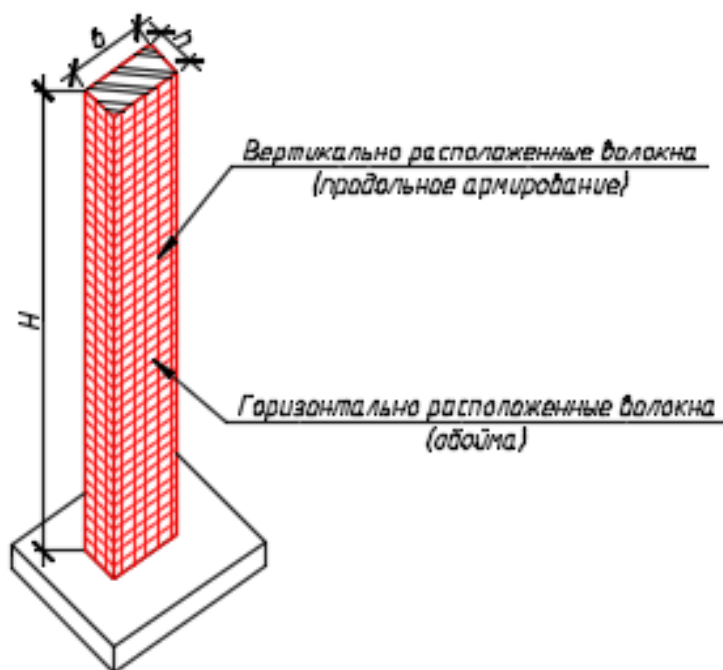
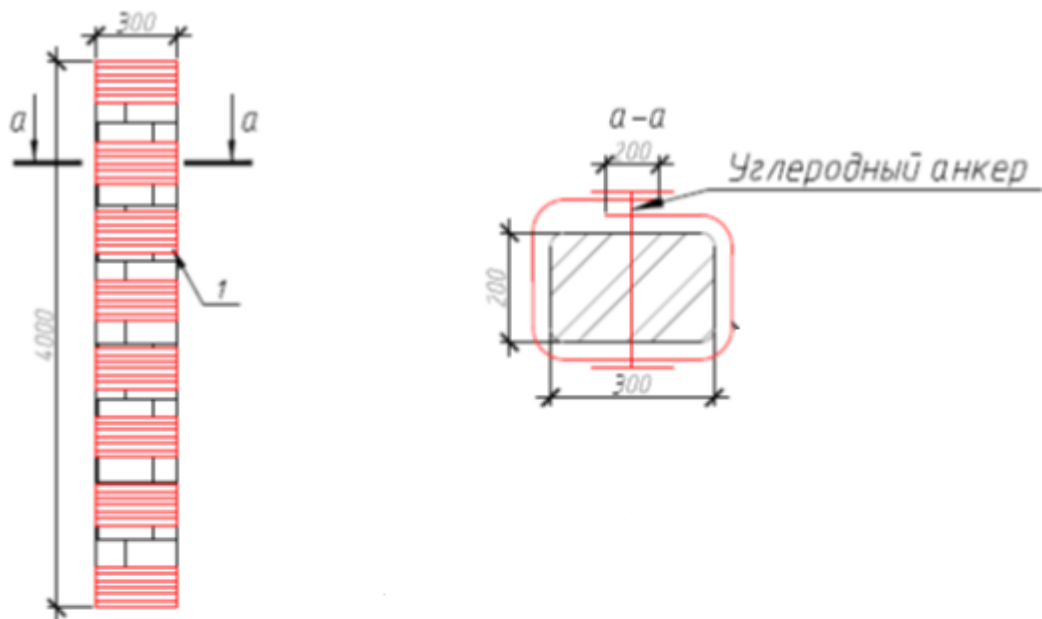


Рисунок 4.14 – Усиление колонн (углеродной сеткой на полимерцементном составе)

4.5.4 Примеры усиления колонн с фактическим расходом приведены на рис. 4.15 – 4.18

Устройство хомутов с разрывом



Устройство сплошной облоймы

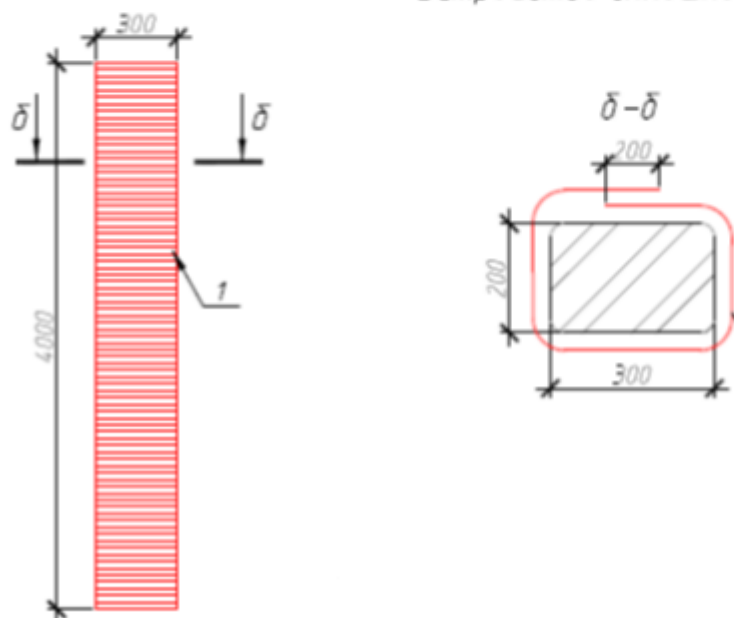
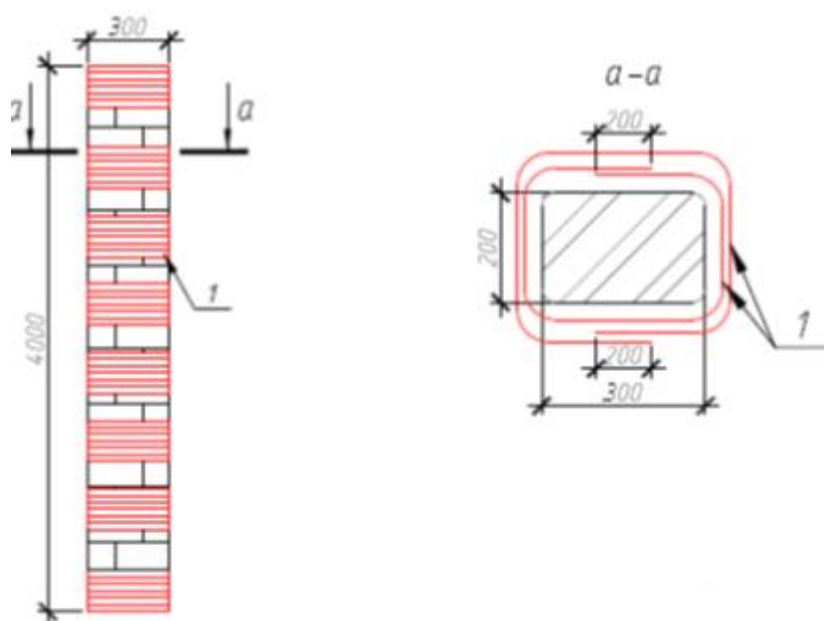


Рисунок 4.15 – Усиление колонн (примеры усиления)

Устройство хомутов с разрывом (в 2 слоя)



Устройство сплошной ободья (в 2 слоя)

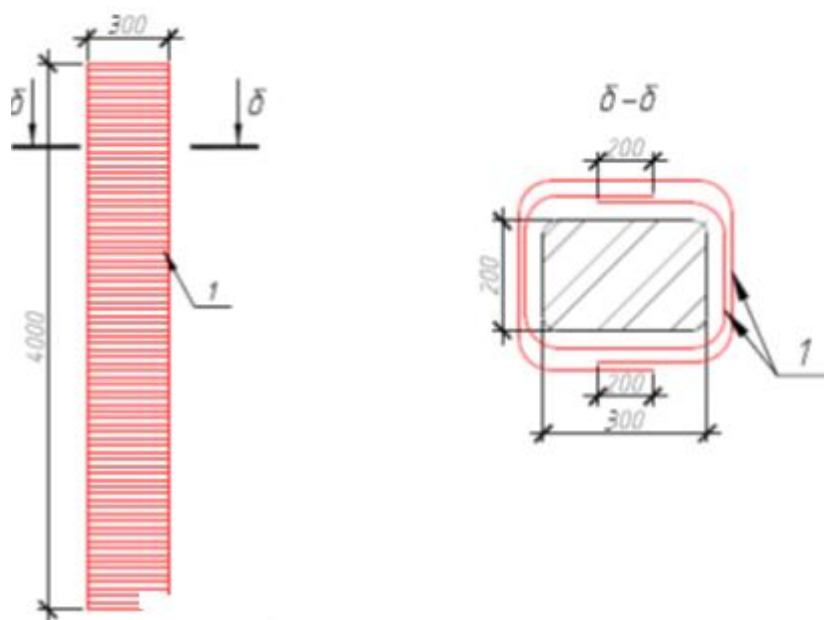
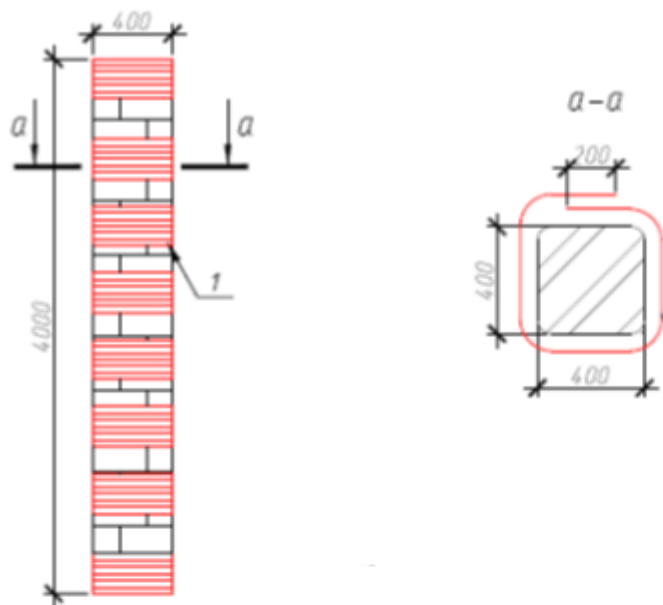


Рисунок 4.16 – Усиление колонн (примеры усиления)

Устройство хомутов с разрывом



Устройство сплошной облоймы

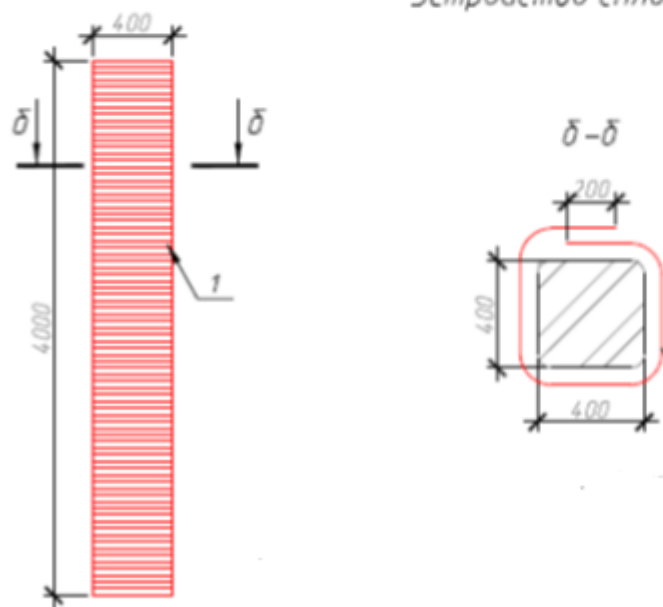
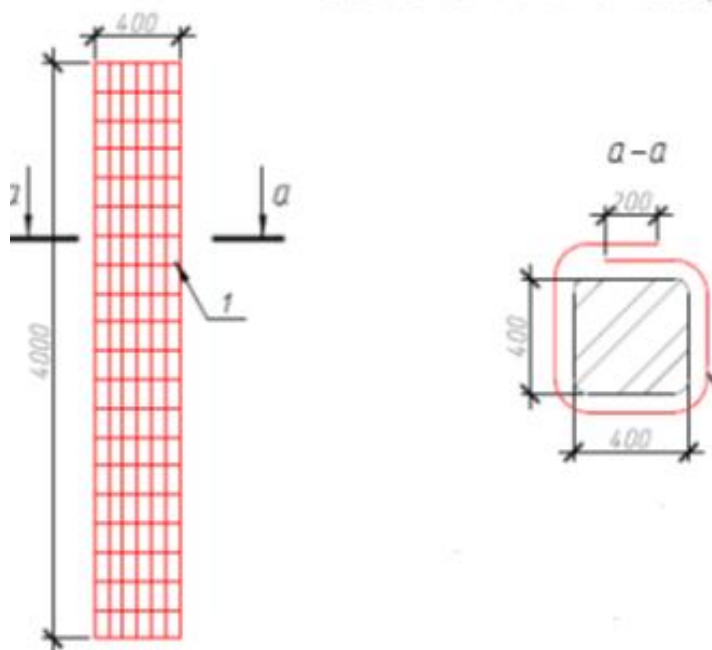


Рисунок 4.17 – Усиление колонн (примеры усиления)

Усиление колонны квадратного сечения



Усиление колонны прямоугольного сечения

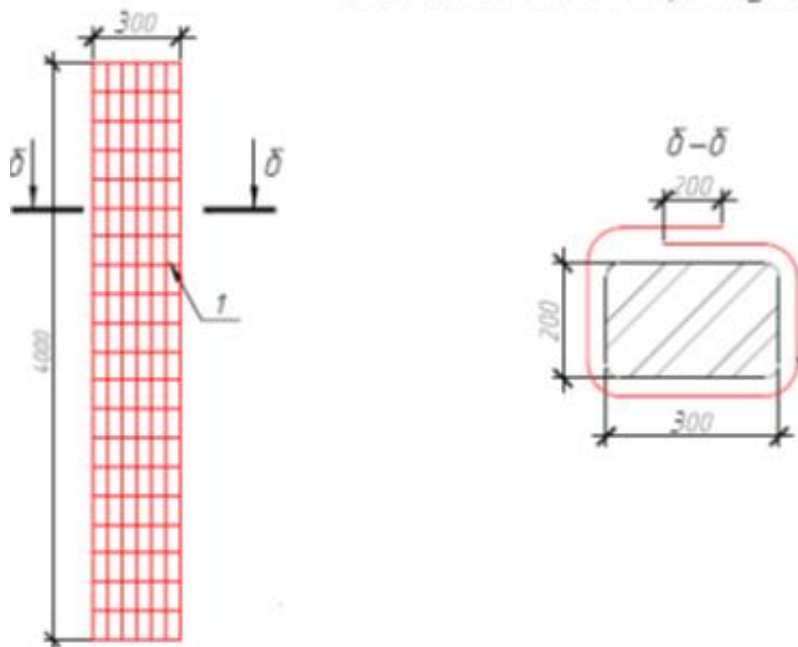


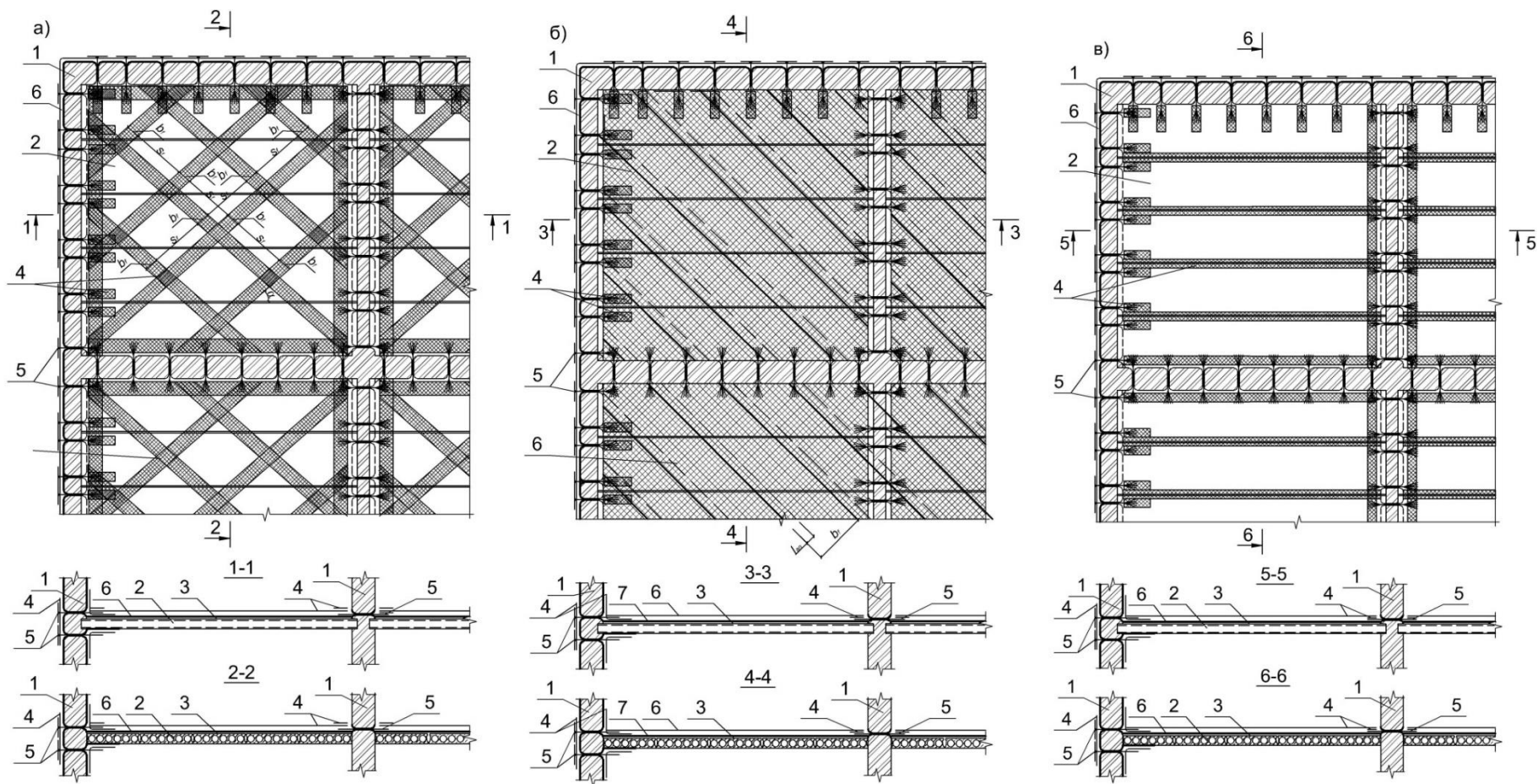
Рисунок 4.18 – Усиление колонн углеродной сеткой (примеры усиления)

4.6 Создание жестких дисков перекрытия

4.6.1. Усиление диска перекрытия выполняется с целью повышения его жесткостных характеристик и обеспечения совместной работы плит перекрытия друг с другом и закрепление стен из плоскости.

4.6.2. Усиление перекрытий типа 1 выполняют наклеиванием отдельных диагонально-ориентированных углеродных однонаправленных лент согласно рисунку 4.19 и соединяют плиты смежных пролетов между собой углеродными анкерными жгутами. Угол наклона диагонали α к продольной оси плит перекрытий должен составлять от 40° до 50° . Диаметр и количество углеродных анкерных жгутов принимается по расчету, но не менее двух штук.

4.6.3. Усиление перекрытий типа 2 выполняют сплошным наклеиванием углеродных двунаправленных или мультиаксиальных тканей под углом α к продольной оси плит перекрытий согласно рисунку 4.19 б) и соединяют плиты смежных пролетов между собой углеродными анкерными жгутами. Угол наклона α должен составлять от 40° до 50° . Диаметр и количество углеродных анкерных жгутов принимается по расчету, но не менее двух штук. Допускается выполнять наклеивание двунаправленной или мультиаксиальной ткани отдельными полосами, как это показано на рисунке 4.19 в).



а) отдельными диагональными углеродными однонаправленными лентами; б) сплошной углеродной двунаправленной или мультиаксиальной тканью; в) отдельными полосами углеродной двунаправленной/мультиаксиальной ткани

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

Рисунок 4.19 – Создание жестких дисков перекрытия

4.6.3.1. Наклеивание углеродной двунаправленной или мультиаксиальной ткани следует производить по всей верхней поверхности плит. Площадь поперечного сечения углеродных двунаправленных или мультиаксиальных тканей принимается по расчету.

4.6.3.2. Соединение углеродных двунаправленных или мультиаксиальных тканей между собой следует производить внахлестку, при этом величина нахлестки должна быть не менее 250 мм.

4.7 Усиление оконных и дверных проемов и проемов ворот

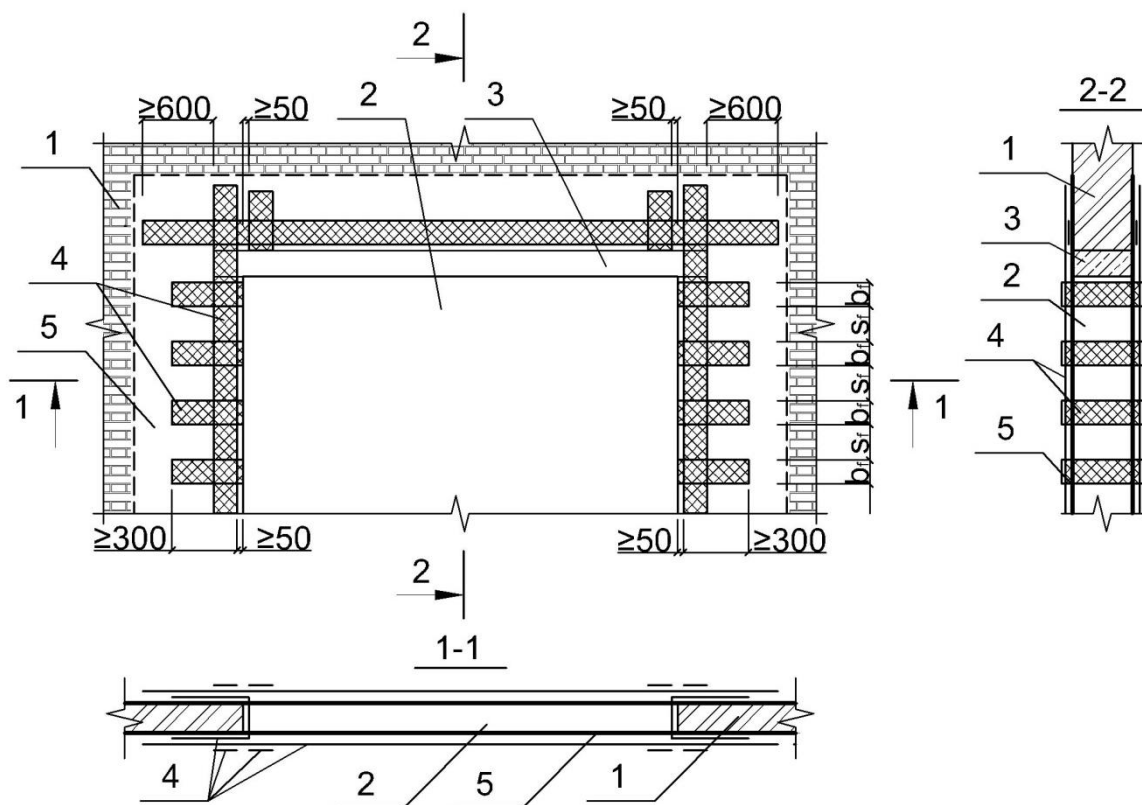
4.7.1. Усиление оконных, дверных проемов и проемов ворот выполняют путем создания «рамы» повышенной прочности из кладки за счет эффекта обоймы.

4.7.2. Усиление выполняют углеродными однонаправленными лентами CarbonWrap® Tape. Тип, ширина b_f и шаг s_f углеродных лент определяется расчетом.

4.7.3. Усиление проемов ворот кладки предполагает следующий порядок:

- 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.

Принципиальная схема усиления представлена на рис. 4.20



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

Рисунок 4.20 – Усиление проемов ворот

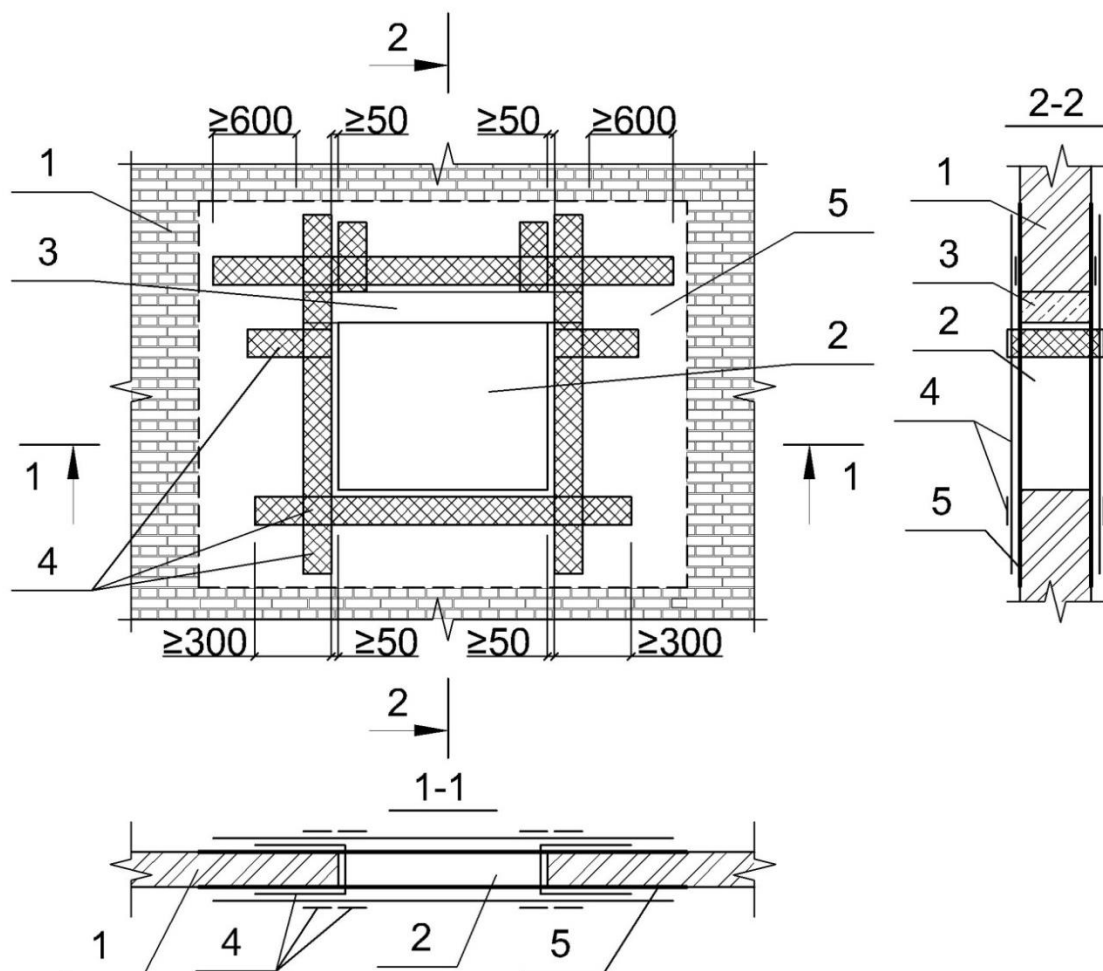
4.7.4. Усиление оконных проемов с помощью СВА предполагает следующий порядок:

- 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.

Принципиальная схема усиления представлена на рис. 4.21



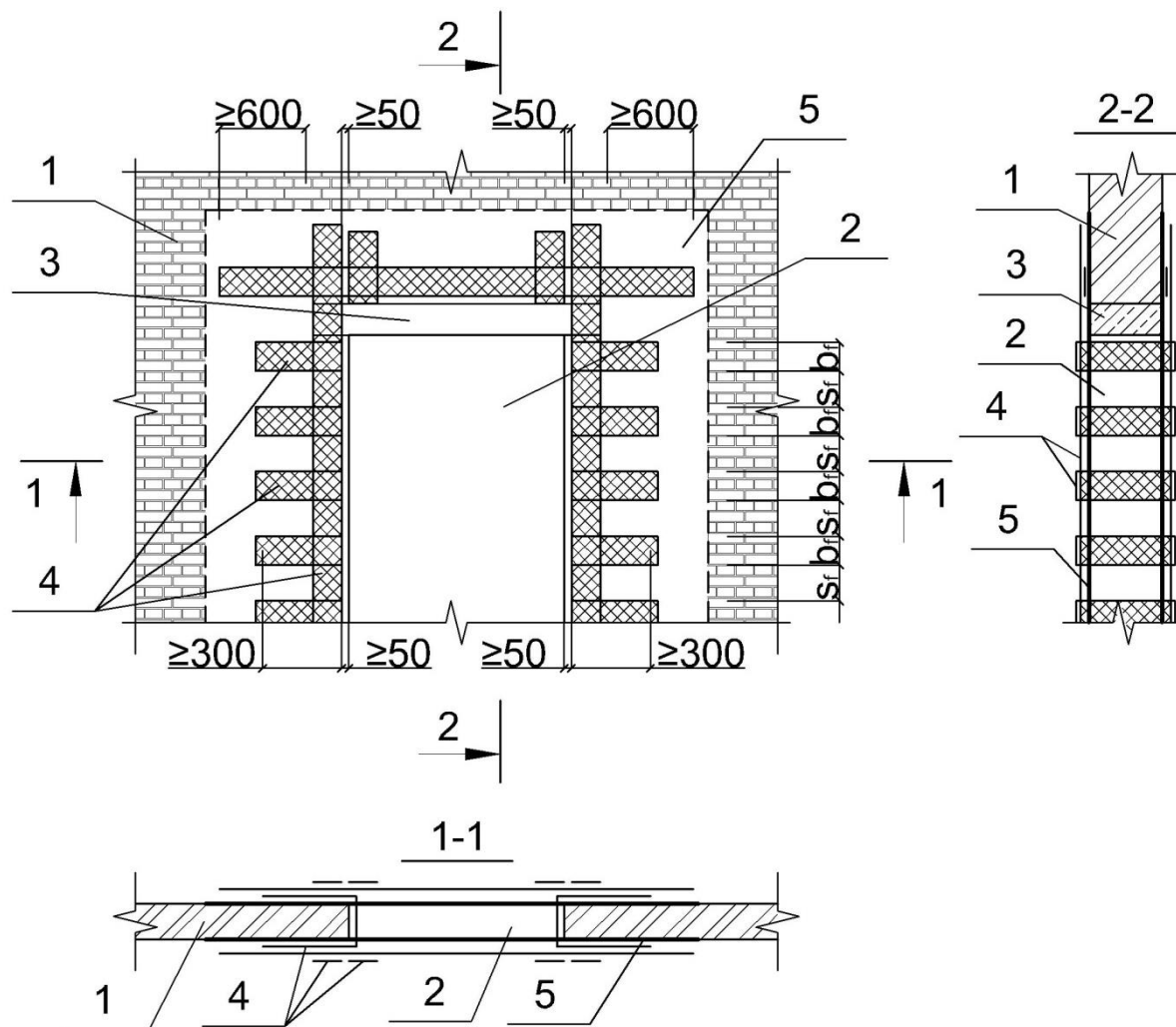
1 – стена; 2 – оконный проем; 3 – перемычка; 4 – углеродные однонаправленные ленты; 5 – ремонтный состав

Рисунок 4.21 – Усиление оконных проемов с помощью СВА

4.7.5. Усиление дверных проемов с помощью СВА возможно путем наклеивания вертикальных и горизонтальных углеродных

однонаправленных лент или путем наклеивания вертикальных, горизонтальных и наклонных углеродных однонаправленных лент.

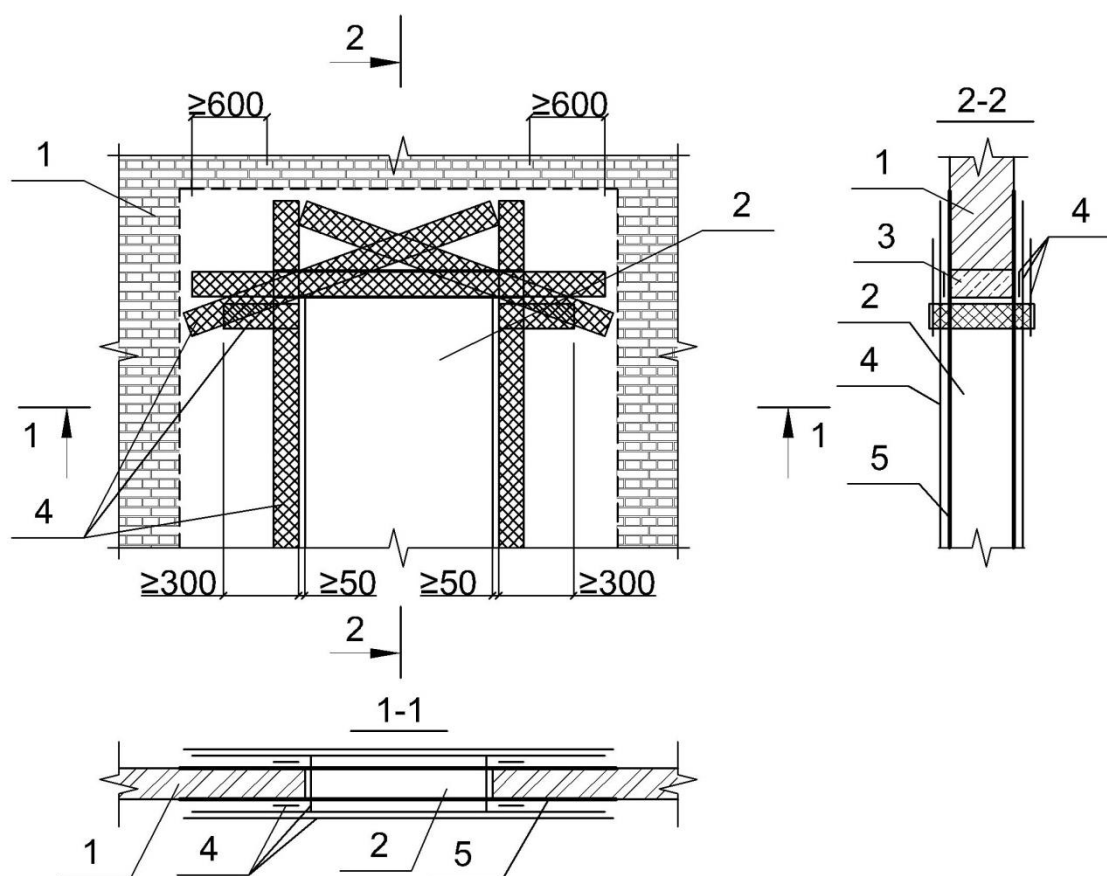
4.7.6. Усиление дверных проемов путем наклеивания вертикальных и горизонтальных углеродных однонаправленных лент (см. рисунок 4.22).



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

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

4.7.7. Усиление дверных проемов путем наклеивания вертикальных, горизонтальных и наклонных углеродных однонаправленных лент (см. рисунок 4.23).



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

Рисунок 4.23 – Усиление дверного проема горизонтальными,
вертикальными и наклонными углеродными однонаправленными
лентами

4.7.8. Для усиления дверных проемов следует применять углеродные
однонаправленные ленты CarbonWrap® Tape. Тип лент следует принимать
по расчету.

4.8 Усиление сводов

4.8.1. Усиление сводов выполняется исходя из следующих
предпосылок:

- внешнее армирование работает только на растяжение;
- расчет проводится в соответствии с СТО [2];
- усиление возможно всех типов сводов.

4.8.2. Усиление сводов рекомендуется выполнять углеродными сетками на полимерцементном составе. Принципиальная схема усиления свода представлена на рис. 4.24

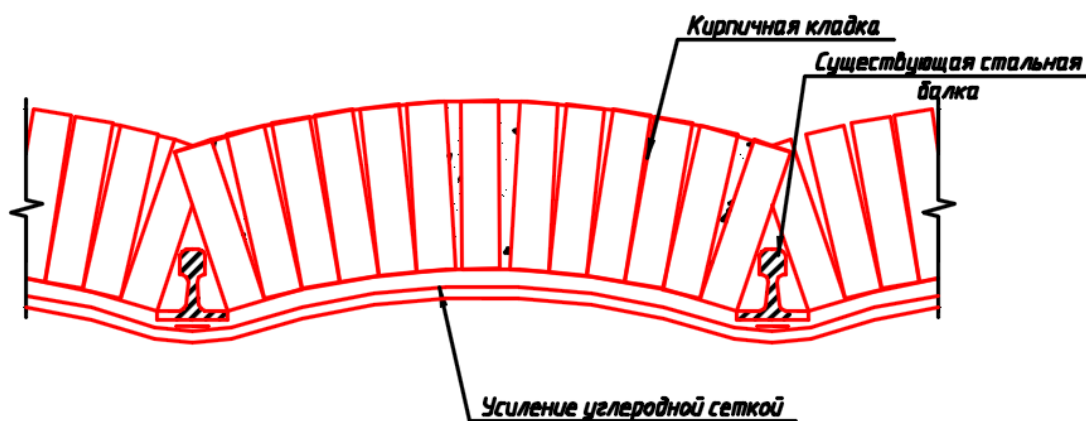


Рисунок 4.24 – Усиление цилиндрического свода

5 Конструктивные требования

5.1 Число слоев углеродных однонаправленных лент, двунаправленных и мультиаксиальных тканей, углепластиковых ламелей в многослойных СВА следует ограничивать в зависимости от силы сцепления композитного материала с поверхностью каменной или армокаменной конструкции. Рекомендуемое число слоев следует принимать:

- для углепластиковых ламелей – не более одного;
- для углеродных однонаправленных лент, тканей и сеток – не более трех.

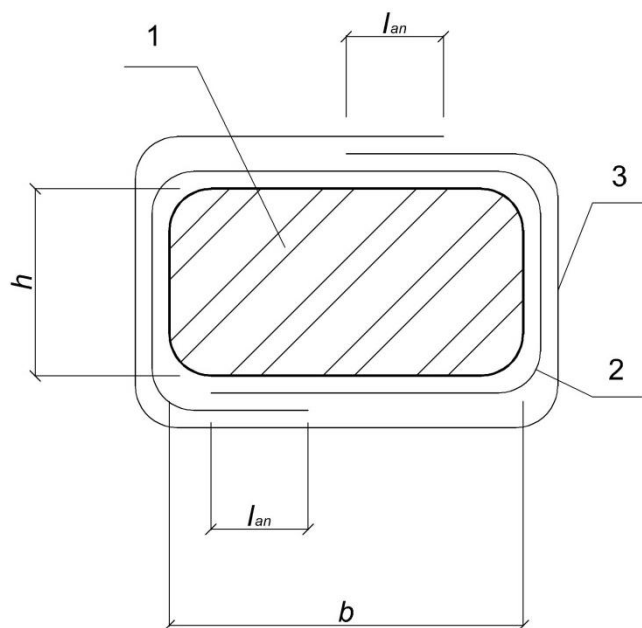
5.2 Ширину элементов усиления внешнего поперечного армирования b_f следует принимать не менее 50 мм и не более 600 мм, шаг наклейки в свету элементов усиления поперечного армирования s_f – не менее b_f и не более меньшего значения из $h/2$; $3b_f$ (где h – меньший размер поперечного сечения каменной и армокаменной конструкции). Разделение ламинатов на отдельные полосы не допускается.

5.3 Длину перепуска (нахлестки) при устройстве обойм, в том числе из углеродных сеток, следует принимать по указаниям предприятия-изготовителя или определять испытаниями. При устройстве обойм в виде бандажей, выполненных из углеродных однонаправленных лент, длину нахлестки последних l_{an} рекомендуется принимать не менее 400 мм. Нахлестки следует располагать «вразбежку».

Испытание образцов с участком стыка элементов усиления по длине следует выполнять по ГОСТ 25.601. Длина нахлестки должна обеспечивать прочность сечения элементов усиления со стыком не ниже прочности сечения без стыка.

В многослойных СВА стыки слоев композита следует располагать на противоположных гранях усиливаемой конструкции (см. рисунок 5.1).

Длину перепуска (нахлестки) углеродных сеток с адгезивом из полимерных составов на основе цемента следует принимать по рекомендациям предприятия-изготовителя СВА.



1 – усиливаемая каменная или армокаменная конструкция;

2 – первый слой СВА; 3 – второй слой СВА

Рисунок 5.1 – Устройство нахлестки слоев композита
в многослойных СВА

5.4 Для обеспечения анкеровки элементов усиления допускается устройство дополнительных механических креплений стальными пластинами, устройство химических анкеров, а также углеродных анкерных жгутов.

5.5 Поперечные хомуты следует наклеивать поверх продольного элемента усиления.

5.6 При усилении сжатых конструкций путем устройства обойм в поперечном направлении обоймы следует устанавливать во всей высоте конструкций.

5.7 Устройство системы внешнего армирования из многослойных композитных материалов в продольном и поперечном направлениях следует производить путем последовательного послойного наклеивания элементов усиления поочередно в двух направлениях.

5.8 При усилении каменных и армокаменных конструкций, эксплуатируемых в условиях постоянной влажности (внутри помещения),

допускается наклеивание углеродных однонаправленных лент, двунаправленных тканей и сеток по всей поверхности таких конструкций.

При этом обоймы колонн следует располагать не ниже 20 мм до перекрытия.

5.9 Для обеспечения безопасности и эксплуатационной пригодности конструкций, усиленных внешним армированием из композитных материалов, необходимо соблюдать конструктивные требования, изложенные в настоящем разделе.

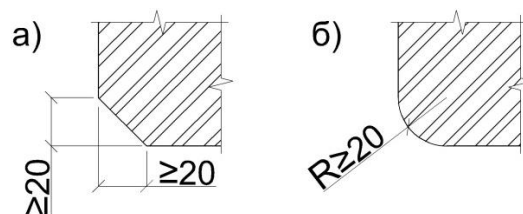
5.10 Не допускается прямой контакт углеродного волокна элементов усиления и стальных элементов усиливаемой конструкции. В качестве изоляционного слоя между углеродными волокнами элементов усиления и стальными элементами усиливаемой конструкции могут выступать слой адгезива толщиной более 1 мм или стеклоткань.

5.11 Трещины шириной раскрытия более 0,2 мм не допускаются. При наличии таких трещин следует выполнять их ремонт в соответствии с СТО [2].

5.12 Пересечение элементов усиления допускается только при обеспечении их взаимного сцепления путем склеивания.

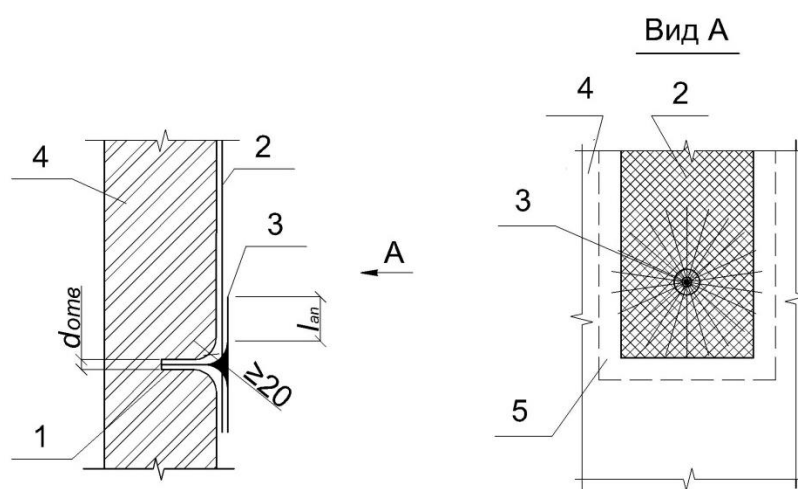
5.13 При устройстве обойм и хомутов из углеродных однонаправленных лент и двунаправленных тканей в поперечном направлении и при их загибе через углы конструкции на углах необходимо выполнить фаски с длиной катета не менее 20 мм, либо скругление с радиусом не менее 20 мм (см. рисунок 5.2).

Примечание – При анкеровке углеродных однонаправленных лент, двунаправленных тканей и сеток с применением углеродных анкерных жгутов CarbonWrap® Anchor следует устраивать скругления согласно рисунку 5.3.



а) фаска; б) скругление

Рисунок 5.2 – Фрагмент схемы подготовки внешних углов при установке углеродных однонаправленных лент, двунаправленных тканей и сеток



1 – отверстие для углеродного анкерного жгута; 2 – углеродная однонаправленная лента, двунаправленная ткань; 3 – углеродный анкерный жгут; 4 – усиливаемая каменная или армокаменная конструкция; 5 – ремонтный состав CarbonWrap® Repair

Рисунок 5.3 – Фрагмент схемы подготовки отверстия при установке углеродных анкерных жгутов

5.14 Допустимое значение радиуса загиба, при наклейке ламелей при усилении криволинейной поверхности элементов, следует принимать по данным изготовителя.

5.15 Для конструкций, эксплуатируемых в условиях переменной влажности, элементы внешнего армирования должны быть выполнены

таким образом, чтобы обеспечить возможность миграции паров влаги из тела конструкции.

5.16 Поверхность усиливаемой каменной или армокаменной конструкции должна соответствовать требованиям по плоскостности (неровность поверхности не должна превышать пяти миллиметров на базе двух метров или одного миллиметра на базе тридцать сантиметров) и не иметь дефектов и загрязнений.

5.17 Очистку поверхности каменной или армокаменной конструкции следует проводить пескоструйной обработкой или обработкой металлическими щетками с последующей высоконапорной промывкой водой (под давлением не менее 1,0 МПа).

5.18 Трещины с раскрытием более 0,2 мм следует заинъектировать низковязким составом на основе эпоксидных смол, трещины с меньшим раскрытием допускается затирать ремонтными смесями.

5.19 В случае несоответствия поверхности каменной или армокаменной конструкции требованиям СТО [2] по плоскостности, участки поверхности следует выравнивать с применением ремонтных смесей.

Библиография

- [1] Свод правил СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений
- [2] СТО 38276489.002-2017 Усиление каменных и армокаменных конструкций композитными материалами. Проектирование и технология производства работ.
- [3] Технические условия ТУ 1916-041-38276489-2017 Углеродные однонаправленные ленты для системы внешнего армирования
- [4] Технические условия ТУ 1916-042-38276489-2017 Углеродные двунаправленные ткани для системы внешнего армирования
- [5] Технические условия ТУ 1916-043-38276489-2017 Углеродные сетки для системы внешнего армирования
- [6] Технические условия ТУ 1916-066-38276489-2017 Углеродные мультиаксиальные ткани
- [7] Технические условия ТУ 1916-045-38276489-2017 Углеродные анкерные жгуты CarbonWrap® Anchor
- [8] Технические условия ТУ 2256-044-38276489-2017 Углепластиковые ламели CarbonWrap® Lamel
- [9] Технические условия ТУ 2257-046-38276489-2017 Эпоксидное двухкомпонентное связующее CarbonWrap® Resin 230 для пропитки систем внешнего армирования

- | | | |
|------|---|---|
| [10] | Технические условия
ТУ 2257-047-38276489-
2017 | Эпоксидное
связующее CarbonWrap® Resin 230+ для
пропитки систем внешнего армирования. |
| [11] | Технические условия
ТУ 2257-048-38276489-
2017 | Эпоксидное
связующее CarbonWrap® Resin 530+ для
пропитки систем внешнего армирования. |
| [12] | Технические условия
ТУ 2252-051-38276489-
2017 | Клей эпоксидный двухкомпонентный
CarbonWrap® Resin Laminate+ для систем
внешнего армирования. |
| [13] | Технические условия
ТУ 2257-049-38276489-
2017 | Эпоксидное
связующее CarbonWrap® Resin WS+ для
пропитки систем внешнего армирования. |
| [14] | Технические условия
ТУ 2257-050-38276489-
2017 | Эпоксидное
связующее CarbonWrap® Resin HT+ для
пропитки систем внешнего армирования. |
| [15] | Технические условия
ТУ 5745-052-38276489-
2017 | Смесь сухая «Ремонтный состав
CarbonWrap® Repair FS». |
| [16] | Технические условия ТУ
5745-053-38276489-
2017. | Смесь сухая «Ремонтный состав
CarbonWrap® Repair ST» |
| [17] | Технические условия
ТУ 5745-054-38276489-
2017 | Смесь сухая «Ремонтный состав
CarbonWrap® Repair Shotcrete» |