ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР КОМПОЗИТОВ»

АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УСИЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМОЙ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ

Москва 2017

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Общество 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 железобетонных конструкций системой внешнего армирования CarbonWrap® разработан с учетом обязательных требований, установленных в Федеральных законах от 27 декабря 2002г. №184-ФЗ «О техническом регулировании» и от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и содержит технические решения по усилению или восстановлению полимерными композитами бетонных и железобетонных конструкций промышленных и гражданских зданий и сооружений различного назначения.

Приведенные в настоящем альбоме технические решения призваны помочь проектировщику выбрать подходящий вариант усиления железобетонных (бетонных) конструкций с использованием системы внешнего армирования на основе полимерных композитов с армирующим наполнителем из углеродных волокон.

Технические решения, приведенные в настоящем альбоме, не заменяют обязательных конструктивных требований, изложенных в СП 63.13330.2012, СП 164.1325800.2014 и СТО 38276489.001-2017.

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

Содержание

1 Область применения.....5
2 Нормативные ссылки 5
3 Термины и определения.....5
4 Общие требования…….5
5 Технические решения по усилению железобетонных конструкций...11
5.1 Усиление железобетонных колонн……..12
5.2 Усиление железобетонных стен……...28
5.3 Усиление железобетонных ригелей и балок……...……34
5.4 Усиление железобетонных ферм…….54
5.5 Усиление сборных плит……....59
5.6 Усиление монолитных перекрытий……79
5.7 Усиление лестничных маршей и площадок……82
5.8 Усиление железобетонных фундаментов……86
5.9 Устройство проемов в железобетонных конструкциях……88
Библиография……93

1 Область применения

1.1 В настоящем альбоме технических решений (далее – «альбом») приведены технические решения по усилению бетонных и железобетонных конструкций промышленных и гражданский зданий и сооружений различного назначения, расположенных во всех климатических зонах, системой внешнего армирования CarbonWrap®.

1.2 Технические решения разработаны в соответствии с требованиями СП 63.13330.2012, СП 164.1325800.2014 и СТО 38276489.001-2017.

2 Нормативные ссылки

В настоящем альбоме технических решений использованы ссылки на следующие нормативные документы:

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
2. СП 164.1325800.2014. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования.
3. СТО 38276489.001-2017. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Проектирование и технология производства работ.

3 Термины и определения

В настоящем альбоме технических решений применены термины и определения в соответствии с СП 63.13330.2012 и СП 164.1325800.2014.

4 Общие требования

4.1 Проектирование усиления или восстановления железобетонных конструкций следует производить на основе результатов их натурного обследования и поверочного расчета.

4.2 Поверочные расчеты конструкции следует проводить на основе проектных материалов и результатов натурных обследований, с учетом указаний СП 63.13330.2012, СП 164.1325800.2014, СТО 38276489.001-2017, ГОСТ 31937.

4.3 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.

4.4 При проектировании должны быть учтены дефекты и повреждения конструкции, выявленные в процессе натурных обследований: снижение прочности, местные повреждения или разрушения бетона; обрыв арматуры, коррозия арматуры, нарушение анкеровки и сцепления арматуры с бетоном; образование и раскрытие трещин и другие.

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

4.6 Минимально допустимый фактический класс бетона по прочности на сжатие существующей конструкции, усиливаемой или восстанавливаемой внешним армированием их полимерных композитов, должен составлять не менее В3,5.

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

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

4.9 При проектировании системы внешнего армирования из полимерных композитов необходимо исключить в процессе эксплуатации попадание 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.

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

4.11 При проектировании системы внешнего армирования из полимерных композитов для бетонных и железобетонных конструкций, эксплуатируемых в условиях переменной влажности, следует предусмотреть возможность миграции паров влаги из тела бетона.

4.12 При производстве работ по устройству системы внешнего армирования на основе полимерных композитов следует производить контроль температуры и влажности окружающей среды, температуры и влажности основания.

4.13 Расчет огнестойкости конструкций, усиление или восстановление которых выполнено без устройство противопожарной защиты системы внешнего армирования из полимерных композитов, следует проводить без учета работы системы внешнего армирования.

4.14 В качестве материалов для усиления или восстановления бетонных и железобетонных конструкций путем внешнего армирования системой CarbonWrap® используют:

- углеродные однонаправленные ленты CarbonWrap® Tape (см. рисунок 4.1);
- углеродные двунаправленные ткани CarbonWrap® Fabric (см. рисунок 4.2);
- углеродные сетки CarbonWrap® Grid (см. рисунок 4.3);
- углеродные анкерные жгуты CarbonWrap® Anchor (см. рисунок 4.4);
- углепластиковые ламели CarbonWrap® Lamel (см. рисунок 4.5);

- термореактивные адгезивы (эпоксидные двухкомпонентные связующие CarbonWrap® Resin 230, CarbonWrap® Resin 230+, CarbonWrap® Resin 530+, CarbonWrap® Resin WS+, CarbonWrap® Resin HT+, двухкомпонентный эпоксидный клей CarbonWrap® Resin Laminate+);
- эпоксидные двухкомпонентные шпатлевки CarbonWrap® Putty;
- ремонтные составы CarbonWrap® Repair.

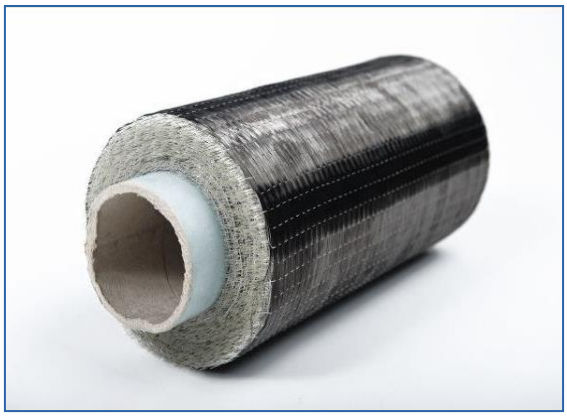
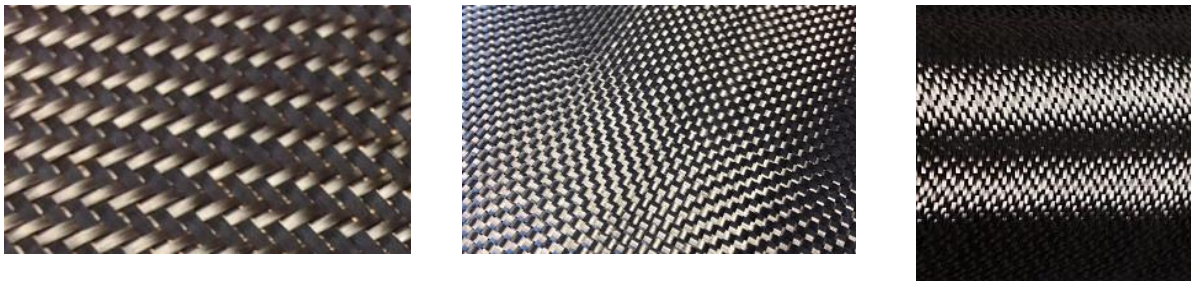


Рисунок 4.1 – Внешний вид углеродной однонаправленной ленты CarbonWrap® Tape

а) б) в)



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

Рисунок 4.2 – Внешний вид и виды плетения углеродных двунаправленных тканей CarbonWrap® Fabric

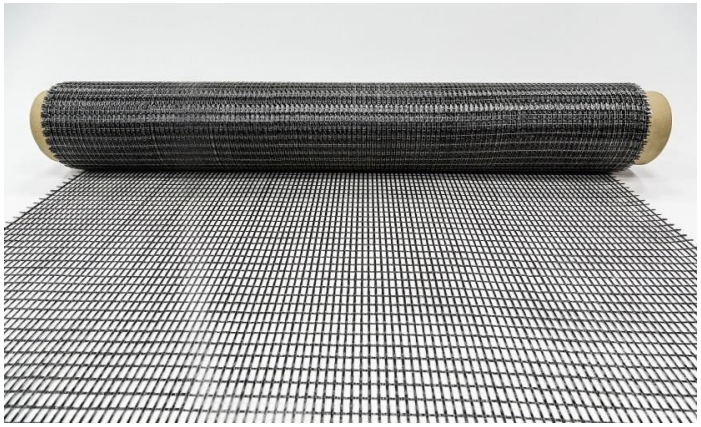


Рисунок 4.3 – Внешний вид углеродной сетки CarbonWrap® Grid



Рисунок 4.4 – Внешний вид углеродного анкерного жгута CarbonWrap® Anchor



Рисунок 4.5 – Внешний вид углепластиковой ламели CarbonWrap® Lamel

4.15 Характеристики материалов, составляющих СВА должны соответствовать требованиям, установленных в технических условиях [1-15] и быть подтверждены при входном контроле до устройства СВА.

4.16 Приклеивание углеродных лент, тканей с низкой и средней поверхностной плотностью (до 300 г/м^2) следует осуществлять адгезивом марки CarbonWrap® Resin 230, CarbonWrap® Resin 230+, CarbonWrap® Resin WS+, а наклейку углеродных лент, тканей с поверхностной плотностью более 300 г/м^2 следует осуществлять адгезивом марки CarbonWrap® Resin 530+, CarbonWrap® Resin HT+.

4.17 Приклеивание углепластиковых ламелей CarbonWrap® Lamel следует осуществлять эпоксидным двухкомпонентным клеем CarbonWrap® Resin Laminate+.

4.18 Устройство СВА на основе углеродных сеток CarbonWrap® Grid осуществляется с помощью ремонтных составов CarbonWrap® Repair FS, CarbonWrap® Repair ST, CarbonWrap® Repair Shotcrete.

4.19 Подготовку поверхности, усиливаемой железобетонной 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;
  - с мелким наполнителем;
- механизированного нанесения.

4.19.1 К ремонтным составам с крупным наполнителем относят ремонтный состав для ручного нанесения CarbonWrap® Repair ST по [14].

4.19.2 К ремонтным составам с мелким наполнителем относят ремонтный состав для ручного нанесения CarbonWrap® Repair FS по [13].

4.19.3 К ремонтным составам для механизированного нанесения относят состав CarbonWrap® Repair Shotcrete по [15].

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

4.21 Защиту СВА от внешних воздействий следует выполнять в соответствии с проектным решением или с рекомендациями производителя СВА.

5 Технические решения по усилению железобетонных конструкций

В настоящем альбоме рассматриваются следующие варианты по усилению бетонных и железобетонных конструкций системой внешнего армирования на основе полимерных композитов CarbonWrap®:

- усиление железобетонных колонн (см. п.5.1);
- усиление железобетонных стен (см. п.5.2);
- усиление железобетонных ригелей и балок (см. п.5.3);
- усиление железобетонных ферм (см. п.5.4);
- усиление железобетонных сборных плит (см. п.5.5);
- усиление железобетонных монолитных перекрытий (см. п.5.6);
- усиление железобетонных лестничных маршей и площадок (см. п.5.7);
- усиление железобетонных конструкций фундаментов (см. п.5.8);
- устройство проемов в железобетонных конструкциях (см. п.5.9).

5.1 **Усиление железобетонных колонн**

5.1.1 Основными причинами усиления железобетонных колонн являются:

- механические повреждения;
- разрушение бетона и арматуры в результате воздействия окружающей и/или агрессивной среды;
- повышение нагрузок;
- ошибки при проектировании;
- нарушение технологии производства строительных работ;
- несоответствие фактических свойств материалов (бетона и арматуры).

5.1.2 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap® приведены на рисунке 5.1.

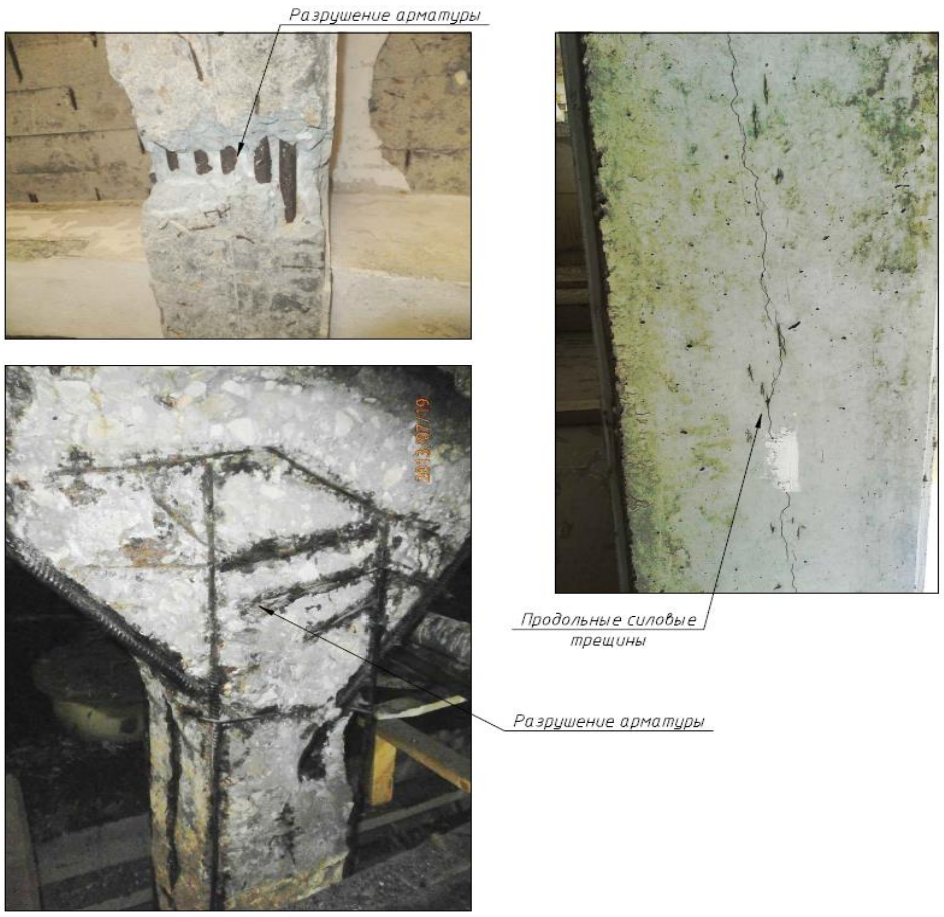


Рисунок 5.1 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap®

5.1.3 Усиление колонн за счет создания обойм

5.1.3.1 Метод применим для колонн круглого, квадратного и прямоугольного поперечных сечений при соблюдении следующих условий:

- соотношение сторон h/b не более 1,5;
- размеры сторон колонны прямоугольного / квадратного сечения не превышает 900 мм;
- расчетное значение эксцентриситета приложения сжимающей силы должно быть менее 0,1 D (для круглых сечений диаметром D) или менее 0,1 (для прямоугольных сечений)

5.1.3.2 Усиление производится за счет создания трехосного сжатия. В расчет вводится эффективная площадь сечения – площадь сечения со значимым эффектом от обоймы. Для круглых сечений принимается полная площадь, для остальных сечений в соответствии с рис. 5.2.

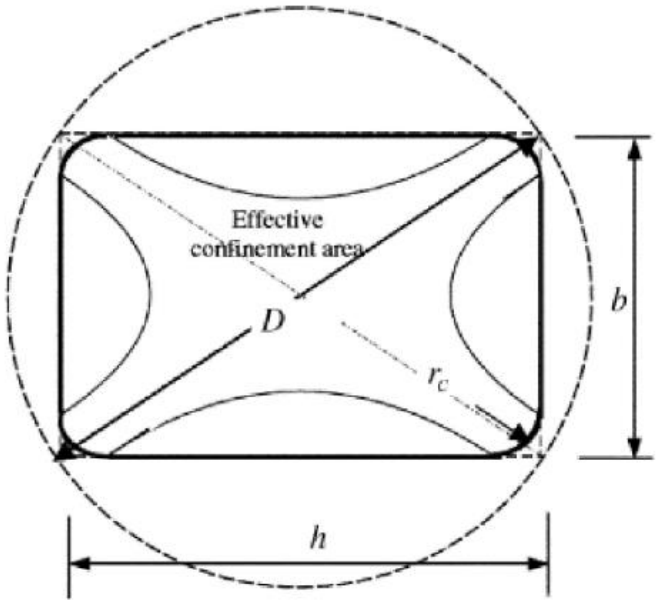


Рисунок 5.2 Эффективная площадь сечения

5.1.3.3 Усиление железобетонных колонн за счет создания обойм осуществляется углеродными лентами CarbonWrap® Tape, углеродными тканями CarbonWrap® Fabric, углеродными сетками CarbonWrap® Grid.

5.1.3.4 Примеры усиления колонн за счет создания обойм из углеродных лент приведены на рис. 5.3-5.9.

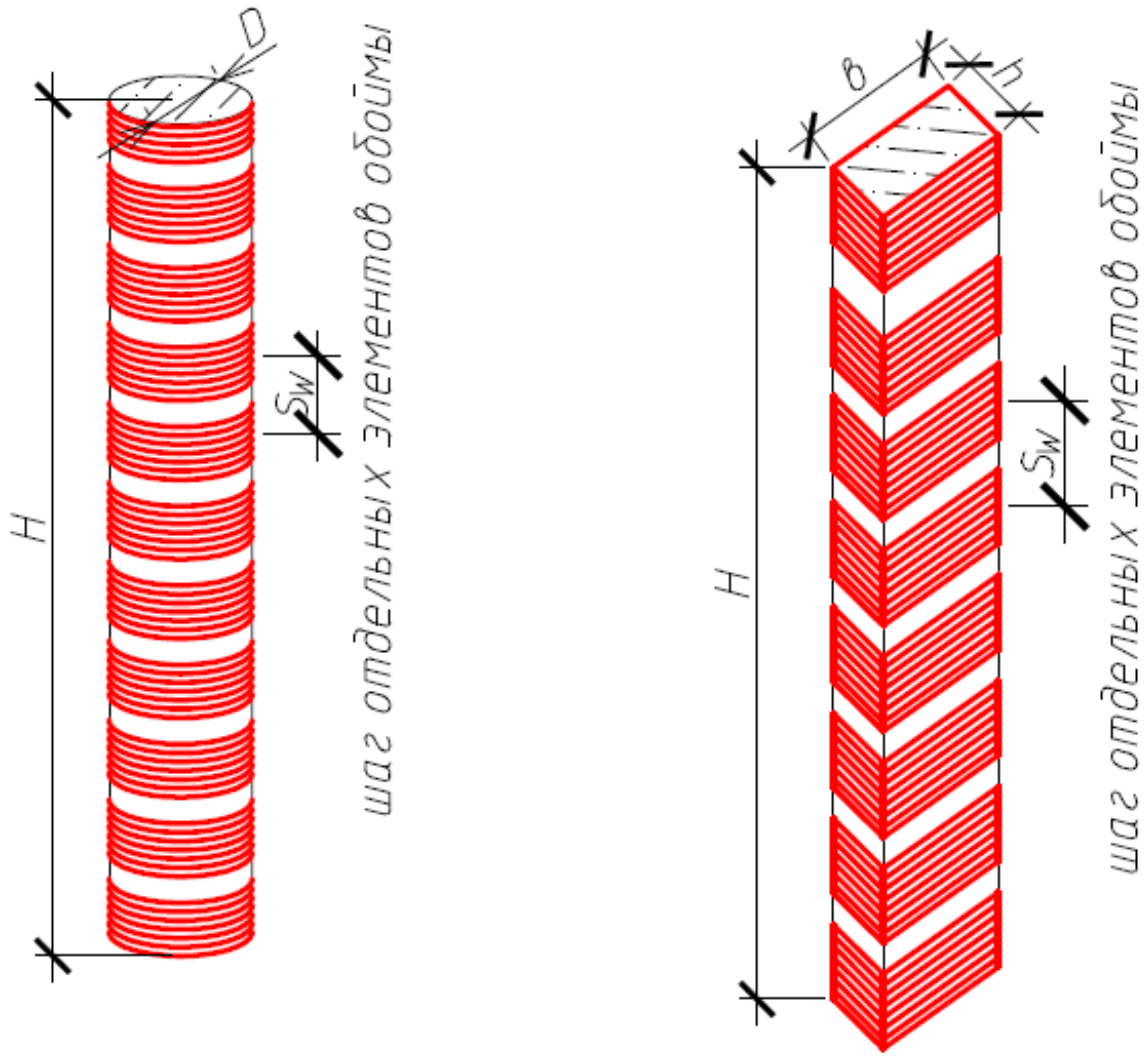


Рисунок 5.3 Усиление колонн за счет создания обойм из углеродных лент CarbonWrap® Tape

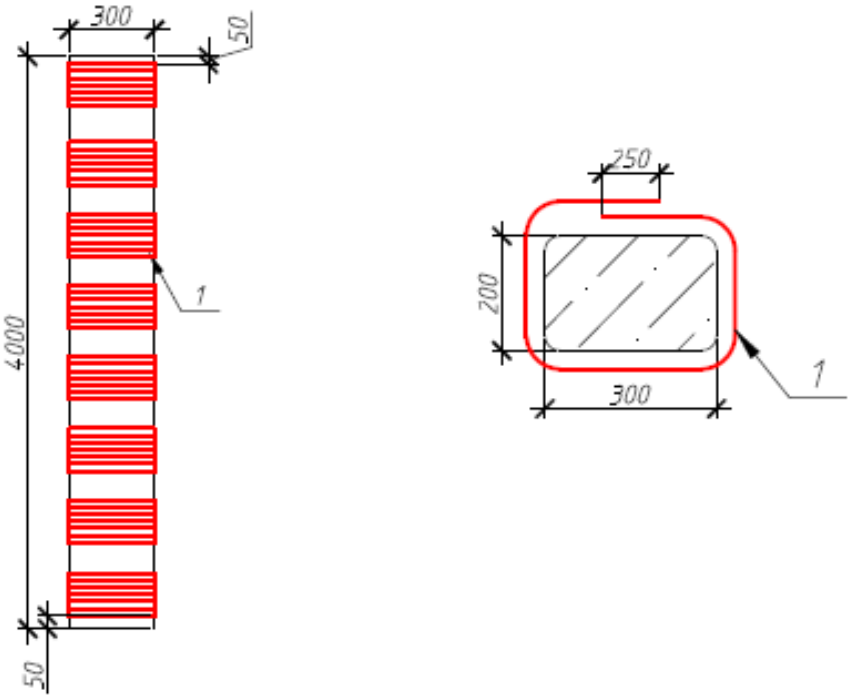


Рисунок 5.4 Усиление колонны сечением 200х300 мм (оклейка с шагом 400 мм в 1 слой) углеродной лентой CarbonWrap® Tape

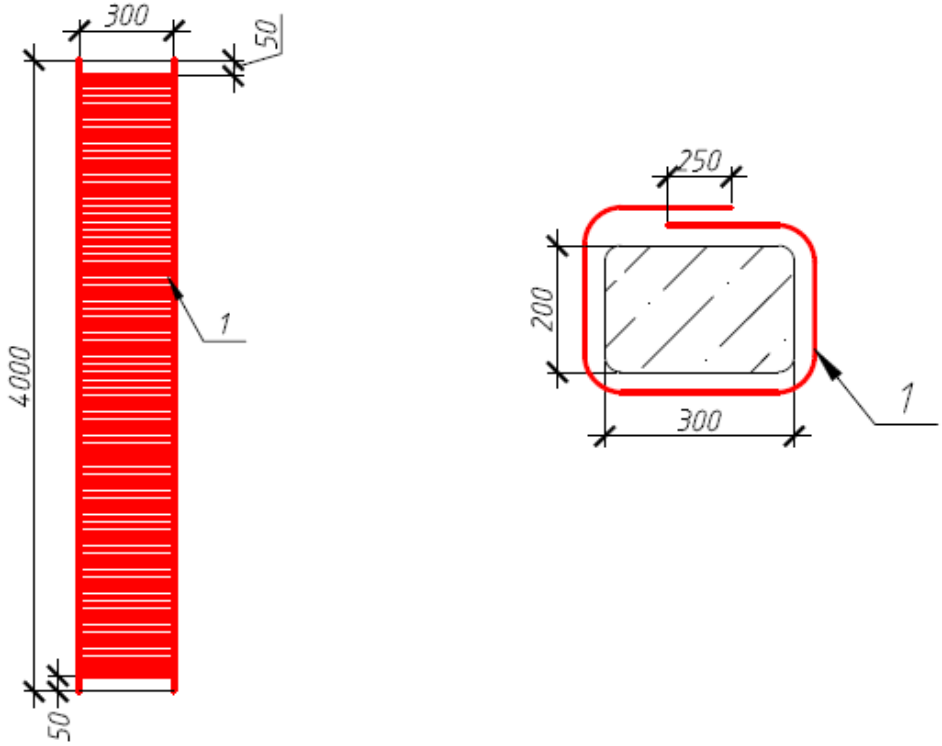


Рисунок 5.5 Усиление колонны сечением 200х300 мм (сплошная оклейка) углеродной лентой CarbonWrap® Tape

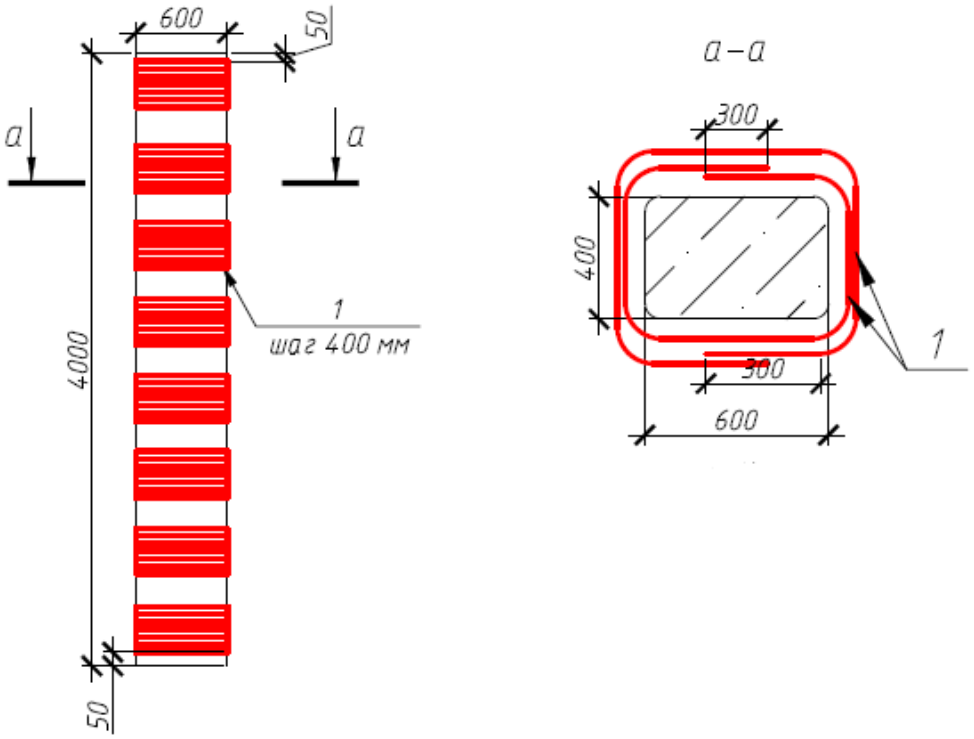


Рисунок 5.6 Усиление колонны сечением 600х400 мм (оклейка с шагом 400 мм в 2 слоя) углеродной лентой CarbonWrap® Tape

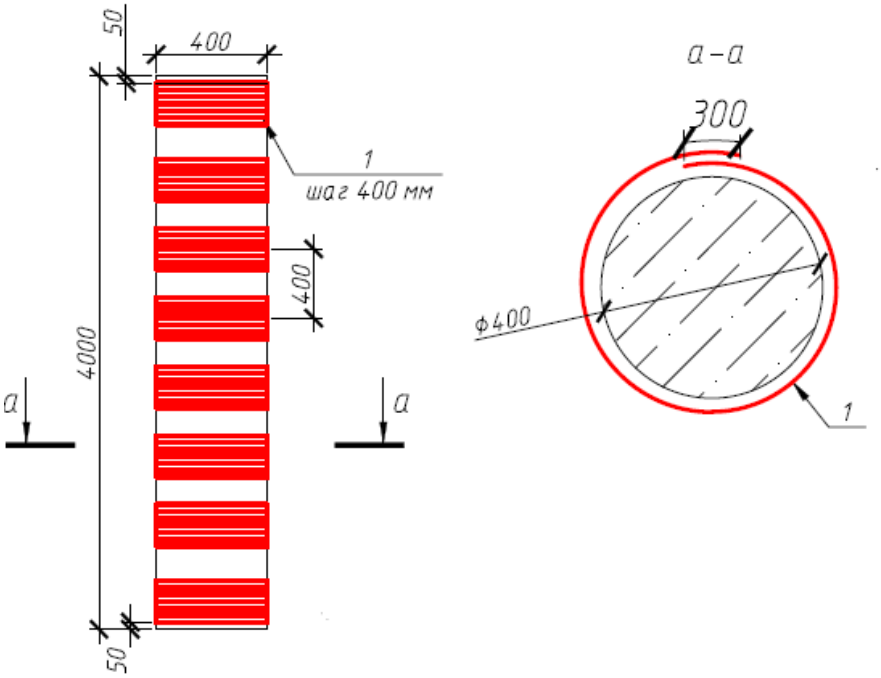


Рисунок 5.7 Усиление колонны круглого сечения диаметром 400 мм (оклейка с шагом 400 мм в 1 слой) углеродной лентой CarbonWrap® Tape

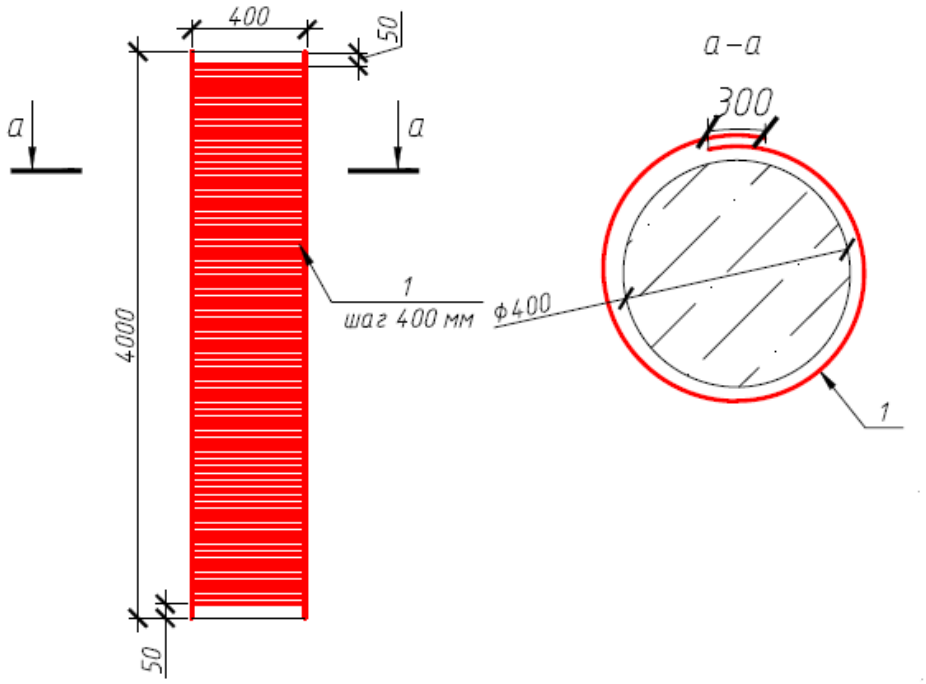


Рисунок 5.8 Усиление колонны круглого сечения диаметром 400 мм (оклейка сплошная) углеродной лентой CarbonWrap® Tape

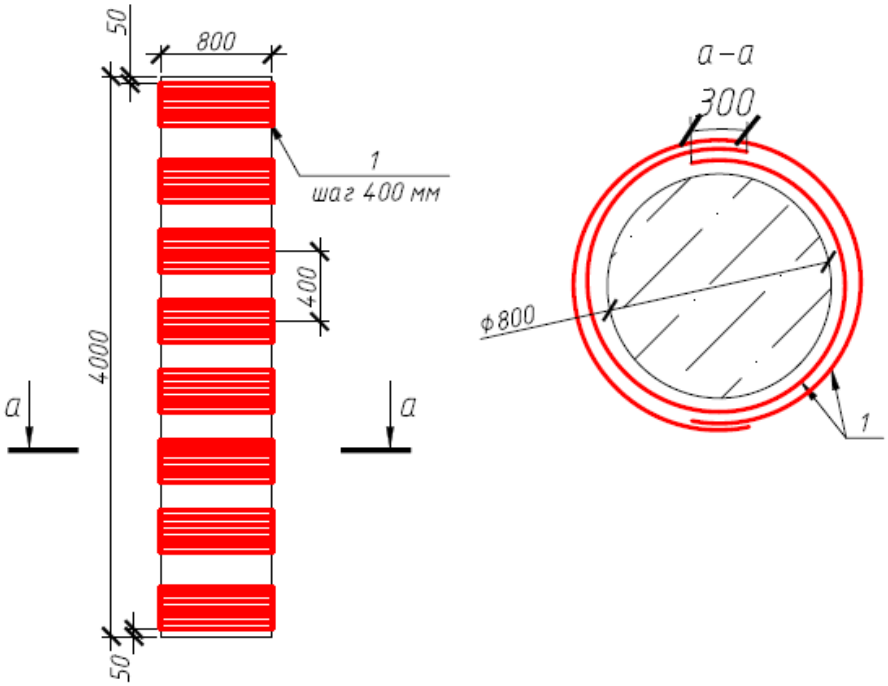


Рисунок 5.9 Усиление колонны круглого сечения диаметром 800 мм (оклейка с шагом 400 мм в 2 слоя) углеродной лентой CarbonWrap® Tape

5.1.3.5 Примеры усиления колонн за счет создания обойм из углеродных двунаправленных тканей приведены на рис. 5.10-5.11.

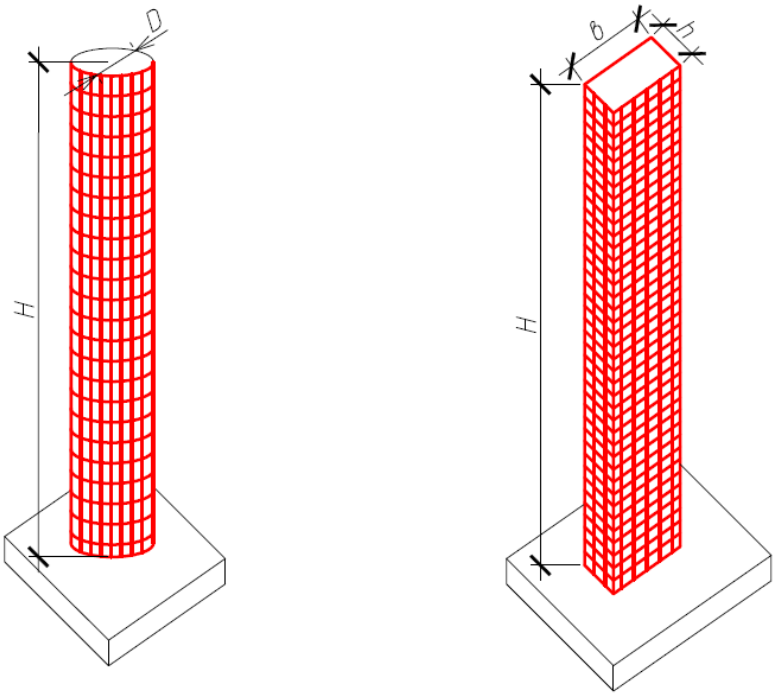


Рисунок 5.10 Усиление колонн за счет создания обойм из углеродных двунаправленных тканей CarbonWrap® Fabric

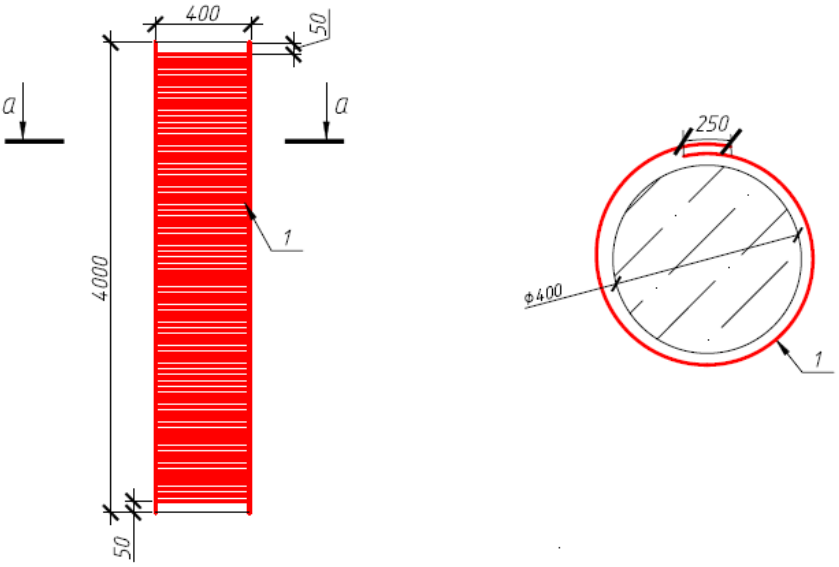


Рисунок 5.11 Усиление колонны круглого сечения диаметром 400 мм (оклейка сплошная) углеродной тканью CarbonWrap® Fabric

5.1.3.6 Примеры усиления колонн за счет создания обойм из углеродных сеток на полимерцементном растворе приведены на рис. 5.12-5.15.

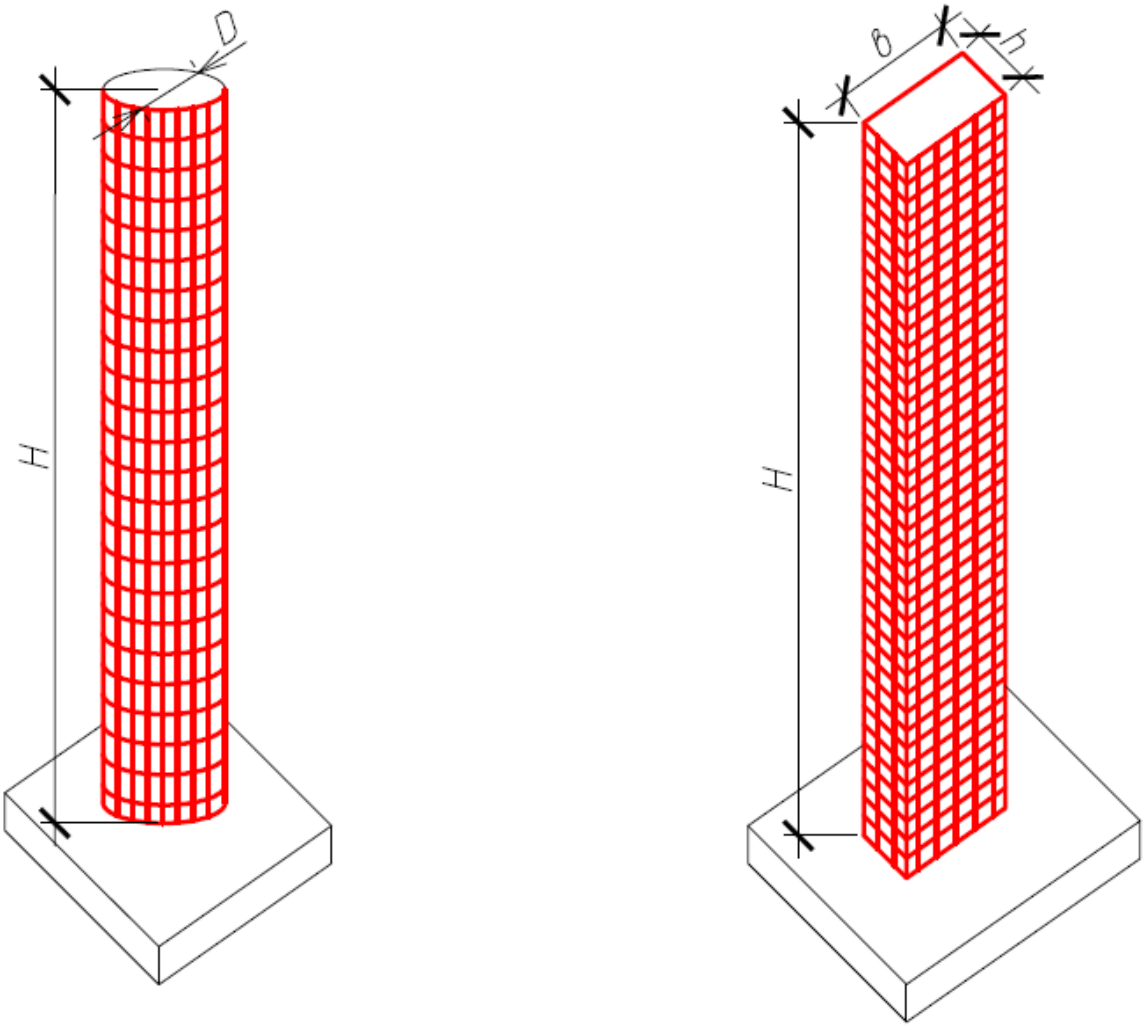


Рисунок 5.12 Усиление колонн за счет создания обойм из углеродных сеток CarbonWrap® Grid

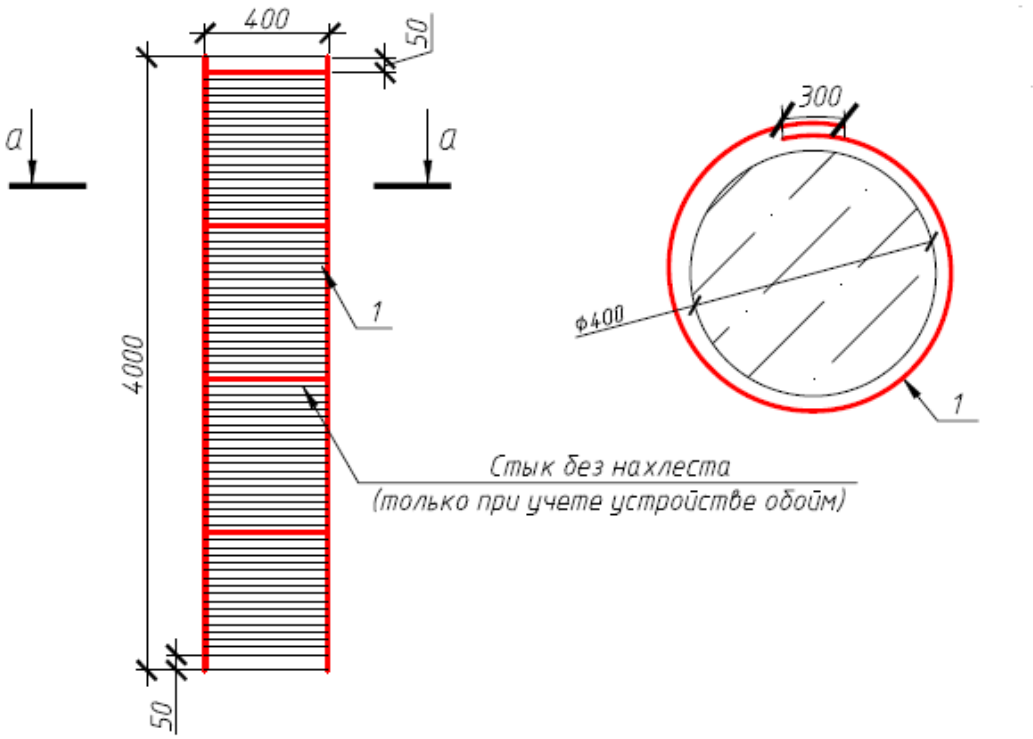


Рисунок 5.13 Усиление колонны круглого сечения диаметром 400 мм (оклейка сплошная) углеродной сеткой CarbonWrap® Grid

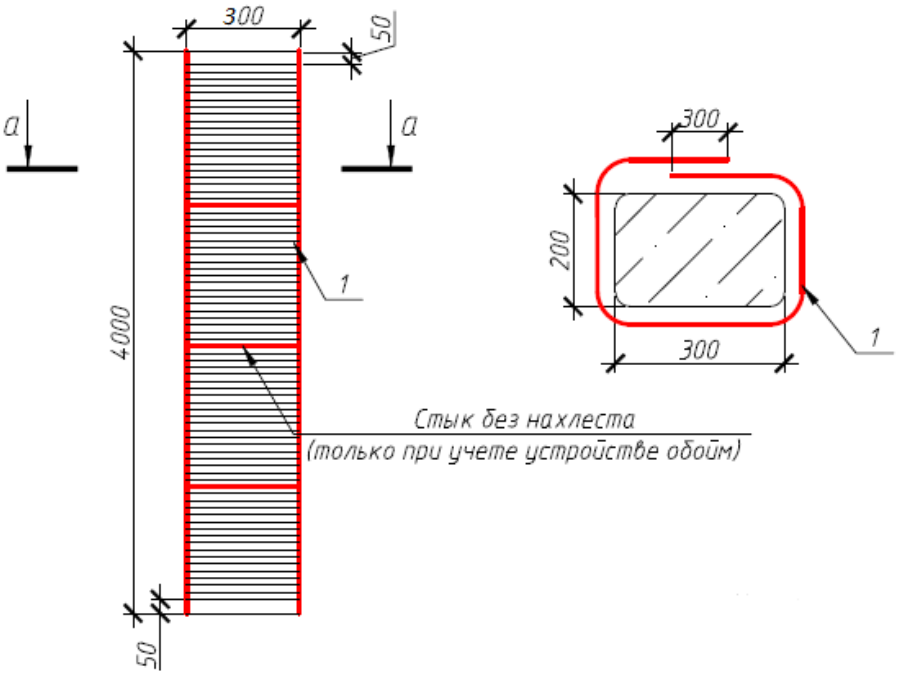


Рисунок 5.14 Усиление колонны прямоугольного сечения 200х300 мм (оклейка сплошная) углеродной сеткой CarbonWrap® Grid



Рисунок 5.15 Пример усиления колонн за счет создания обойм из углеродных сеток CarbonWrap® Grid

5.1.3.7 Усиление колонн в продольном направлении за счет создания обойм проводится согласно расчетной схемы на рис.5.16.

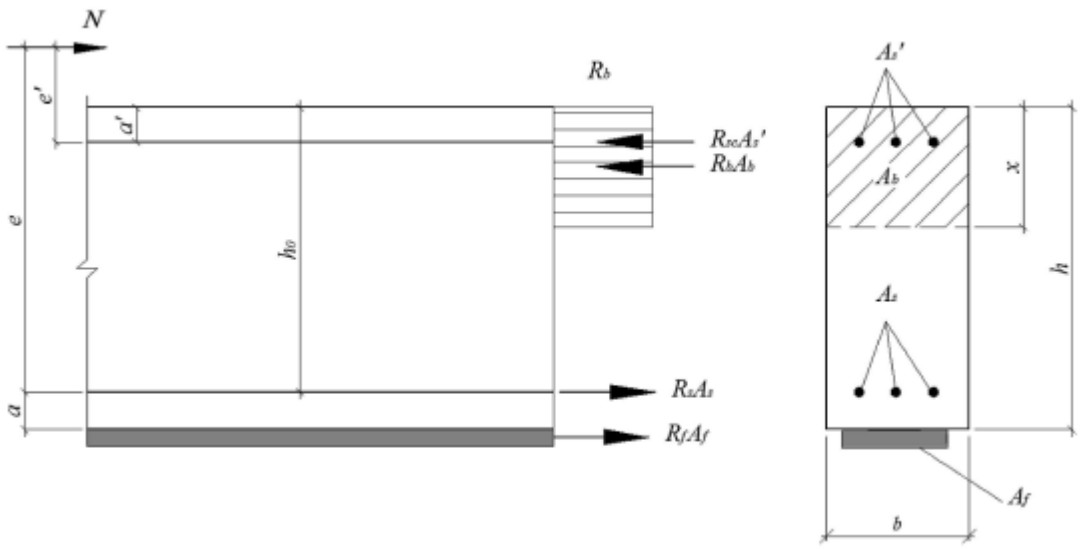


Рисунок 5.16. Расчетная схема для усиления колонн в продольном направлении

5.1.3.8 При усилении колонн в продольном направлении учет обойм применим для колонн круглого, квадратного и прямоугольного поперечного сечения при соблюдении следующих условий:

- соотношение сторон h/b не более 1,5;
- размеры сторон колонны прямоугольного / квадратного сечения не превышает 900 мм;
- расчетное значение эксцентриситета приложения сжимающей силы должно быть менее 0,1 D (для круглых сечений диаметром D) или менее 0,1 (для прямоугольных сечений)

Усиление осуществляется углеродными лентами, двунаправленным тканями или сетками.

5.1.4 Усиление колонн в продольном и поперечном направлениях

5.1.4.1 Усиление колонн в продольном и поперечных направлениях проводится согласно рис.5.17.

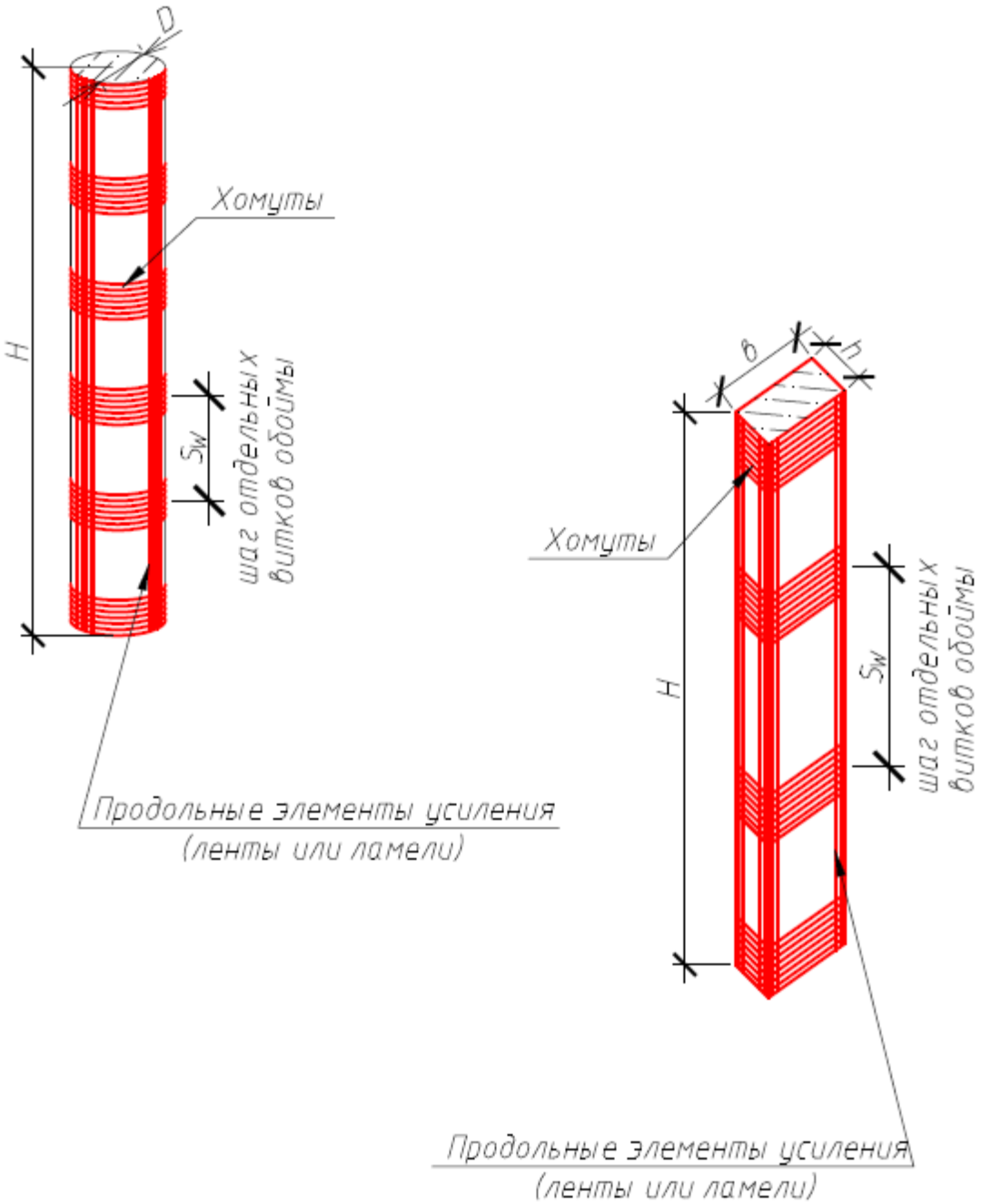


Рисунок 5.17 Усиление колонн в продольном и поперечном направлениях

5.1.4.2 Примеры усиления колонн в продольном и поперечных направлениях приведены на рис.5.18-5.19.

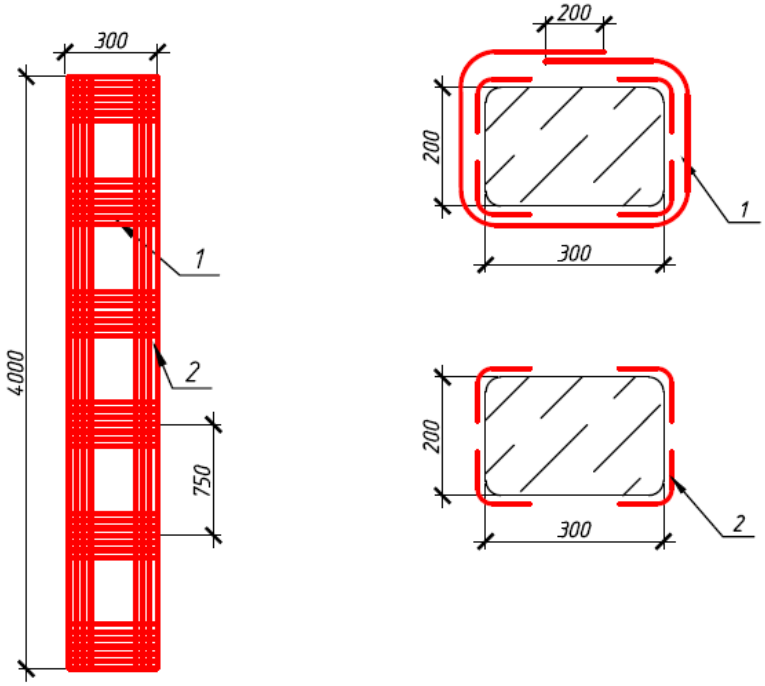


Рисунок 5.18 Усиление колонны прямоугольного сечения 200х300 мм углеродной лентой CarbonWrap® Tape

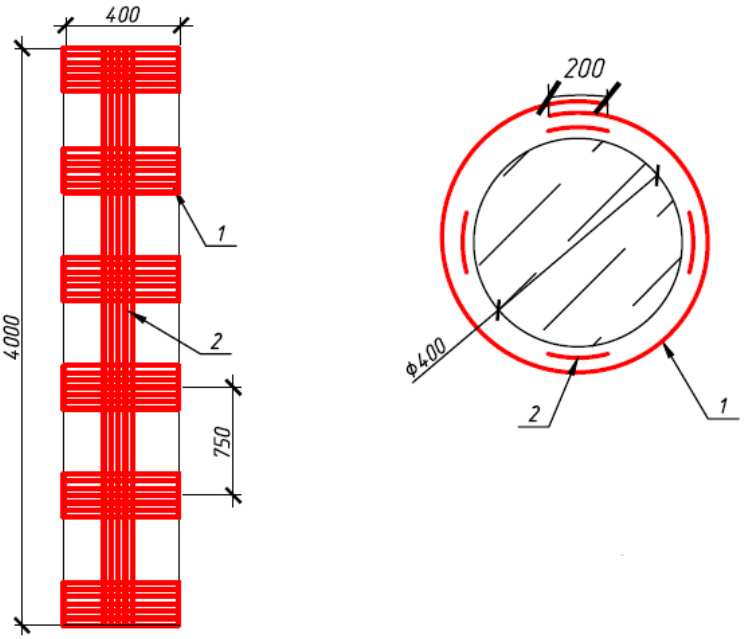


Рисунок 5.19 Усиление колонны круглого сечения диаметром 400 мм углеродной лентой CarbonWrap® Tape

5.1.5 Усиление двухветвевых колонн

5.1.5.1 Усиление двухветвевых колонн (рис.5.20) выполняется:

- вертикальных элементов (усиление обоймами);
- горизонтальных планок (продольное усиление и обоймы);
- усиление узлов соединения вертикального элемента и планки.

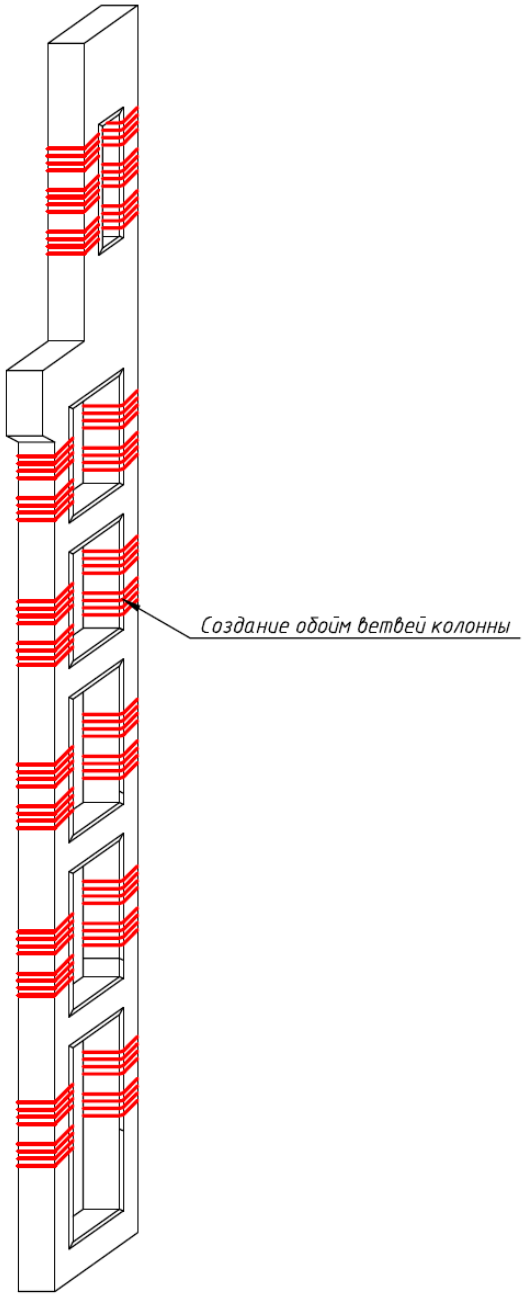


Рисунок 5.20 Усиление двухветвевых колонн

5.1.5.2 Пример усиления двухветвевых колонн приведен на рис.5.21.

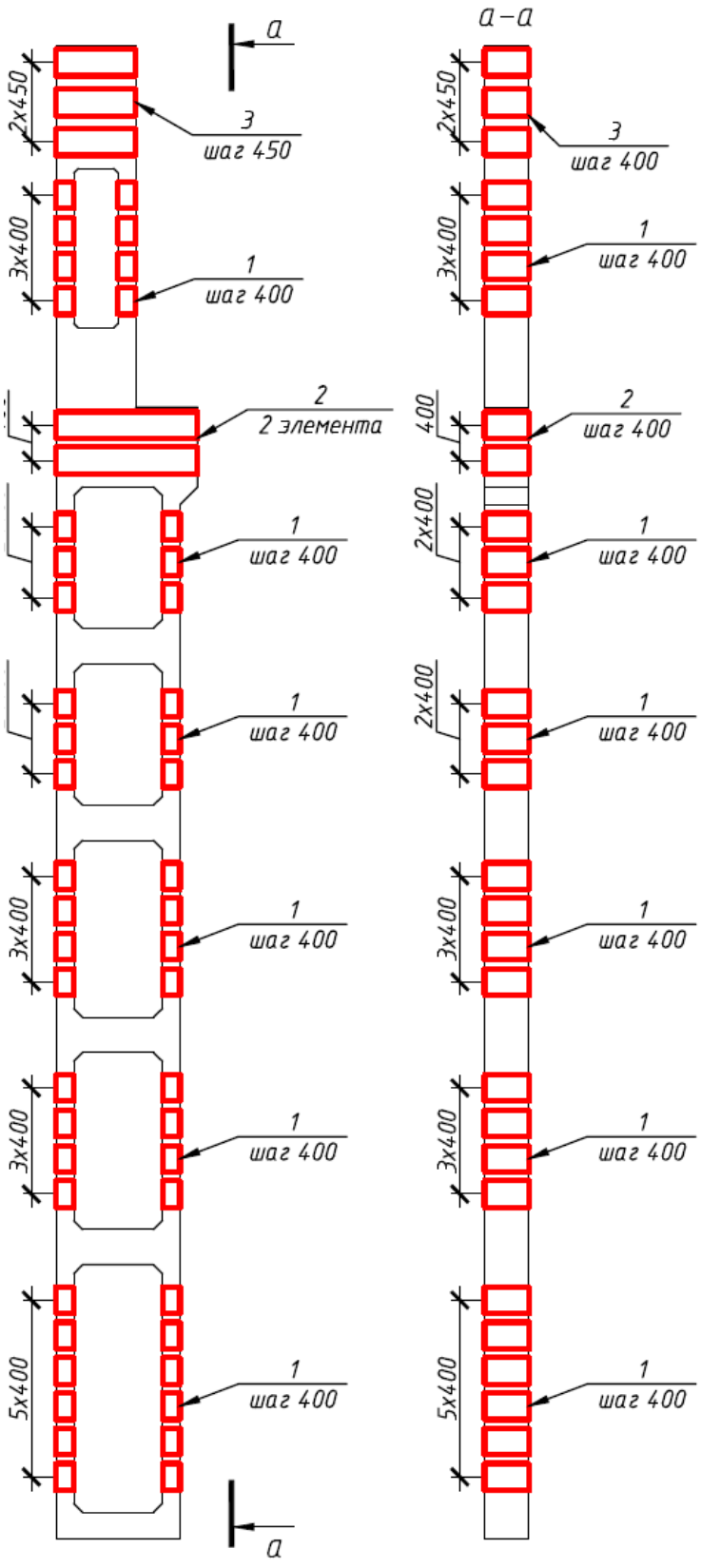


Рисунок 5.21 Усиление двухветвевой железобетонной колонны углеродной лентой CarbonWrap® Tape

5.1.6 Усиление консоли колонн

5.1.6.1 Усиление консоли колонн выполняется в соответствии со схемой усиления на рис.5.22.

5.1.6.2 Нижний слой усиления является основным и несущим, подбор сечения внешнего армирования осуществляется в соответствии с СТО 38276489.001-2017 и рекомендациями по расчету и проектированию консолей колонн.

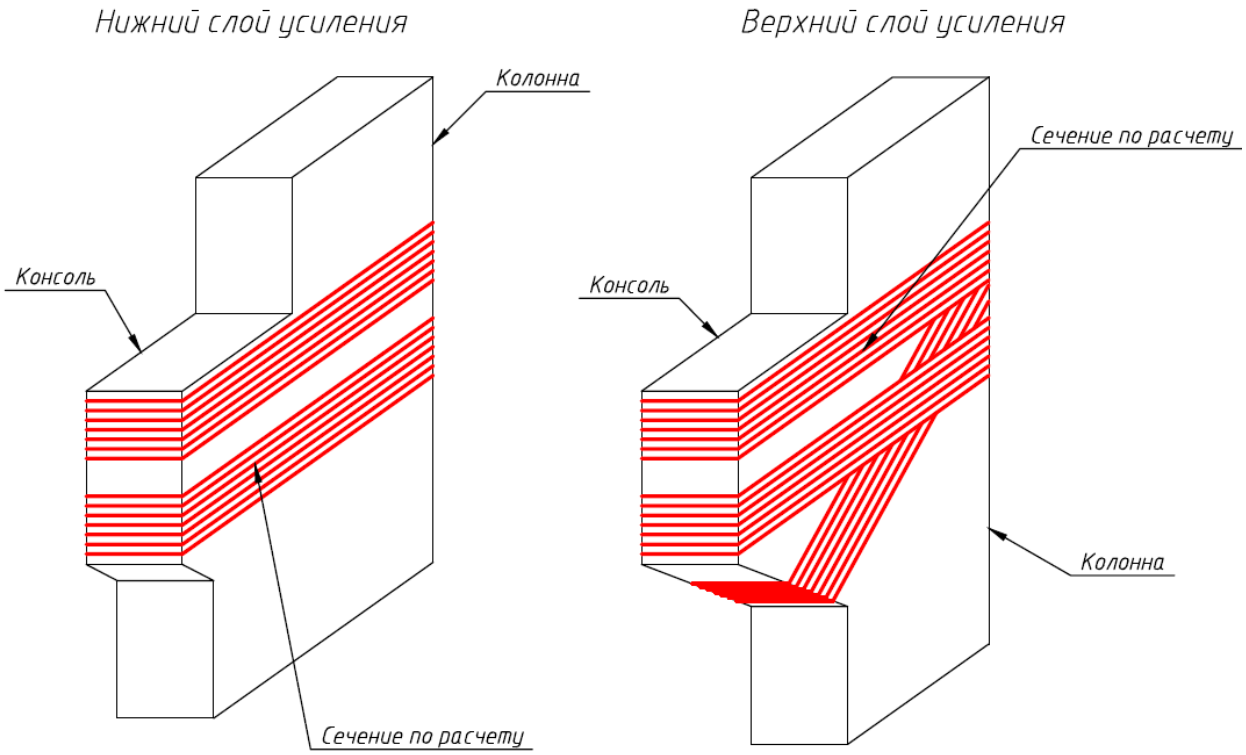


Рисунок 5.22 Усиление консоли колонн

5.2 **Усиление железобетонных стен**

5.2.1 Основными причинами усиления железобетонных стен являются:

- механические повреждения;
- разрушение бетона и арматуры в результате воздействия окружающей и/или агрессивной среды;
- повышение нагрузок;
- ошибки при проектировании;
- нарушение технологии производства строительных работ;
- несоответствие фактических свойств материалов (бетона и арматуры).

5.2.2 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap® приведены на рисунке 5.23.

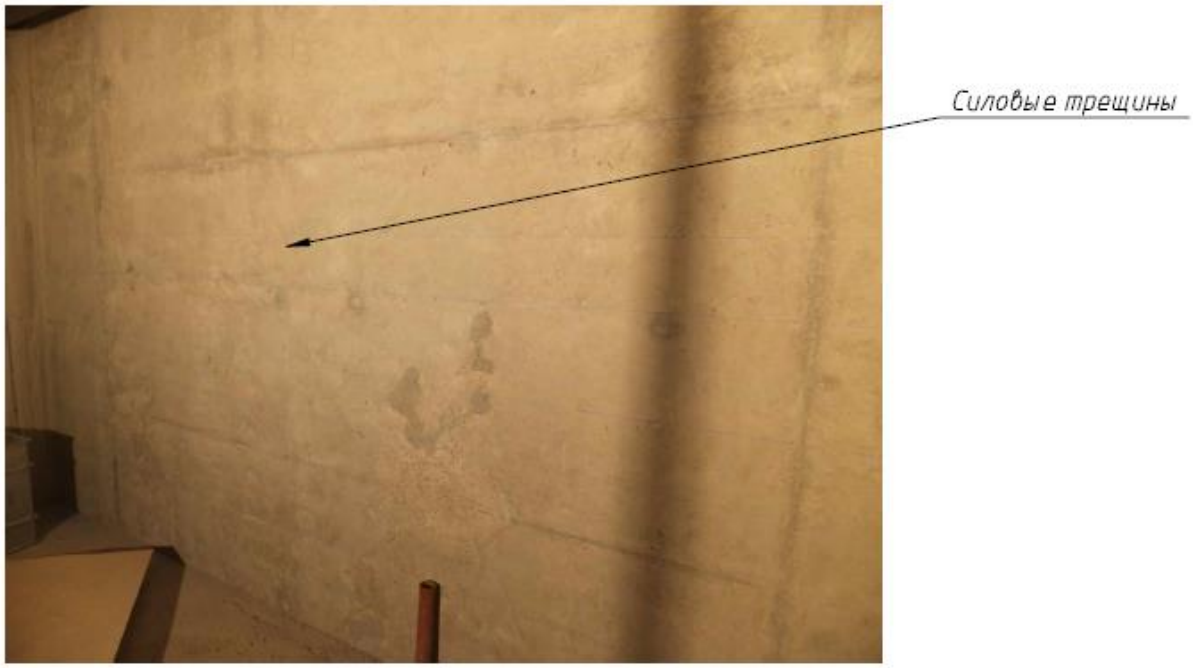


Рисунок 5.23 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap®

5.2.3 Схема усиления для растянутых зон ядра жесткости приведена на рис. 5.24.

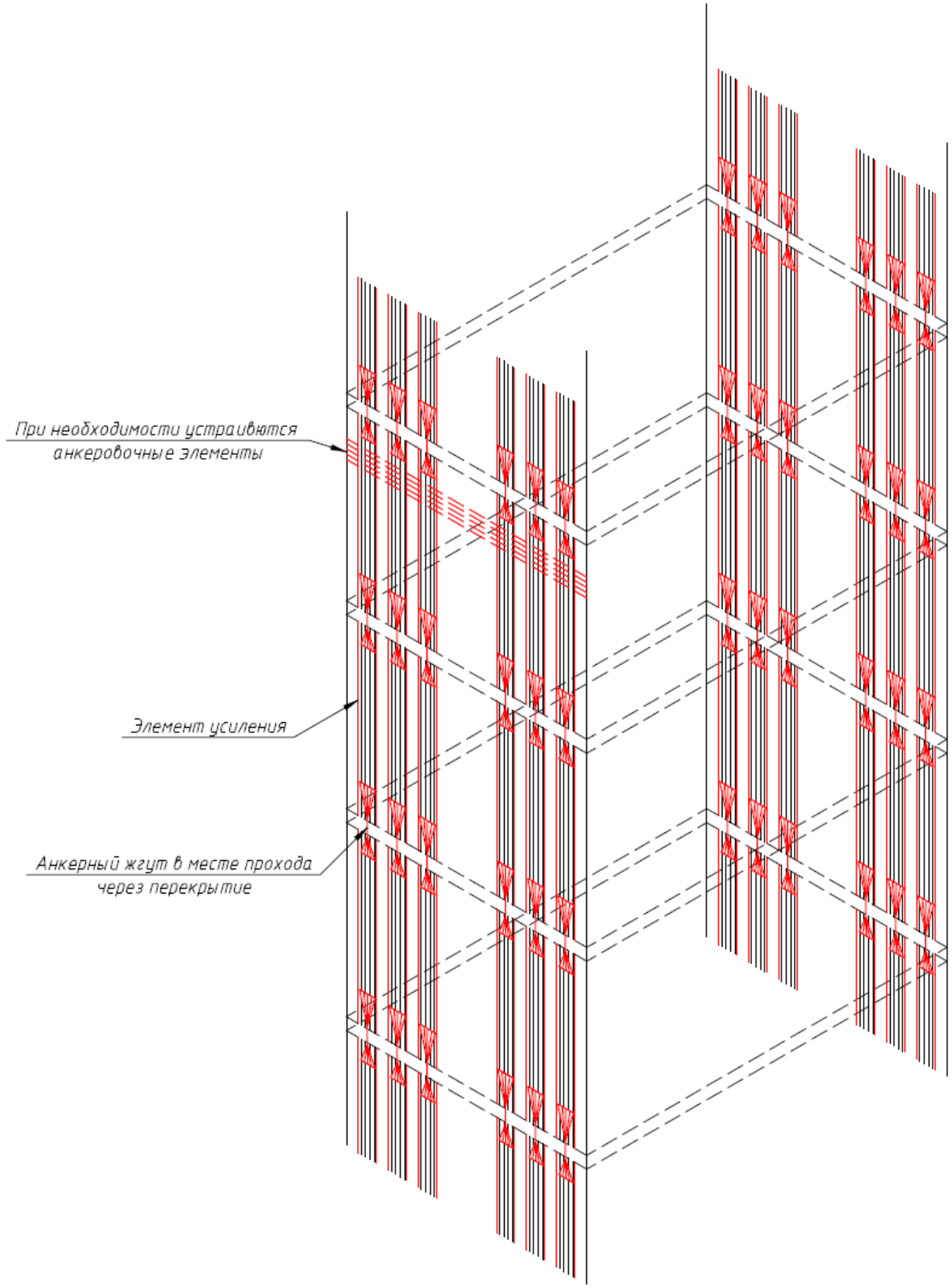


Рисунок 5.24 Схема усиления растянутых зон ядра жесткости

5.2.4 Устройство бандажей и затяжек выполняется для панельных зданий с зданий с наружными стенами из бетонных блоков, согласно схеме, на рис. 5.25. При применении углепластиковых ламелей для создания затяжек углы выполняются из углеродных лент и тканей с необходимой длиной анкеровки ламели.

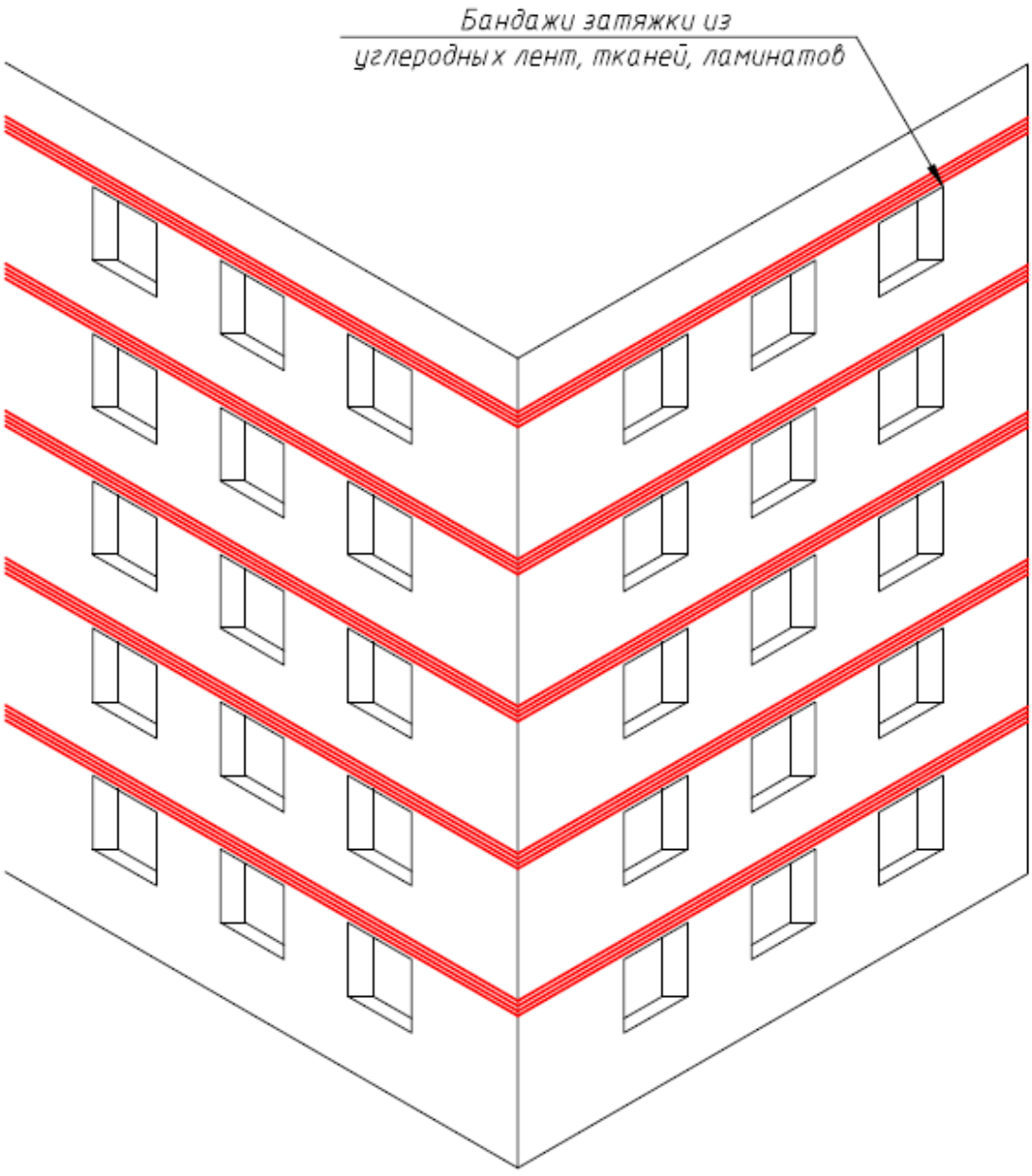


Рисунок 5.25 Устройство бандажей и затяжек

5.2.5 При восстановлении участков стен с трещинами возможна как сплошная оклейка участка (рис.5.26), так и ремонт (усиление) конкретных трещин (рис.5.27). Шаг наклейки определяется расчетом.

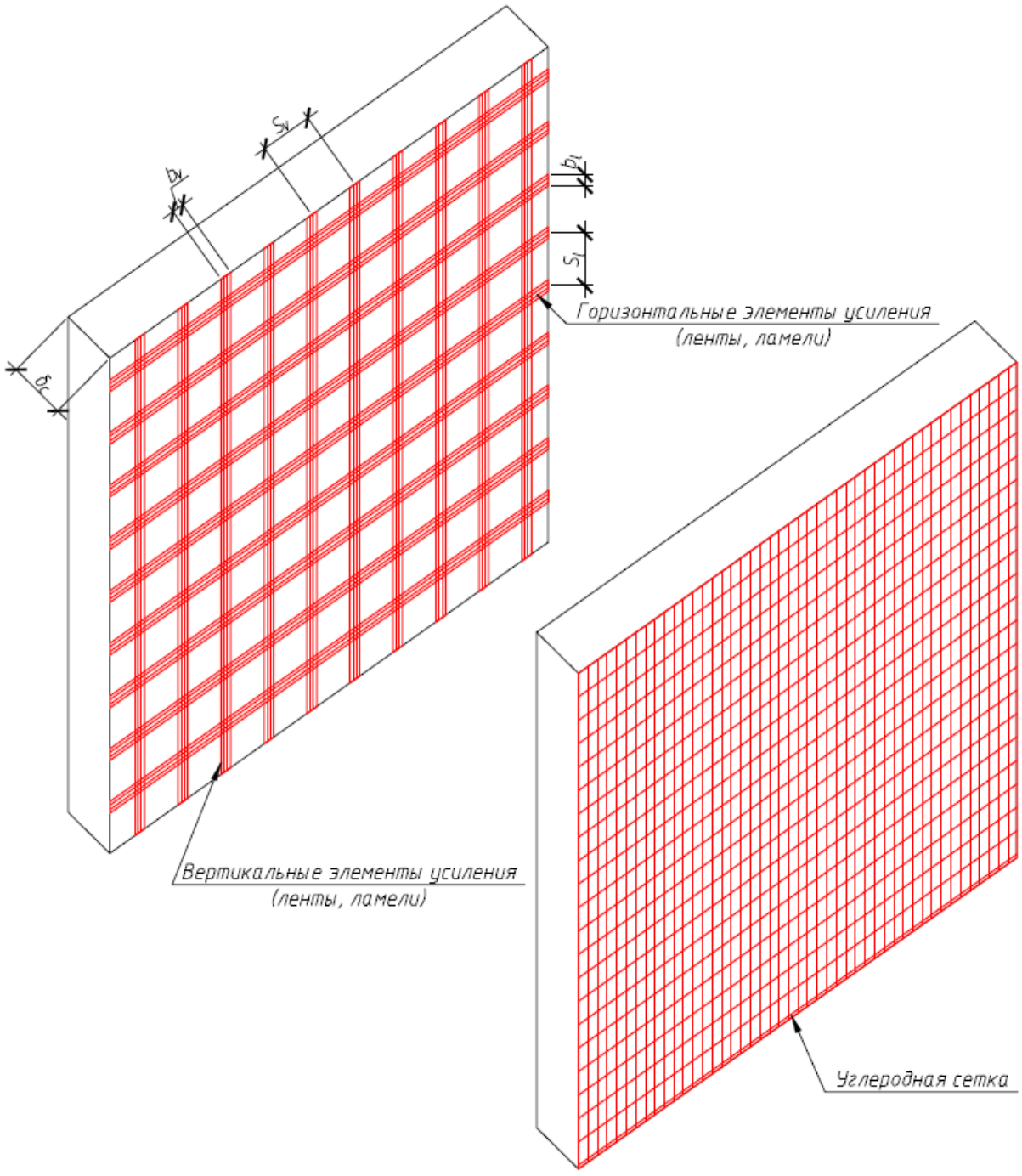


Рисунок 5.26 Схема усиления стен с трещинами (сплошная оклейка)

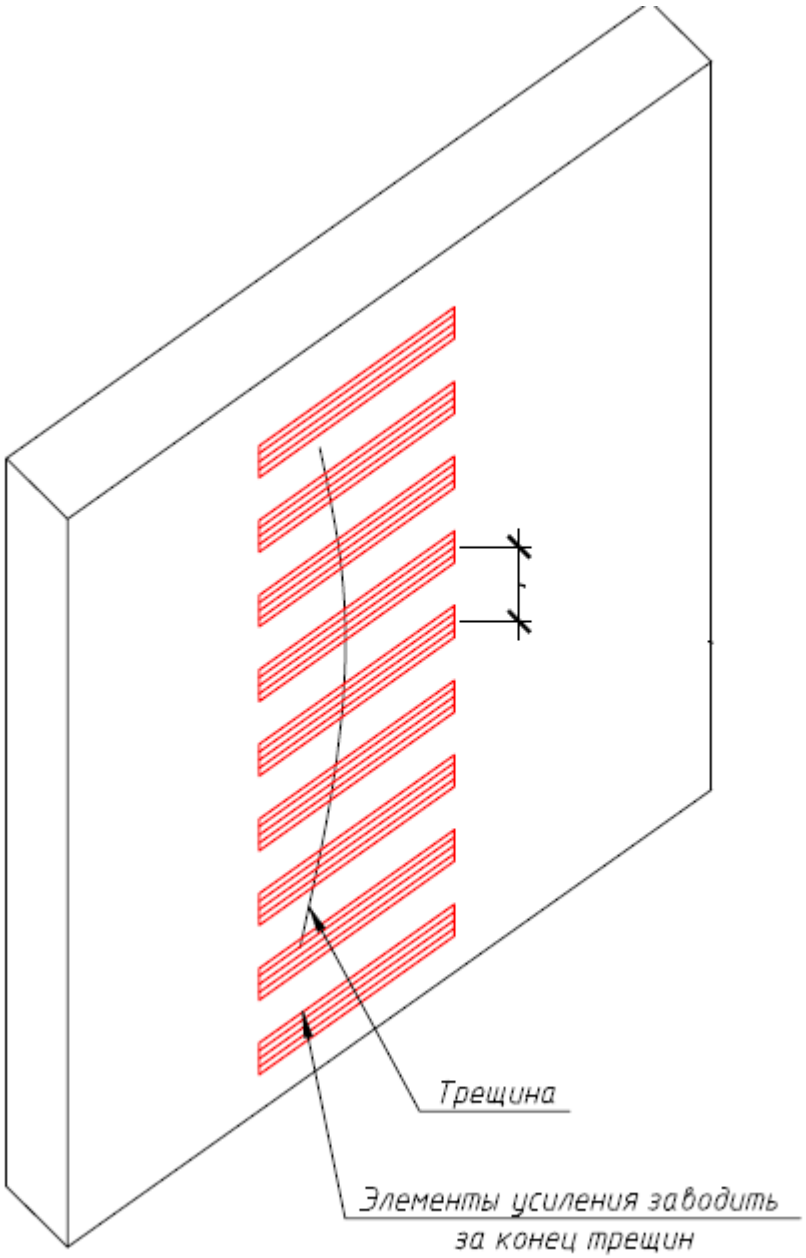


Рисунок 5.27 Схема усиления стен с трещинами (ремонт трещины)

5.2.6 Пример усиления узлов сопряжения конструкций приведен на рис. 5.28. Работы проводятся в 2 этапа: на первом этапе производится устройство углеродных анкерных жгутов, а на втором устройство элементов усиления на основе углеродных лент или тканей.

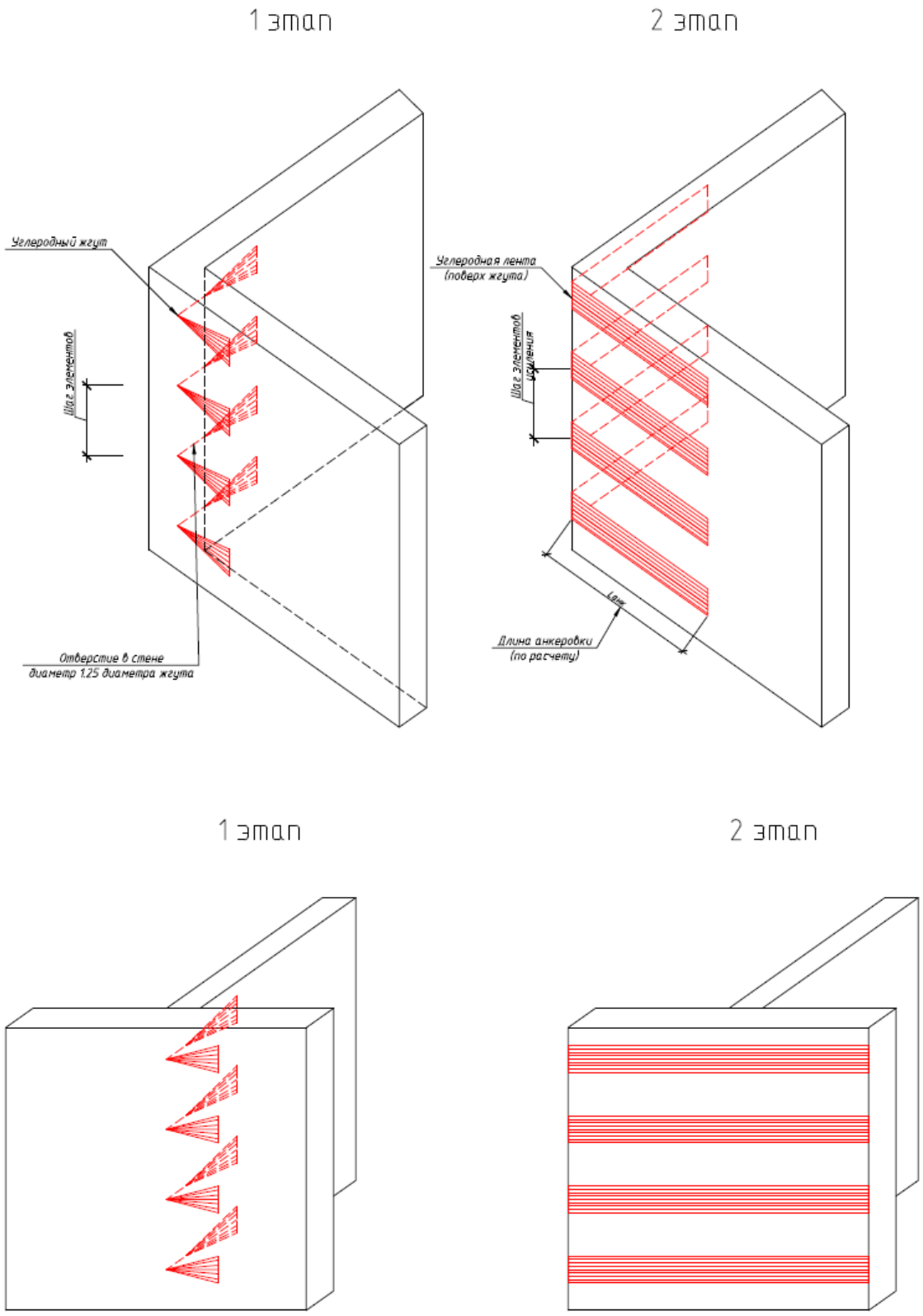


Рисунок 5.28 Схема усиления узлов сопряжения конструкций

5.2.7 Пример выполнения усиления железобетонных стен приведен на рис.5.29.



Рисунок 5.29 Пример усиления железобетонных стен

5.3 Усиление железобетонных ригелей и балок

5.3.1 Основными причинами усиления железобетонных ригелей и балок являются:

- механические повреждения;
- разрушение бетона и арматуры в результате воздействия окружающей и/или агрессивной среды;
- повышение нагрузок;
- ошибки при проектировании;
- нарушение технологии производства строительных работ;
- несоответствие фактических свойств материалов (бетона и арматуры).

5.3.2 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap® приведены на рисунке 5.30.



Рисунок 5.30 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap®

5.3.3 Усиление нормальных сечений изгибаемых элементов происходит за счет дополнительной растянутой арматуры (внешнего армирования).

Расчетная схема нормального сечения, усиленного системой внешнего армирования, приведена на рис. 5.31. Усиление производится путем наклейки, на растянутую грань усиливаемого элемента, внешнего армирования (углеродная лента, ткань, сетка, углепластиковая ламель). При настоящем виде усиления рекомендуется выполнять анкеровку рабочей внешней арматуры хомутами, равномерно расположенными по блине балки (шаг хомутов не более 1/10 пролета и не более 1000 мм). Принципиальная схема усиления нормального сечения показана на рис. 5.32.

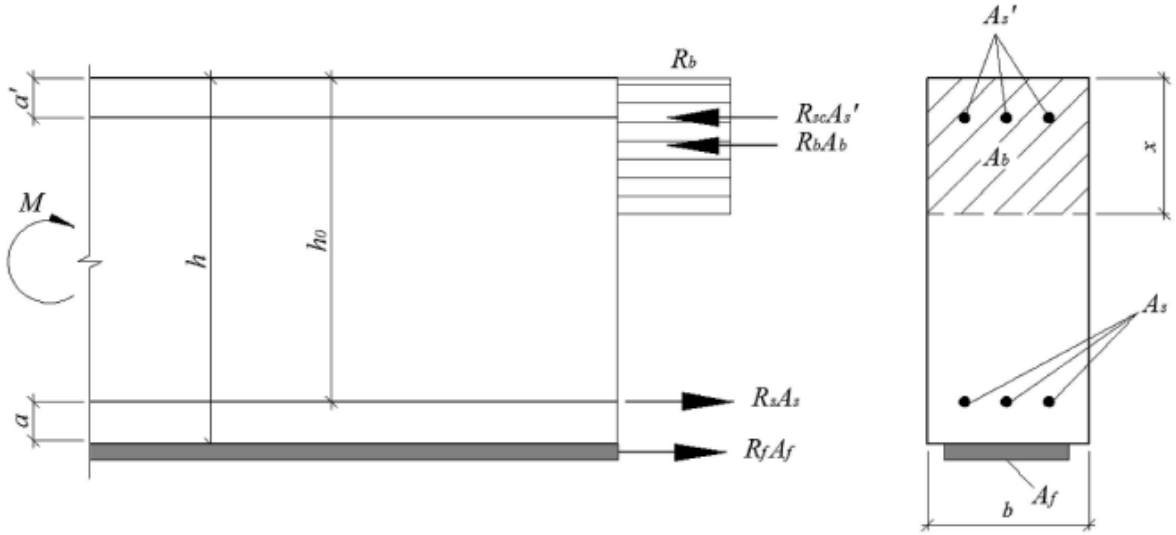


Рисунок 5.31 Расчетная схема нормального сечения, усиленного системой внешнего армирования

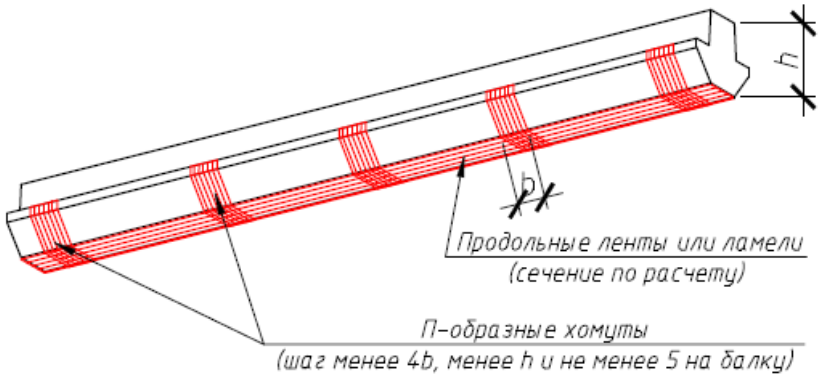


Рисунок 5.32 Принципиальная схема усиления нормального сечения изгибаемых элементов

5.3.4 Примеры усиления нормальных сечений изгибаемых элементов показаны на рис. 5.33-5.42.

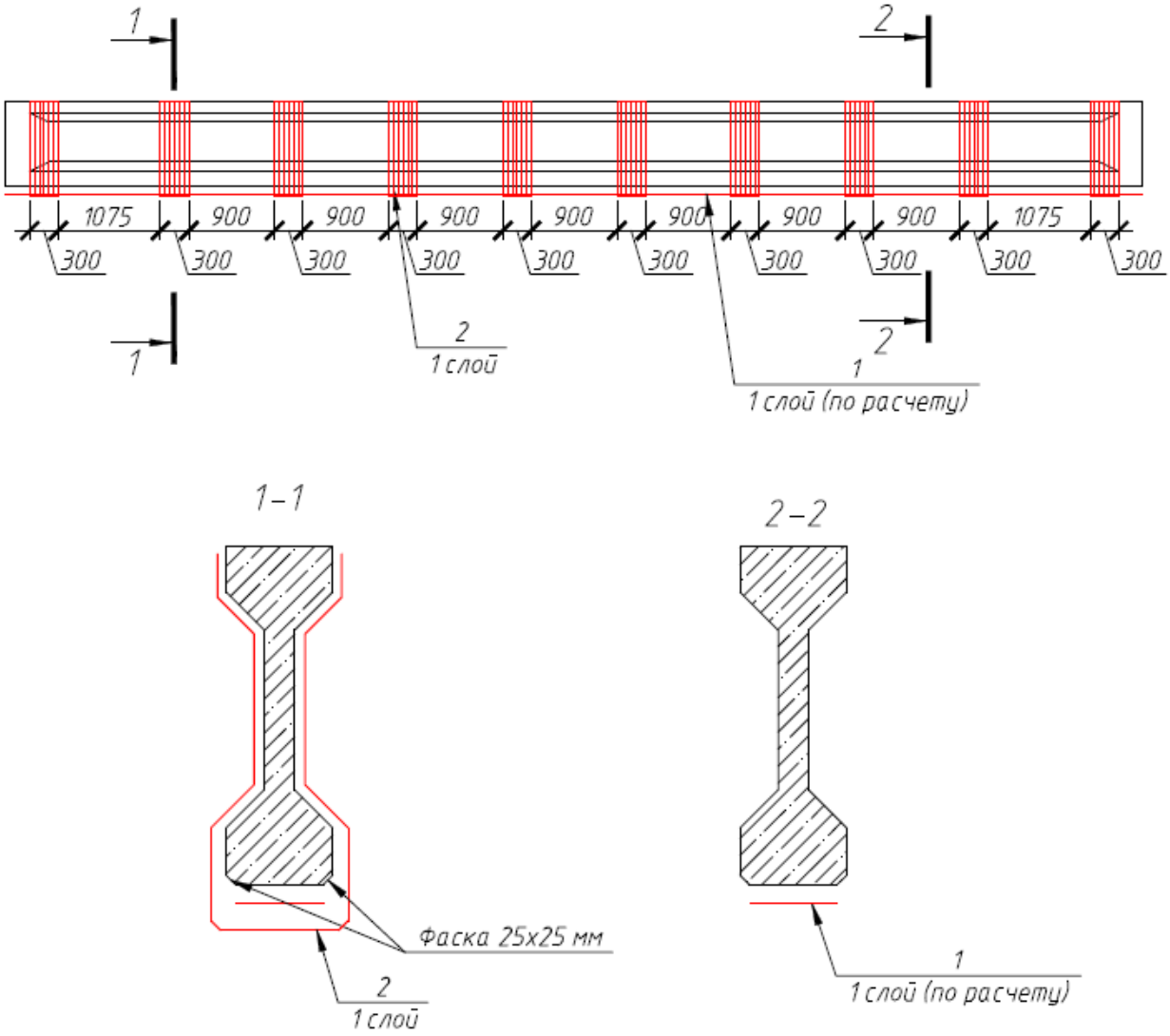


Рисунок 5.33 Усиление нормального сечения ригеля серии 1.462-1 углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

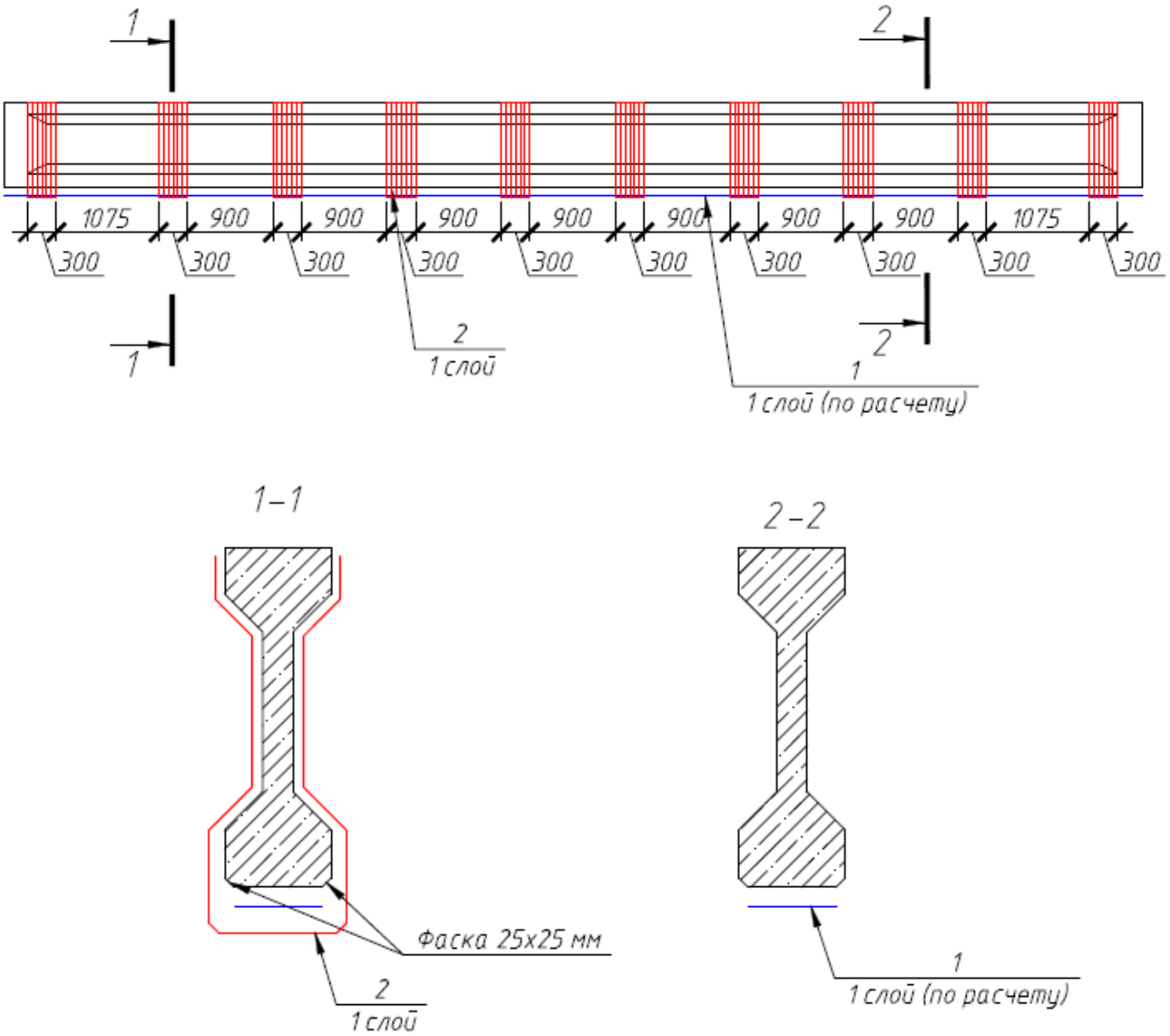


Рисунок 5.34 Усиление нормального сечения ригеля серии 1.462-1 углепластиковой ламелью CarbonWrap® Lamel 12/100 с хомутами из углеродной ленты CarbonWrap® Tape 530/300

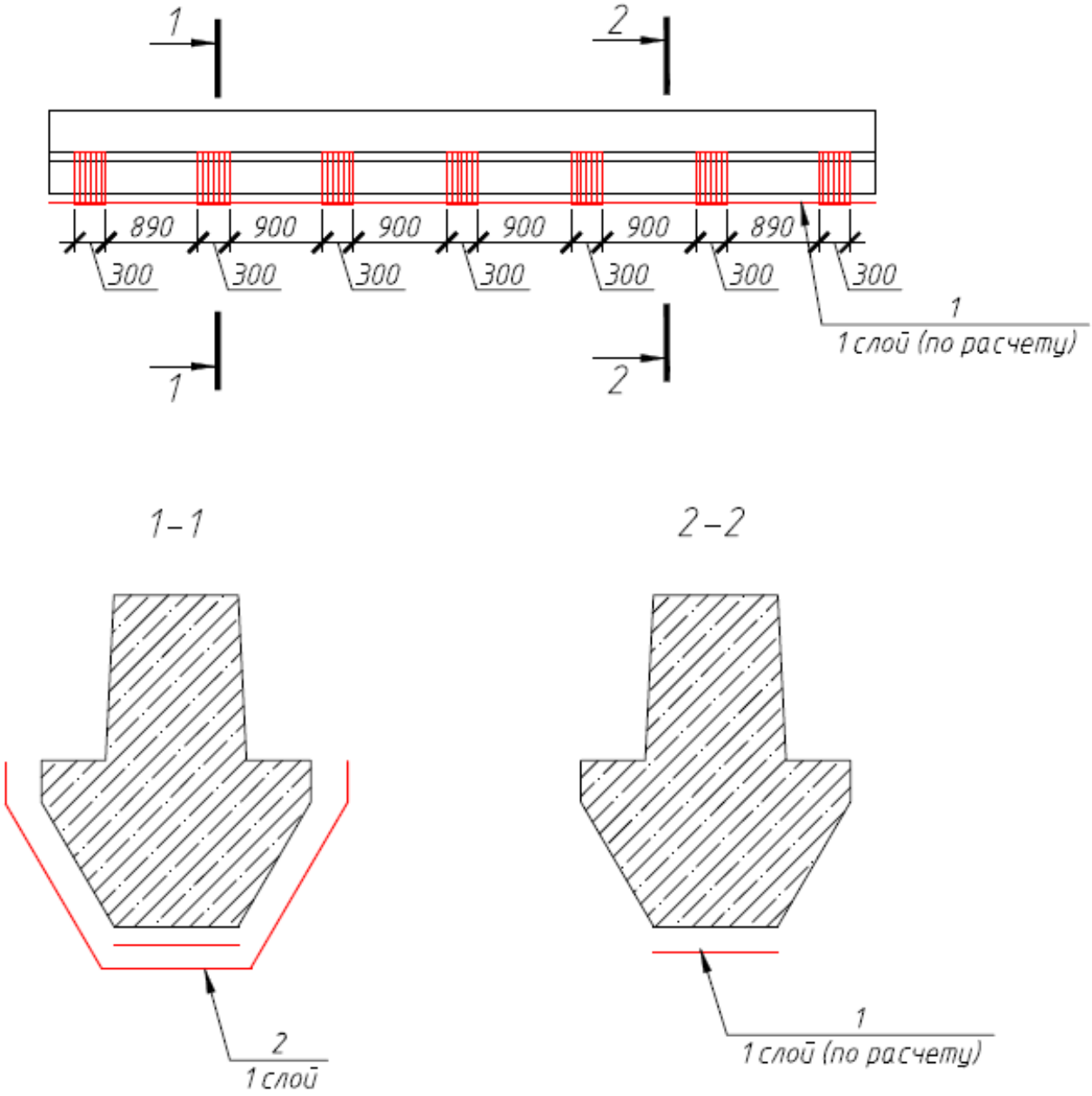


Рисунок 5.35 Усиление нормального сечения ригеля серии ИИ23-2/70 углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

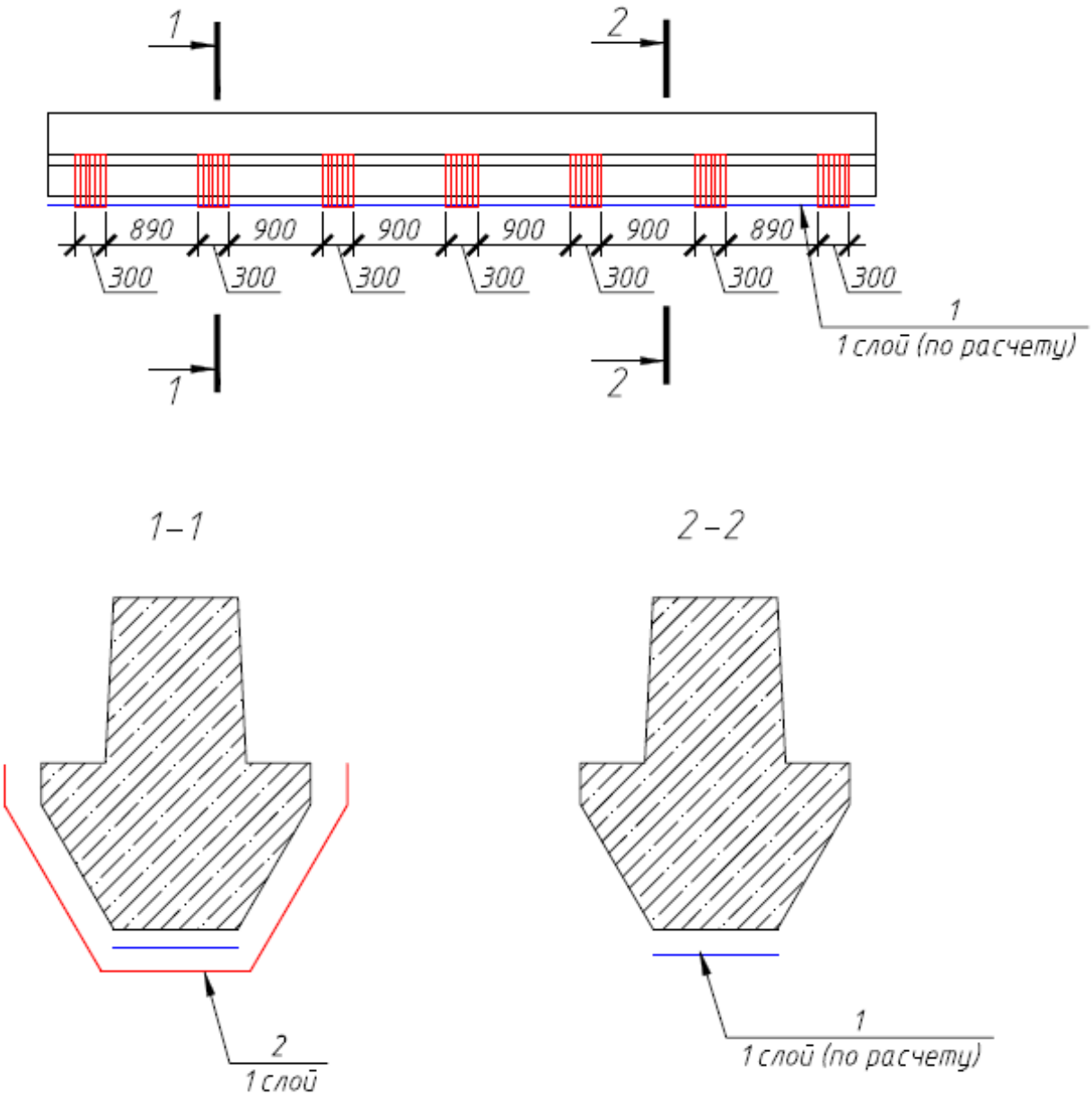


Рисунок 5.36 Усиление нормального сечения ригеля серии ИИ23-2/70 углепластиковой ламелью CarbonWrap® Lamel 12/100 с хомутами из углеродной ленты CarbonWrap® Tape 230/300

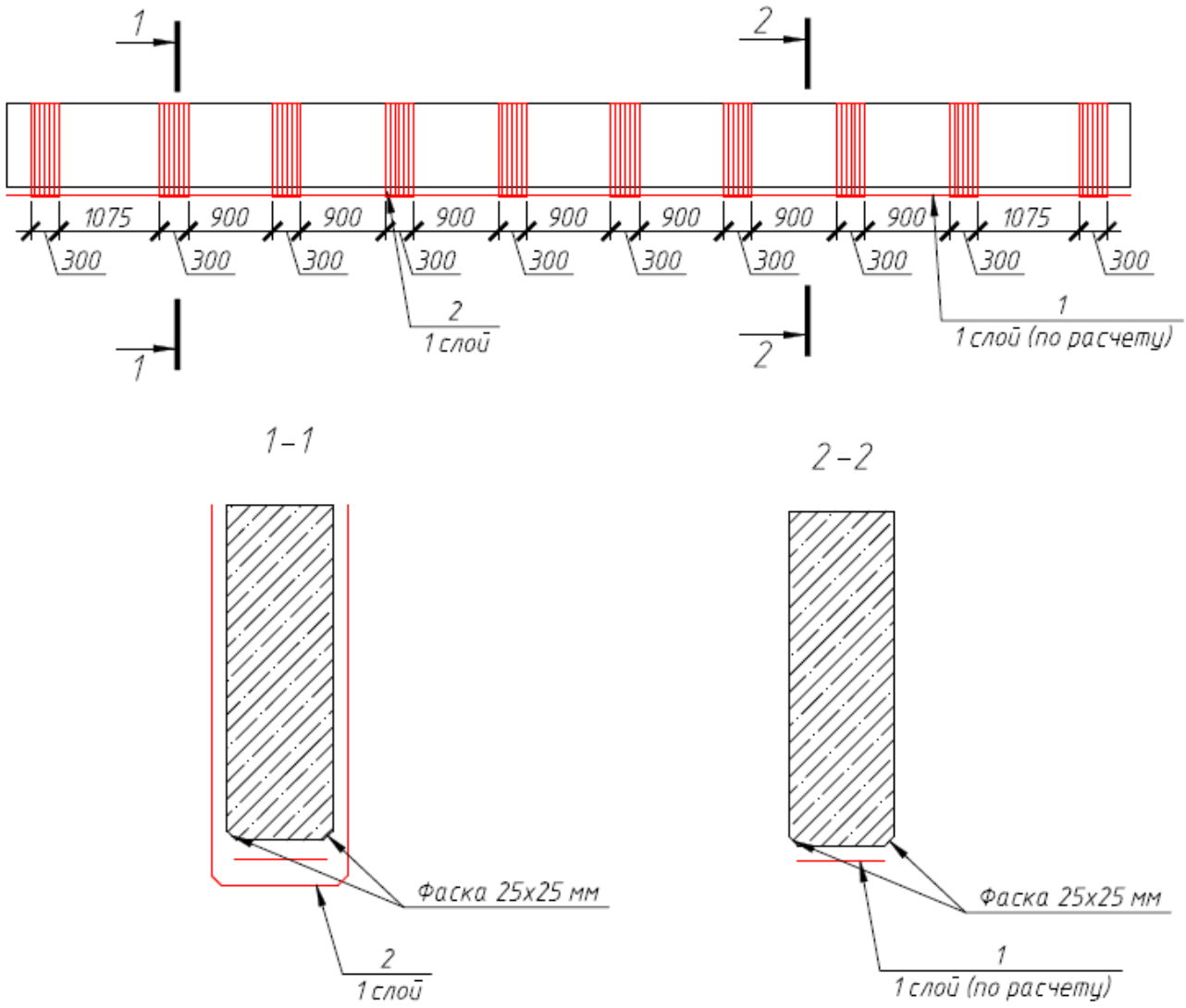


Рисунок 5.37 Усиление нормального сечения ригеля серии 1.020.1-2С/89 углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

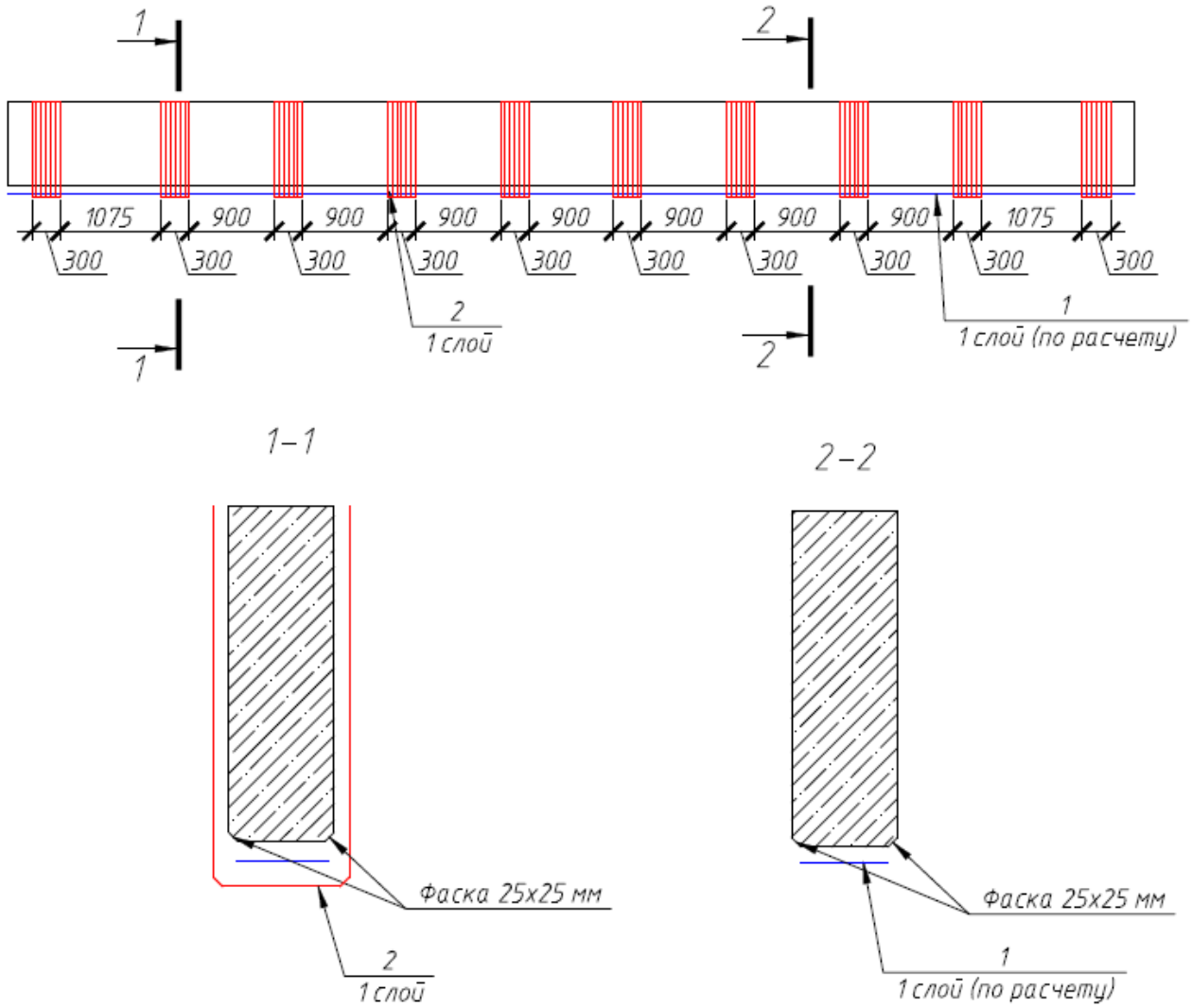


Рисунок 5.38 Усиление нормального сечения ригеля серии 1.020.1-2С/89 углепластиковой ламелью CarbonWrap® Lamel 12/100 с хомутами из углеродной ленты CarbonWrap® Tape 230/300

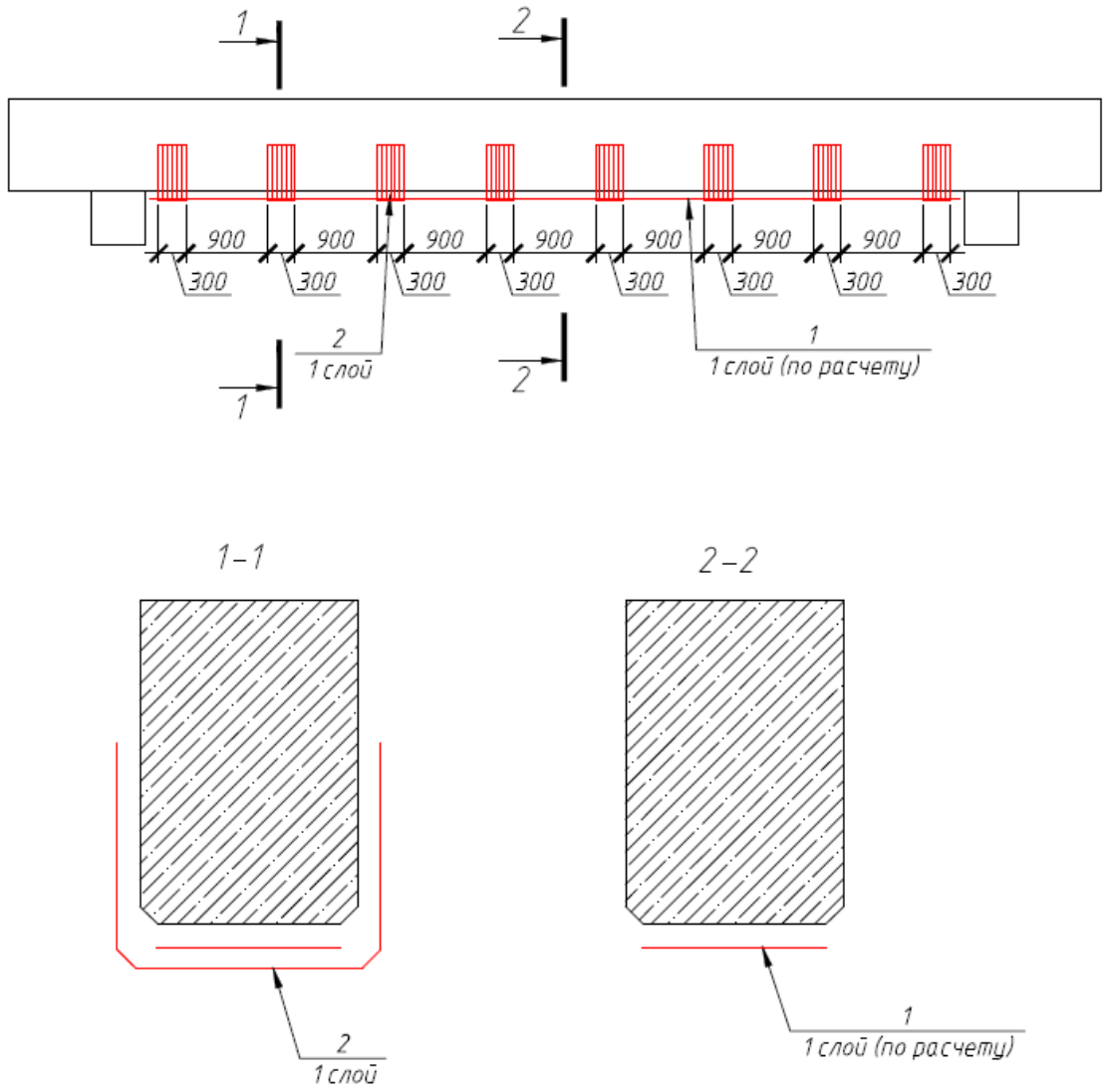


Рисунок 5.39 Усиление нормального (нижнего) сечения монолитного ригеля углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

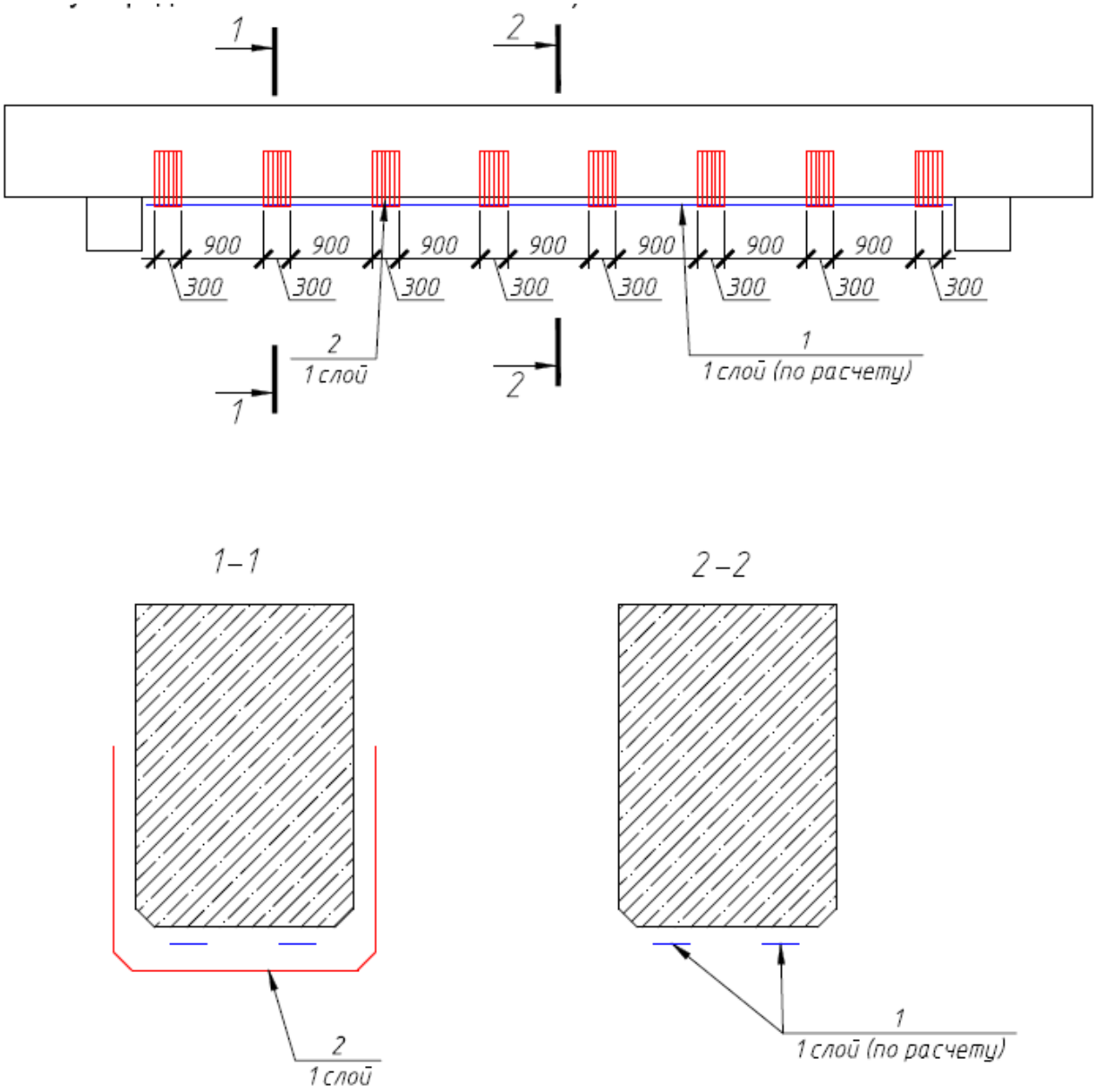


Рисунок 5.40 Усиление нормального (нижнего) сечения монолитного ригеля углепластиковой ламелью CarbonWrap Lamel® 12/100 с хомутами из углеродной ленты CarbonWrap® Tape 530/300

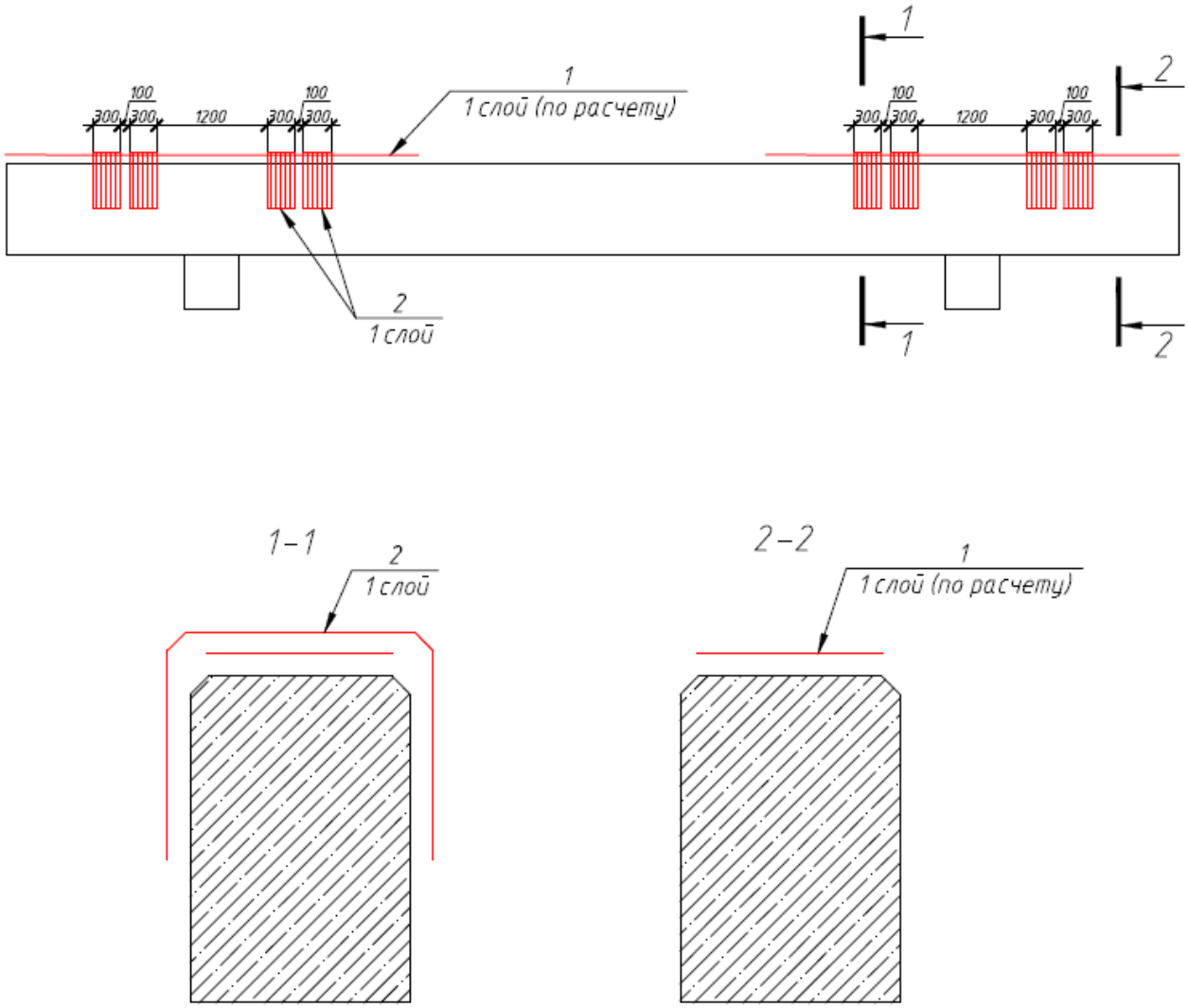


Рисунок 5.41 Усиление нормального (верхнего) сечения монолитного ригеля углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

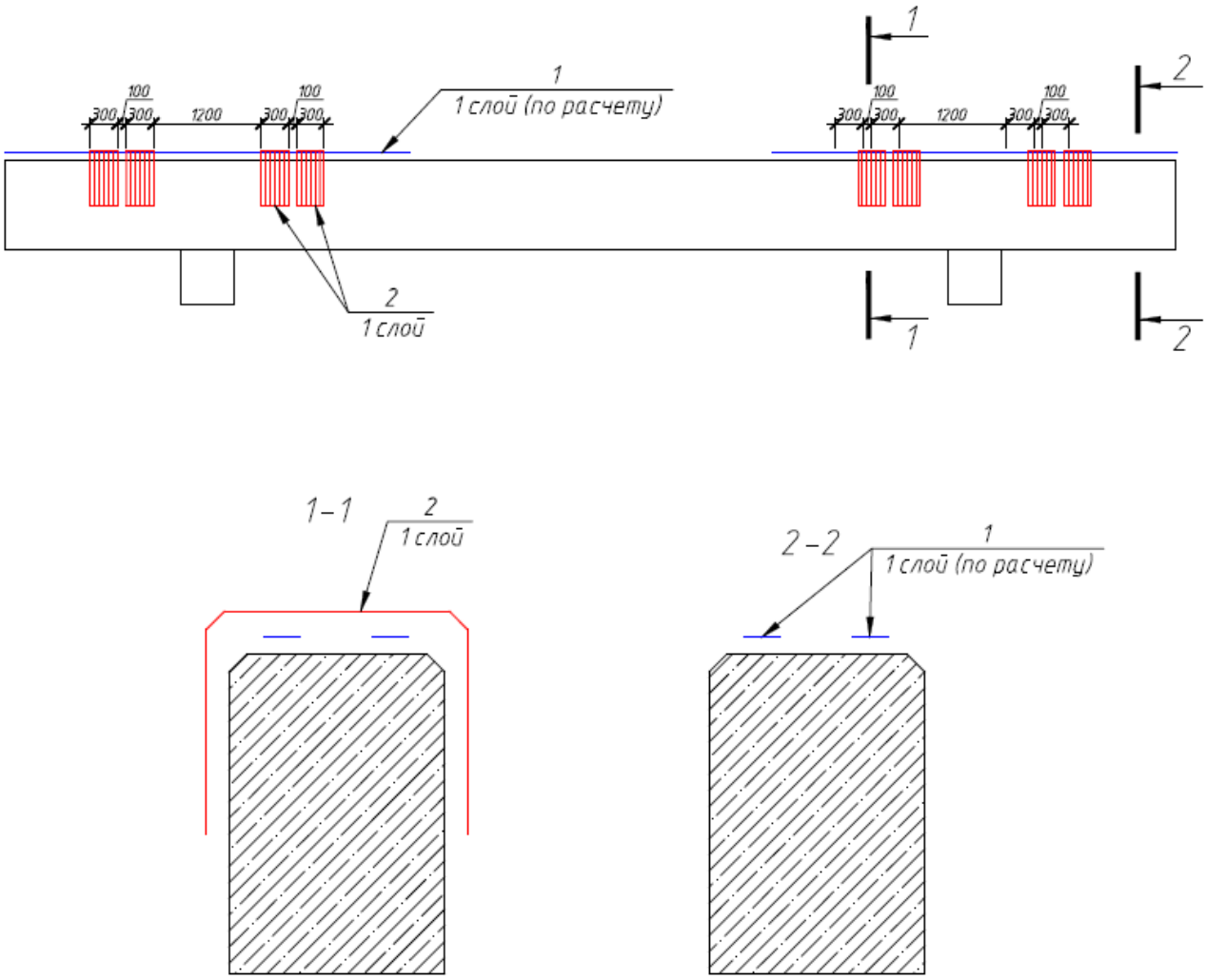


Рисунок 5.42 Усиление нормального (верхнего) сечения монолитного ригеля углепластиковой ламелью CarbonWrap® Lamel 12/100 с хомутами из углеродной ленты CarbonWrap® Tape 530/300

5.3.5 Усиление наклонных сечений изгибаемых элементов происходит за счет дополнительной поперечной арматуры (внешнего армирования). В качестве элементов усиления применяются углеродные ленты, ткани и сетки. Схемы наклейки лент и хомутов показаны на рис. 5.43.

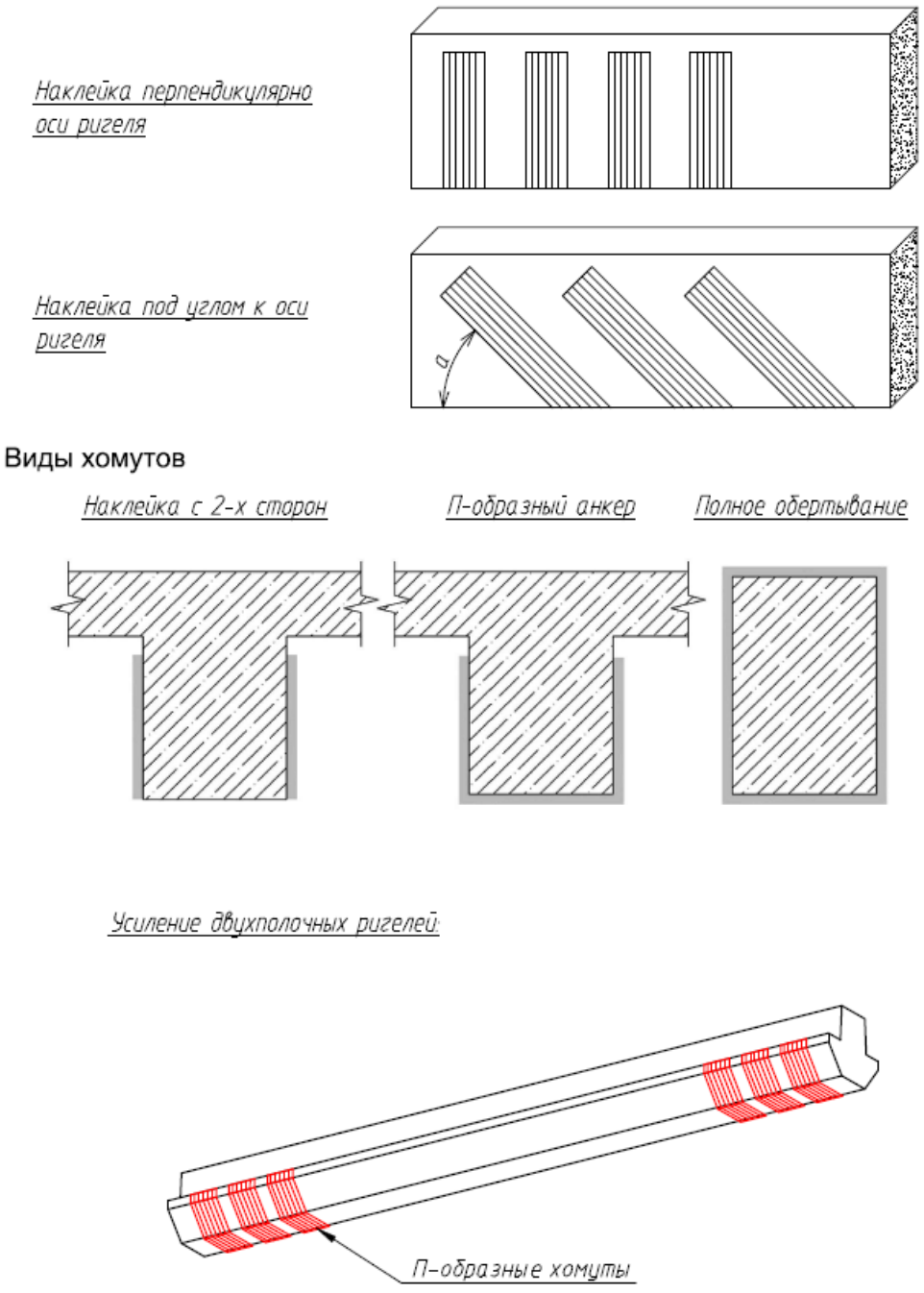


Рисунок 5.43 Схемы наклейки лент и хомутов при усилении наклонных сечений

5.3.6 Примеры усиления наклонных сечений изгибаемых элементов показаны на рис. 5.44-5.46.

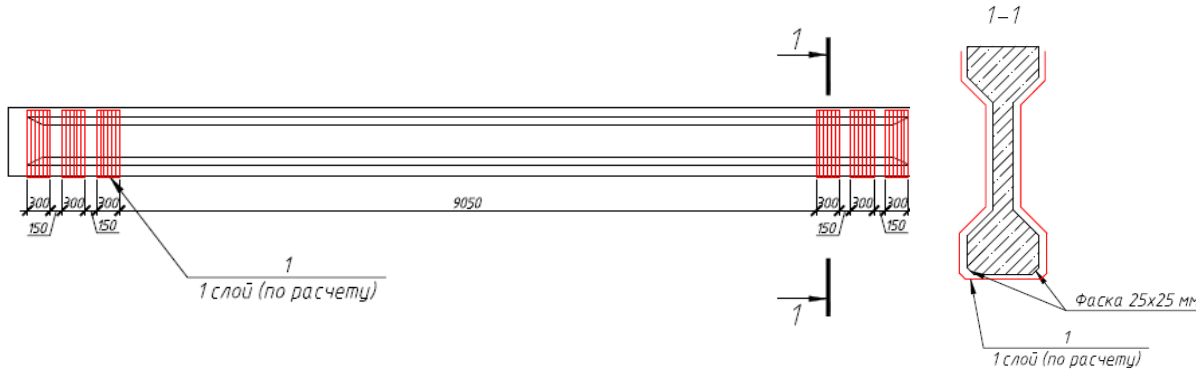


Рисунок 5.44 Усиление наклонного сечения ригеля серии 1.462-1 углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

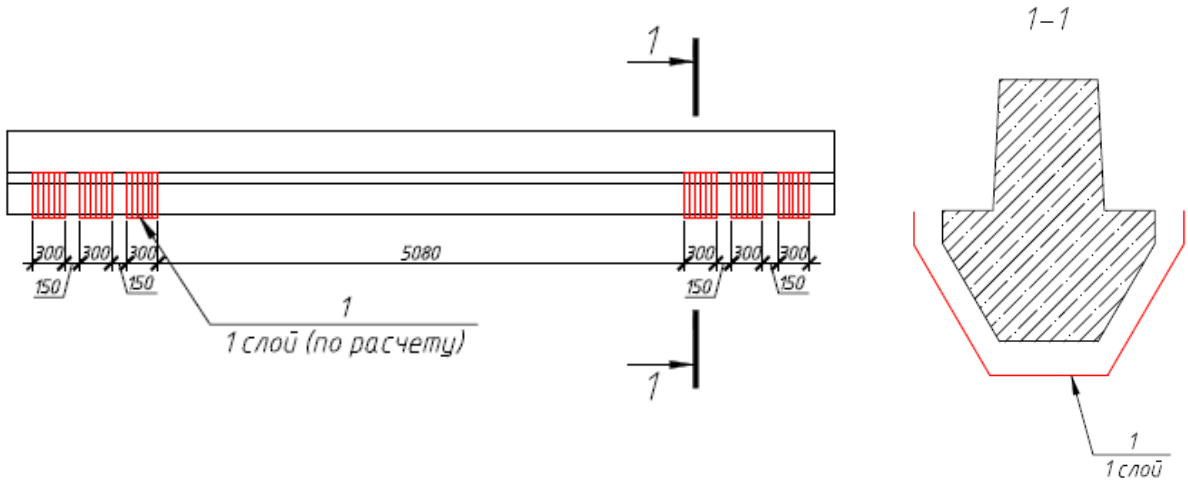


Рисунок 5.45 Усиление наклонного сечения ригеля серии ИИ23-2/70 углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

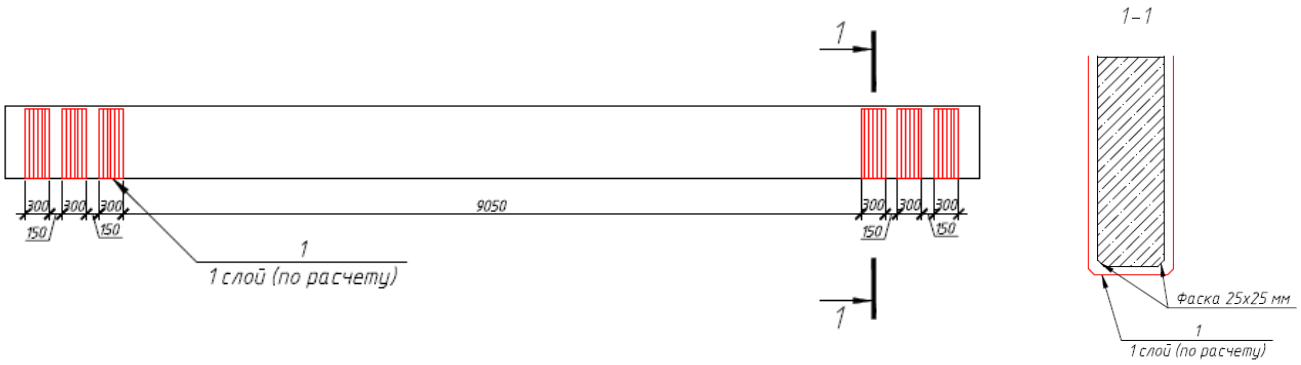


Рисунок 5.46 Усиление наклонного сечения ригеля серии 1.020.1-2С/89 углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

5.3.7 Комплексное усиление осуществляется за счет усиления нормальных сечений изгибаемых элементов за счет дополнительной растянутой арматуры (внешнего армирования) и наклонных сечений за счет дополнительной поперечной арматуры (внешнего армирования). В качестве элементов системы усиления применяются углеродные ленты, ткани и сетки. Принципиальная схема усиления приведена на рис. 5.47.

5.3.8 Примеры усиления нормальных и наклонных сечений изгибаемых элементов показаны на рис. 5.48-5.53.

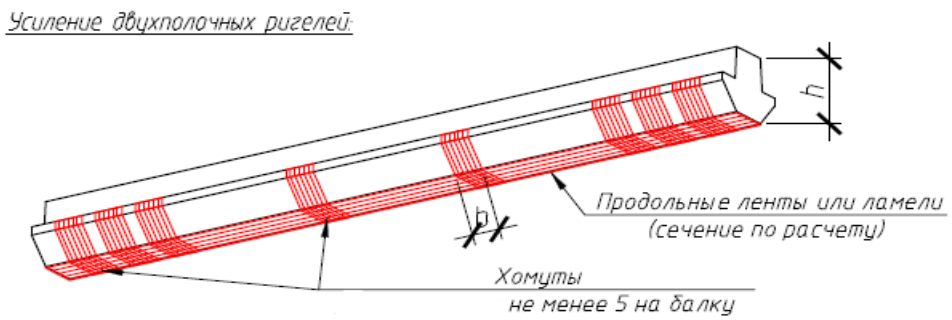


Рисунок 5.47 Комплексное усиление ригелей

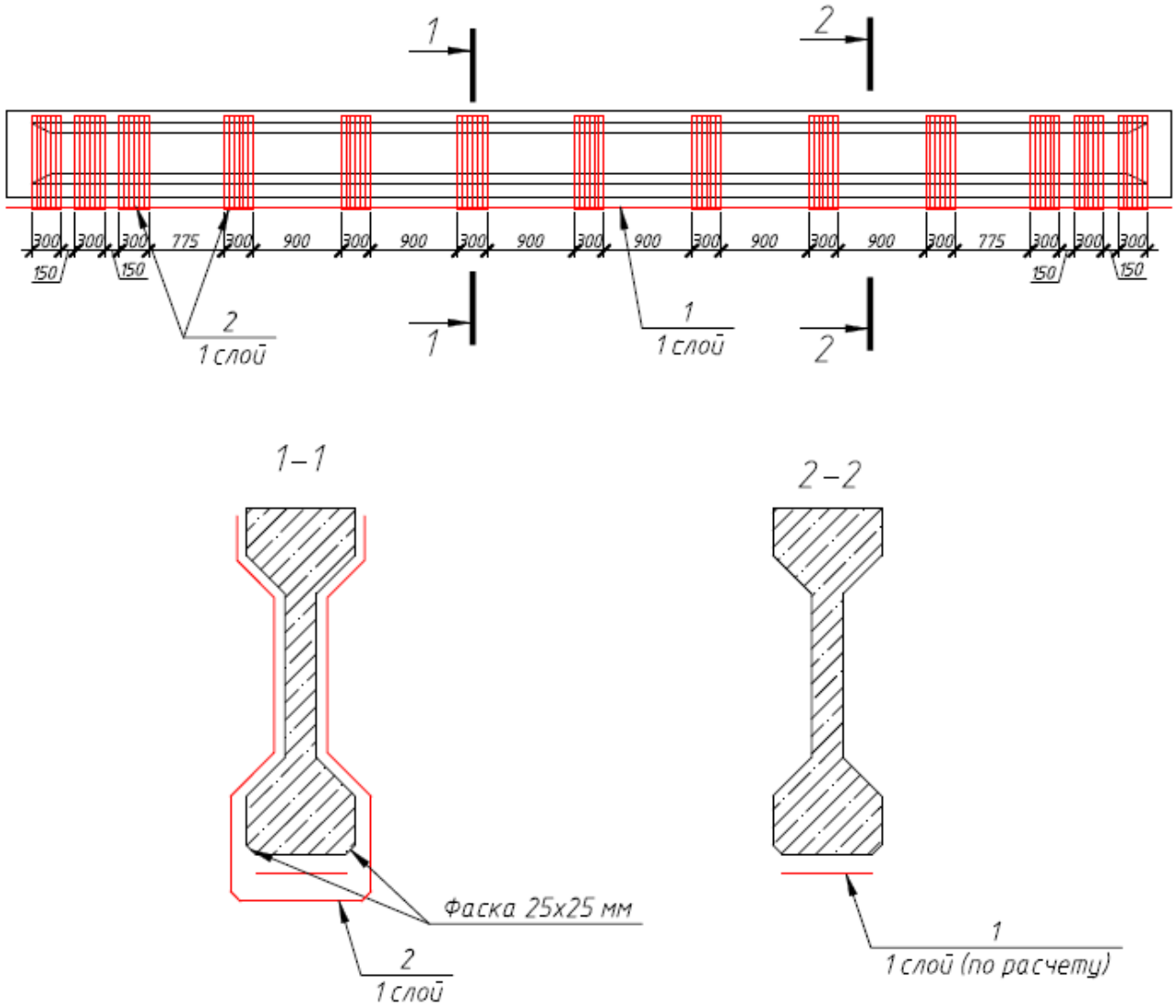


Рисунок 5.48 Комплексное усиление ригеля серии 1.462-1 углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

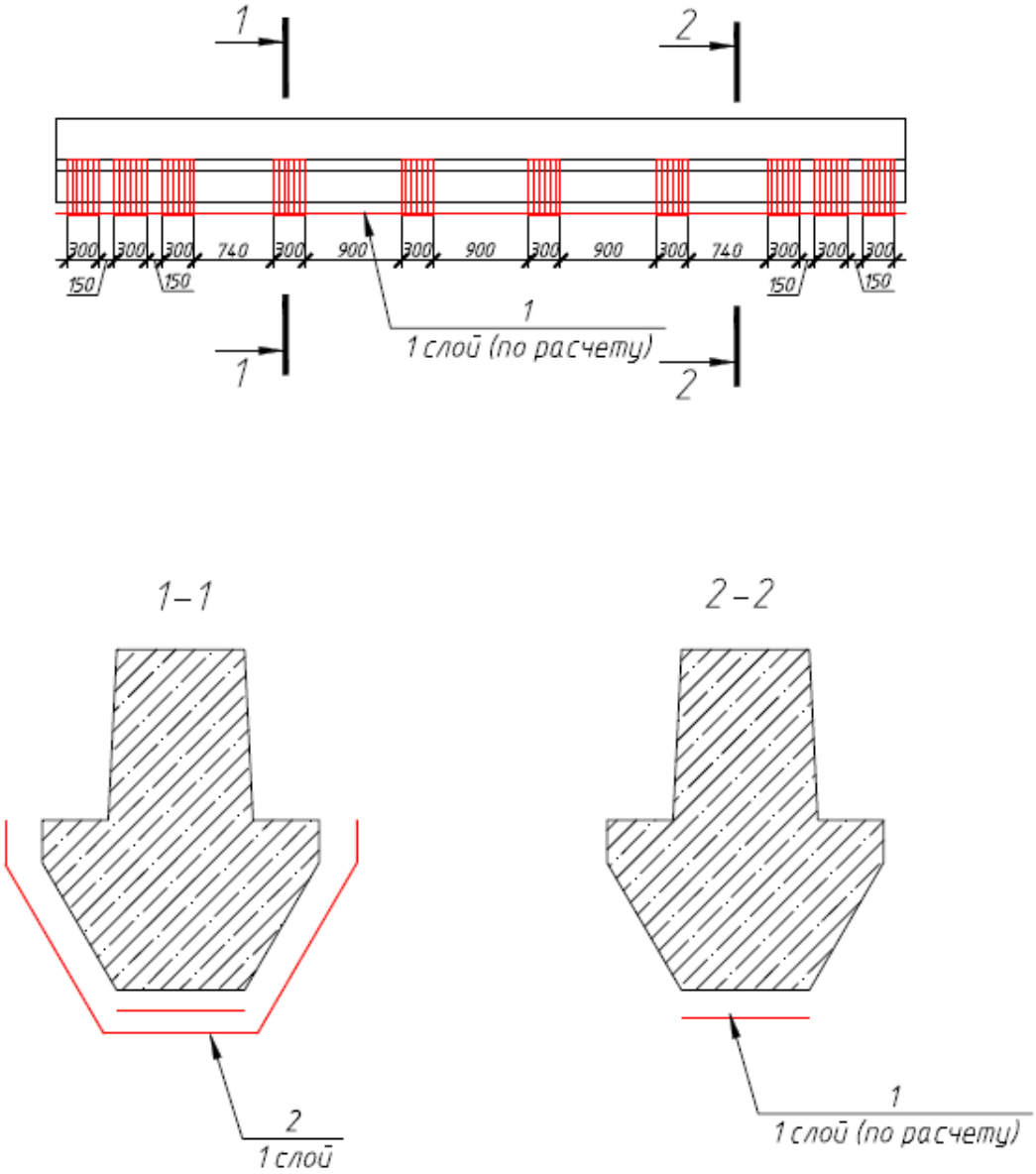


Рисунок 5.49 Комплексное усиление ригеля серии ИИ23-2/70 углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

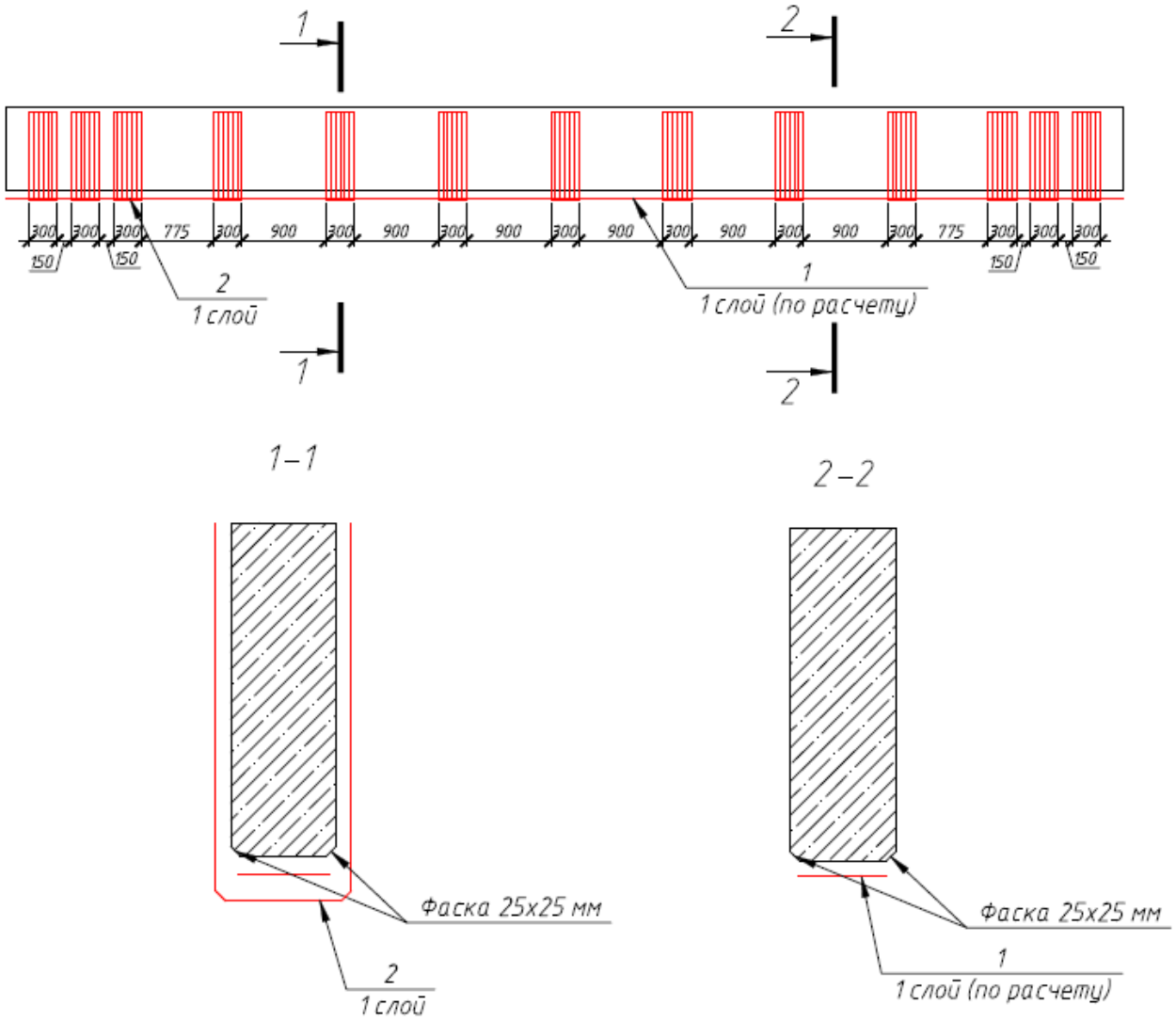


Рисунок 5.50 Комплексное усиление ригеля серии 1.020.1-2С/89 углеродной лентой CarbonWrap® Tape 530/300

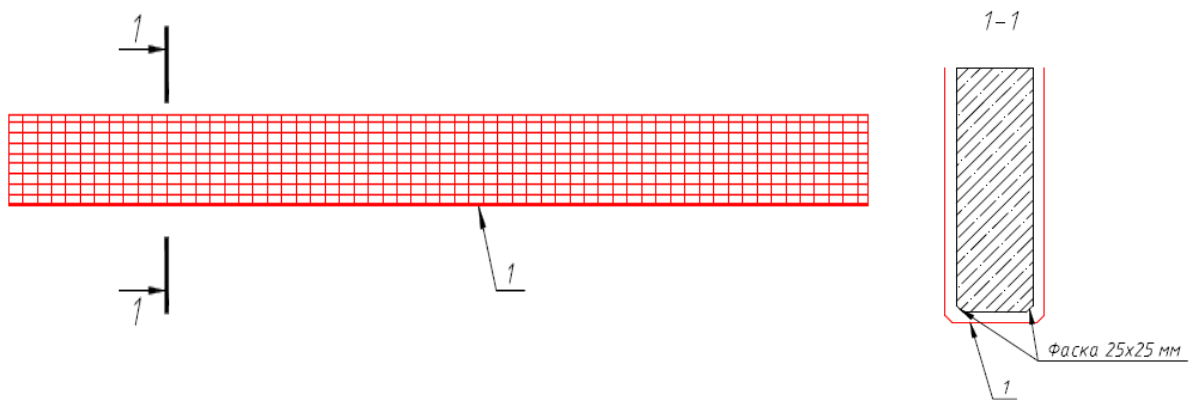


Рисунок 5.51 Комплексное усиление ригеля серии 1.020.1-2С/89 углеродной сеткой CarbonWrap® Grid 600/1000



Рисунок 5.52 Пример усиления ригеля углеродными лентами

5.4 Усиление железобетонных ферм

5.4.1 Основными причинами усиления железобетонных ферм являются:

- механические повреждения;
- разрушение бетона и арматуры в результате воздействия окружающей и/или агрессивной среды;
- повышение нагрузок;
- ошибки при проектировании;
- нарушение технологии производства строительных работ;
- несоответствие фактических свойств материалов (бетона и арматуры).

5.4.2 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap® приведены на рисунке 5.53.

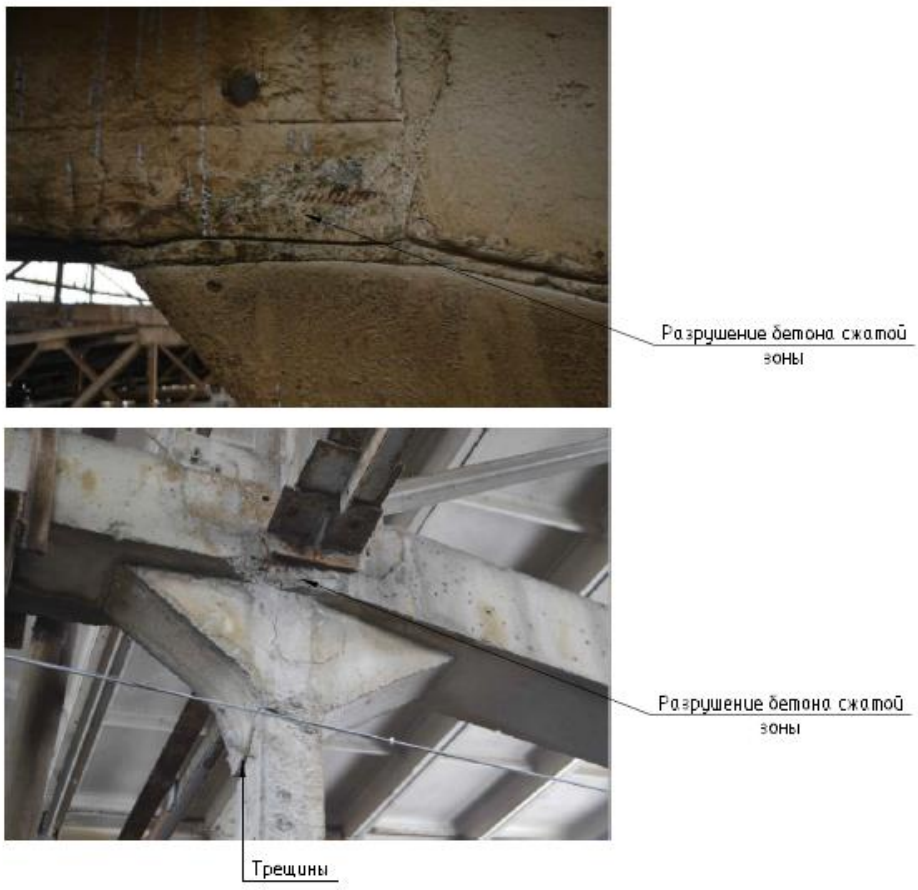


Рисунок 5.53 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap®

5.4.3 Усиление железобетонных ферм системой внешнего армирования CarbonWrap® выполняется на основании проведенного расчета с фактическими геометрическими и физическими характеристиками, определенными на основании детального инструментального обследования. Расчет элементов фермы производится на определенные расчетные усилия в соответствии с действующими нормативными документами.

5.4.4 Система внешнего армирования CarbonWrap® применима для усиления:

- растянутого пояса фермы;
- сжатого и внецентренно сжатого пояса фермы;
- элементов решетки (внецентренно сжатых и растянутых);
- узлов сопряжения элементов, опорных узлов.

5.4.5 Примеры усиления железобетонных ферм углеродными лентами показаны на рис. 5.54-5.57.

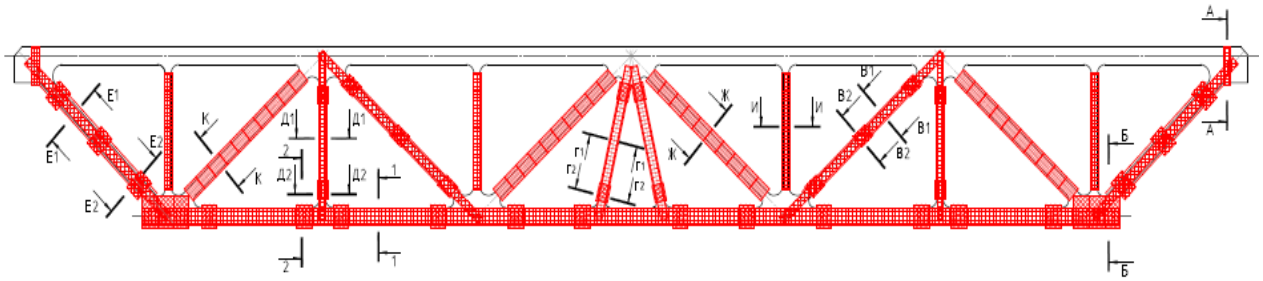


Рисунок 5.54 Усиление железобетонной фермы по серии Е-772П1 углеродными лентами CarbonWrap® Tape

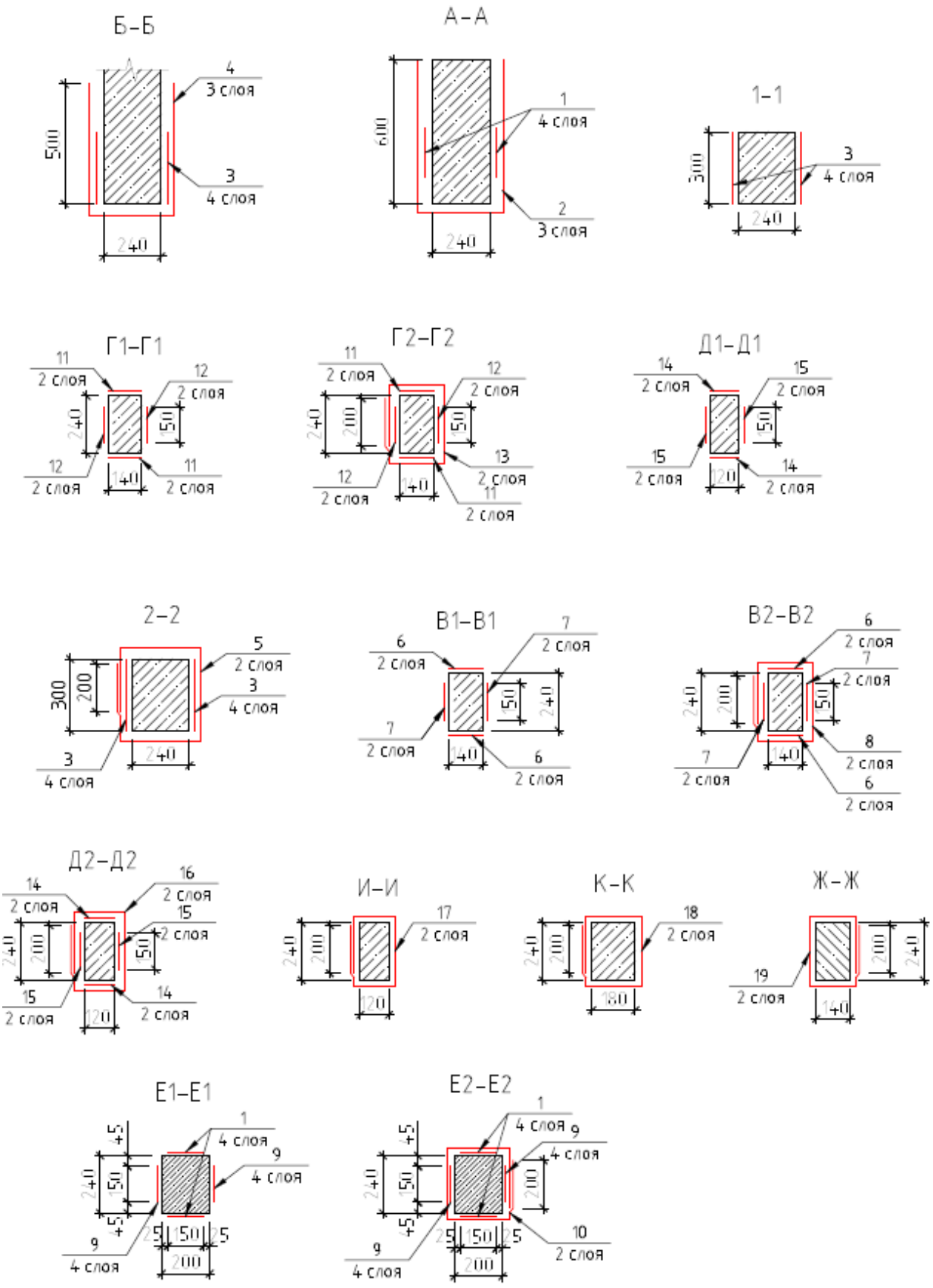


Рисунок 5.55 Усиление железобетонной фермы по серии Е-772П1 углеродными лентами CarbonWrap® Tape (сечения элементов)

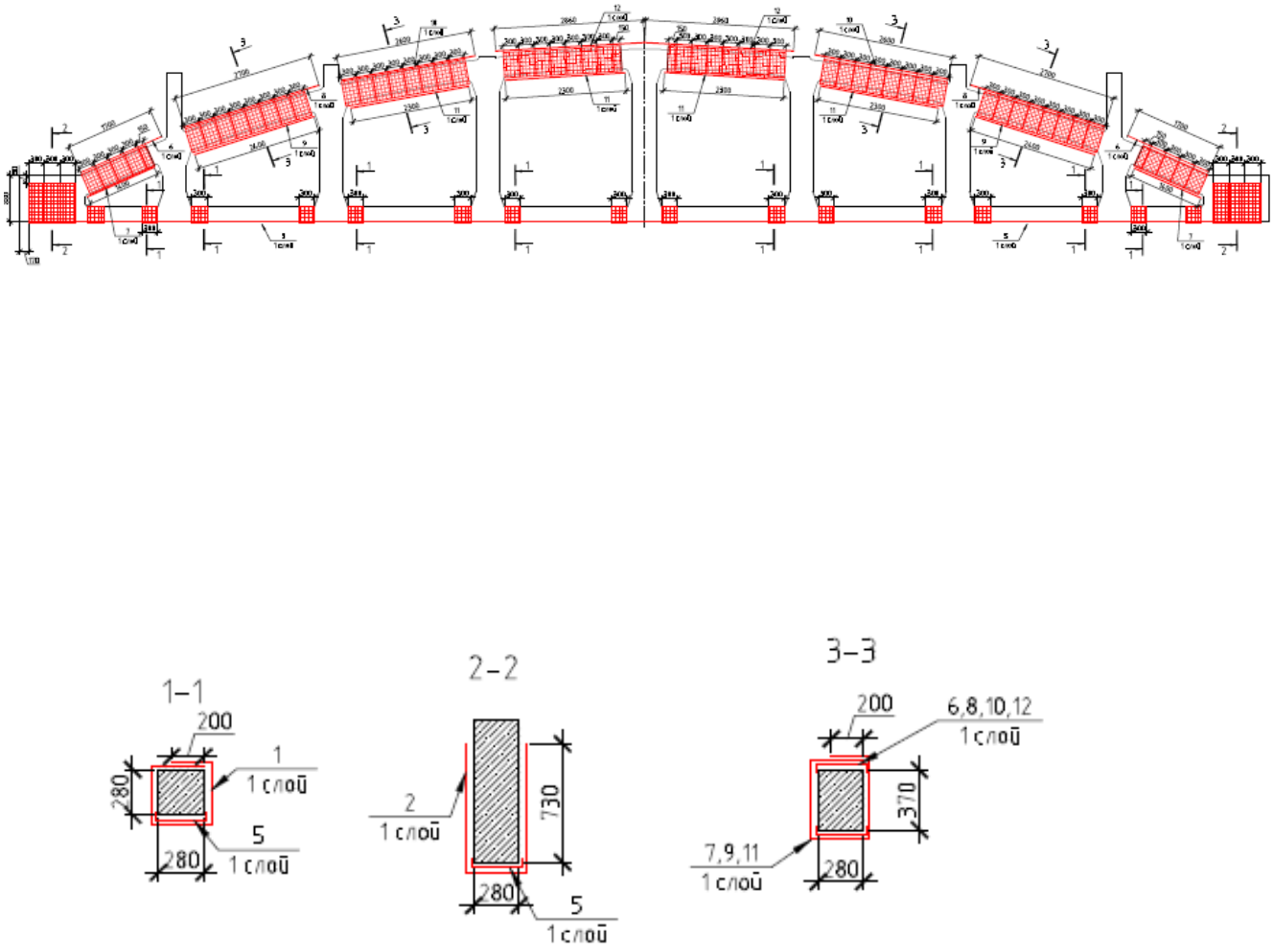


Рисунок 5.56 Усиление железобетонной фермы по серии 1.463-3/87 углеродными лентами CarbonWrap® Tape (сечения элементов)



Рисунок 5.57 Пример усиления раскоса железобетонной фермы

5.5 Усиление железобетонных сборных плит

5.5.1 Основными причинами усиления железобетонных сборных плит являются:

- механические повреждения;
- разрушение бетона и арматуры в результате воздействия окружающей и/или агрессивной среды;
- повышение нагрузок;
- ошибки при проектировании;
- нарушение технологии производства строительных работ;
- несоответствие фактических свойств материалов (бетона и арматуры).

5.5.2 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap® приведены на рисунке 5.58.

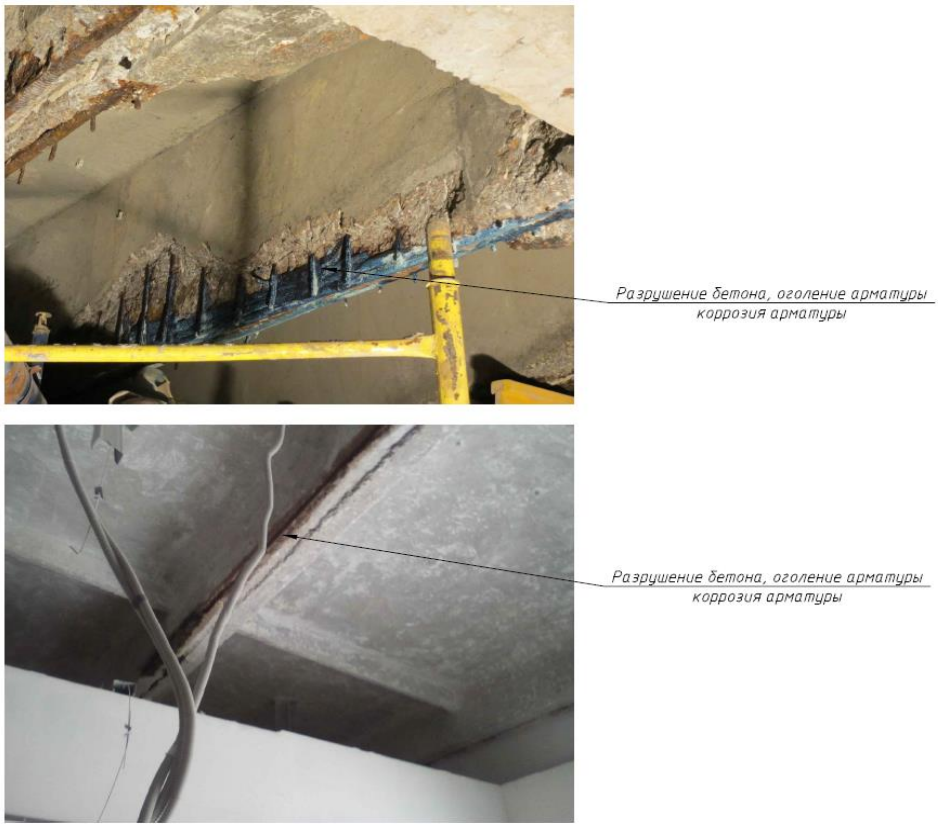


Рисунок 5.58 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap®

5.5.3 Усиление нормальных сечений изгибаемых элементов происходит за счет дополнительной растянутой арматуры (внешнего армирования). Расчетная схема нормального сечения показана на рис. 5.59. Усиление производится путем наклейки на растянутую грань усиливаемого элемента внешнего армирования (углеродные ленты, ткани и сетки, углепластиковые ламели). При этом рекомендуется выполнять анкеровку рабочей внешней арматуры хомутами, равномерно расположенными по длине. Принципиальная схема усиления нормального сечения приведена на рис. 5.60.

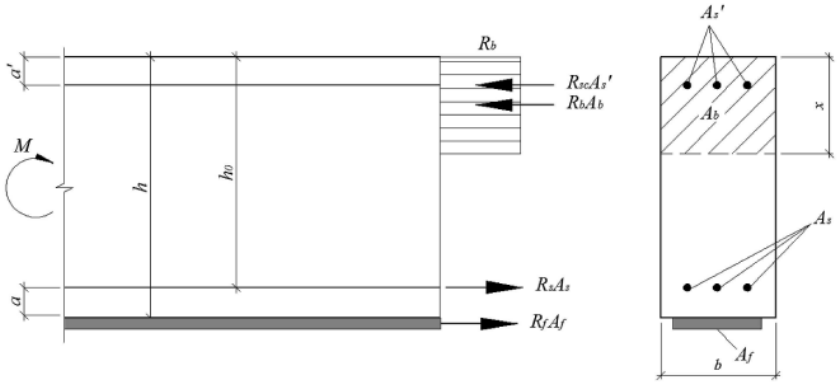


Рисунок 5.59 Расчетная схема нормального сечения

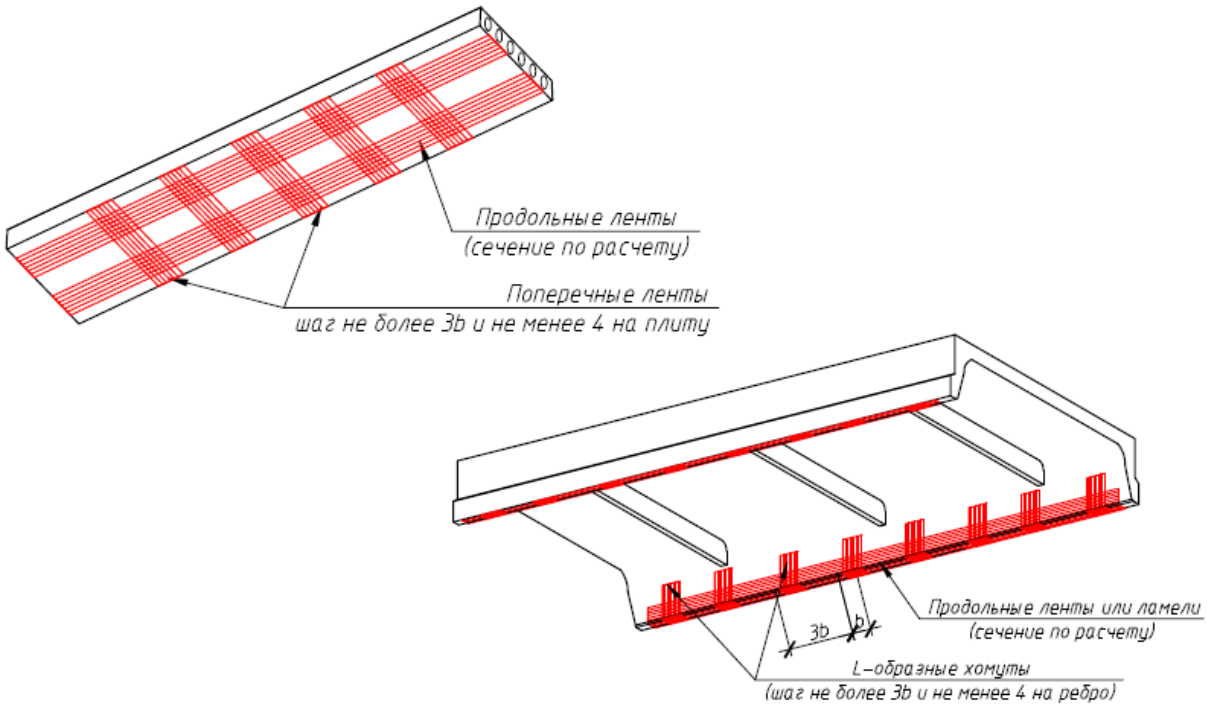


Рисунок 5.60 Принципиальная схема усиления нормального сечения

5.5.4 Примеры усиления нормальных сечений плит показаны на рис. 5.61-5.68.

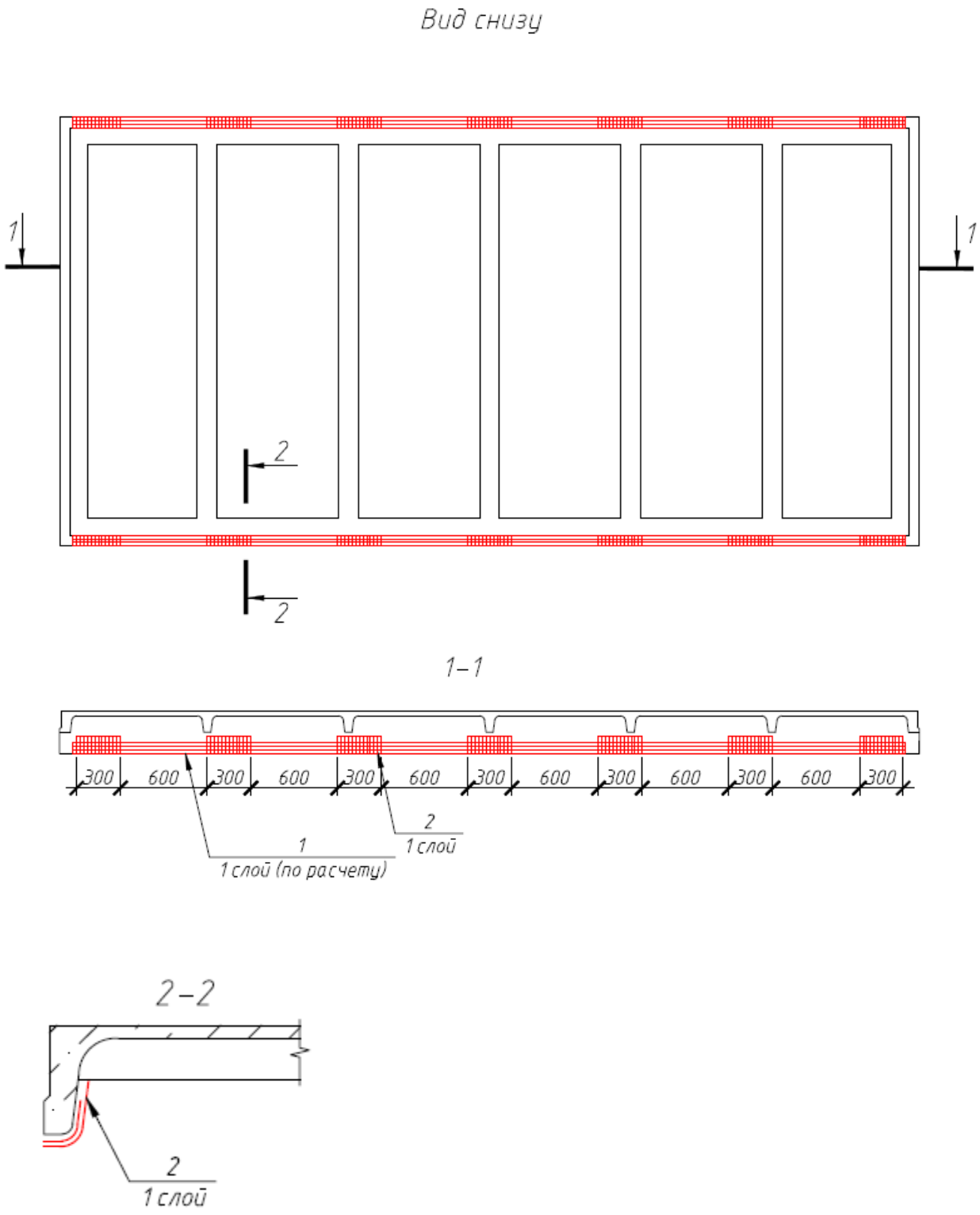


Рисунок 5.61 Усиление нормального сечения продольных ребер плиты по серии 1.465-7 углеродной лентой CarbonWrap® Tape

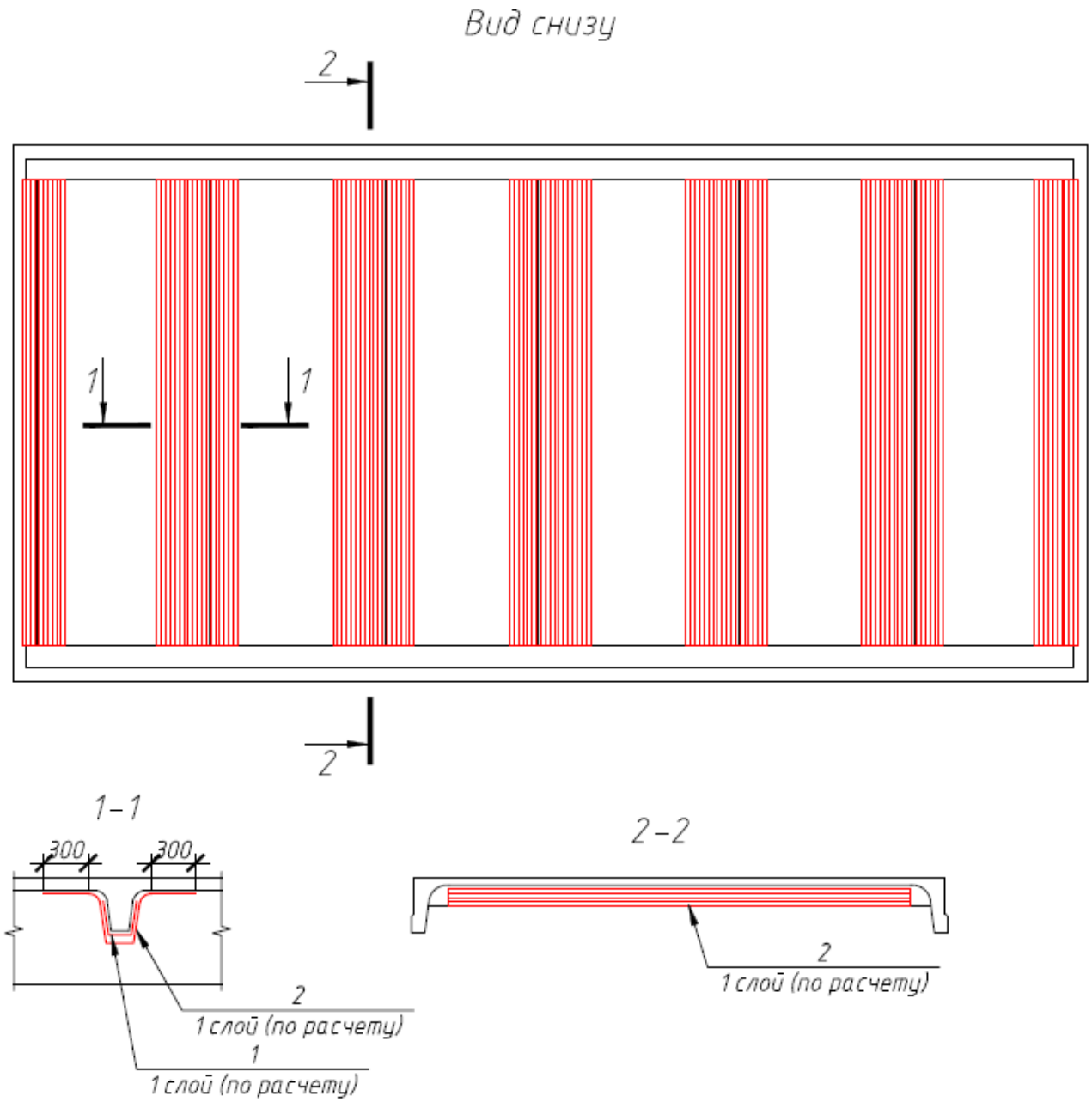


Рисунок 5.62 Усиление нормального сечения поперечных ребер плиты по серии 1.465-7 углеродной лентой CarbonWrap® Tape

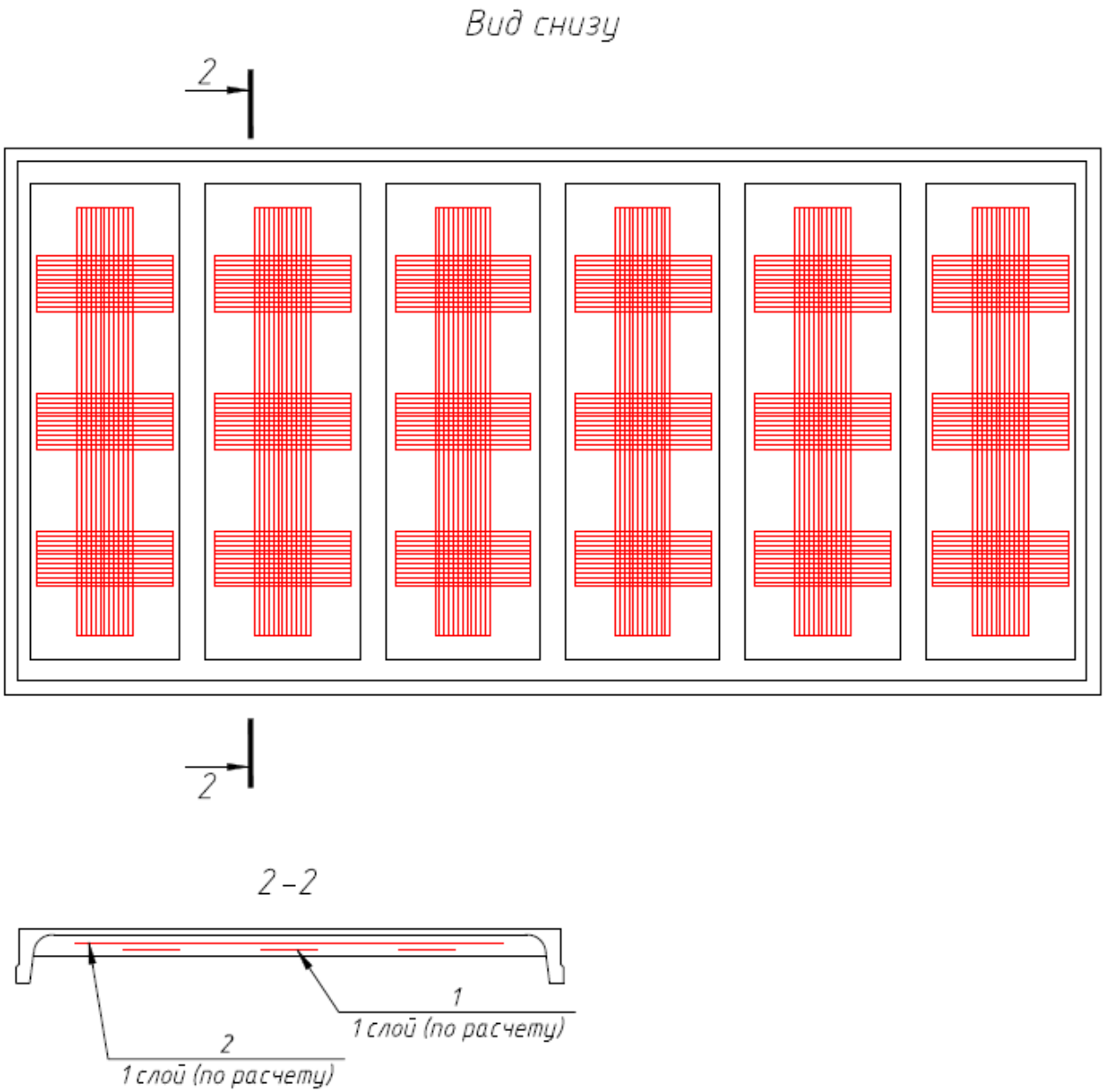


Рисунок 5.63 Усиление нормального сечения полки плиты по серии 1.465-7 углеродной лентой CarbonWrap® Tape

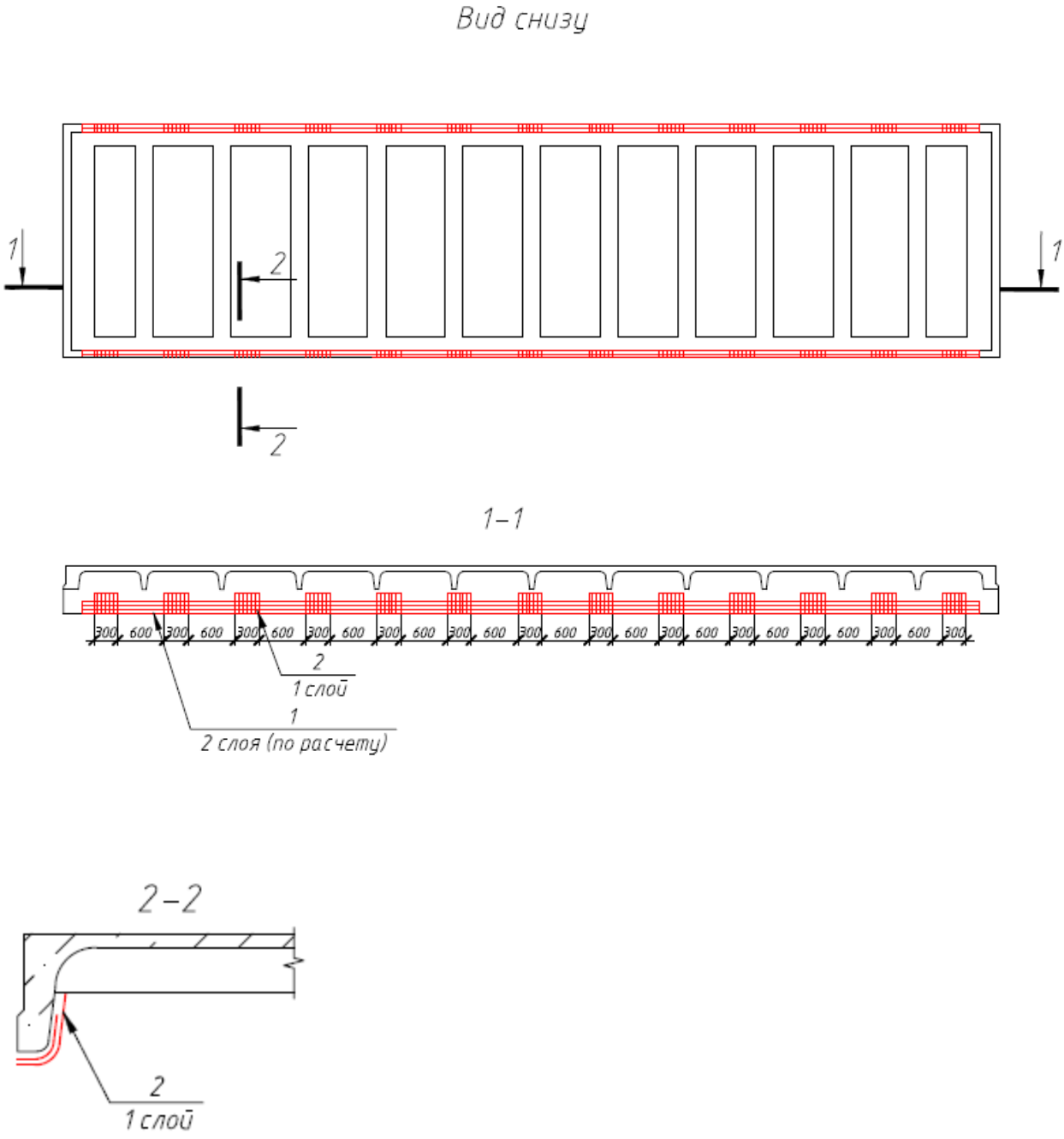


Рисунок 5.64 Усиление нормального сечения продольных ребер плиты по серии 1.465.1-3 углеродной лентой CarbonWrap® Tape

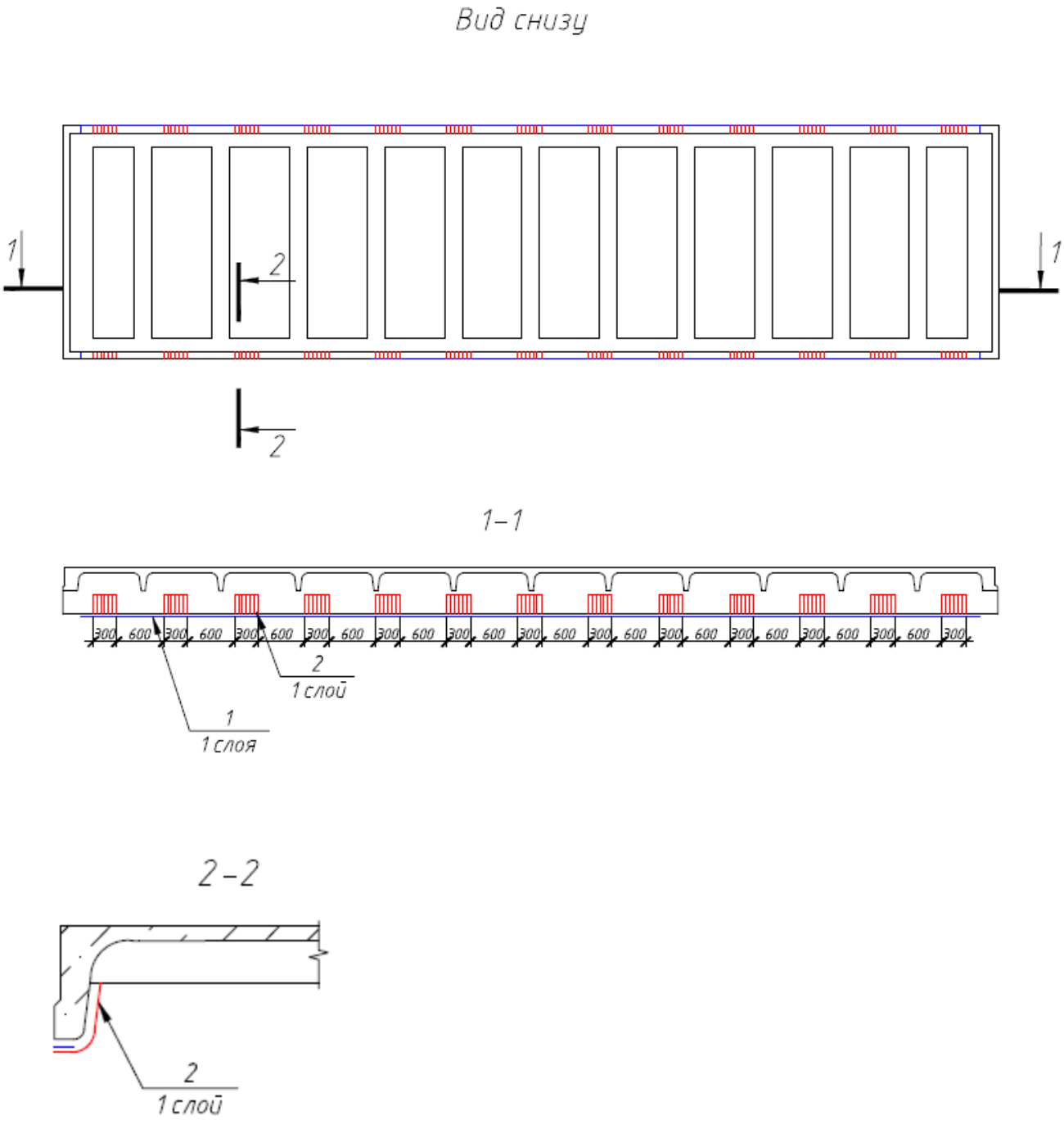


Рисунок 5.65 Усиление нормального сечения продольных ребер плиты по серии 1.465.1-3 углепластиковыми ламелями CarbonWrap® Lamel с анкеровкой углеродной лентой CarbonWrap® Tape

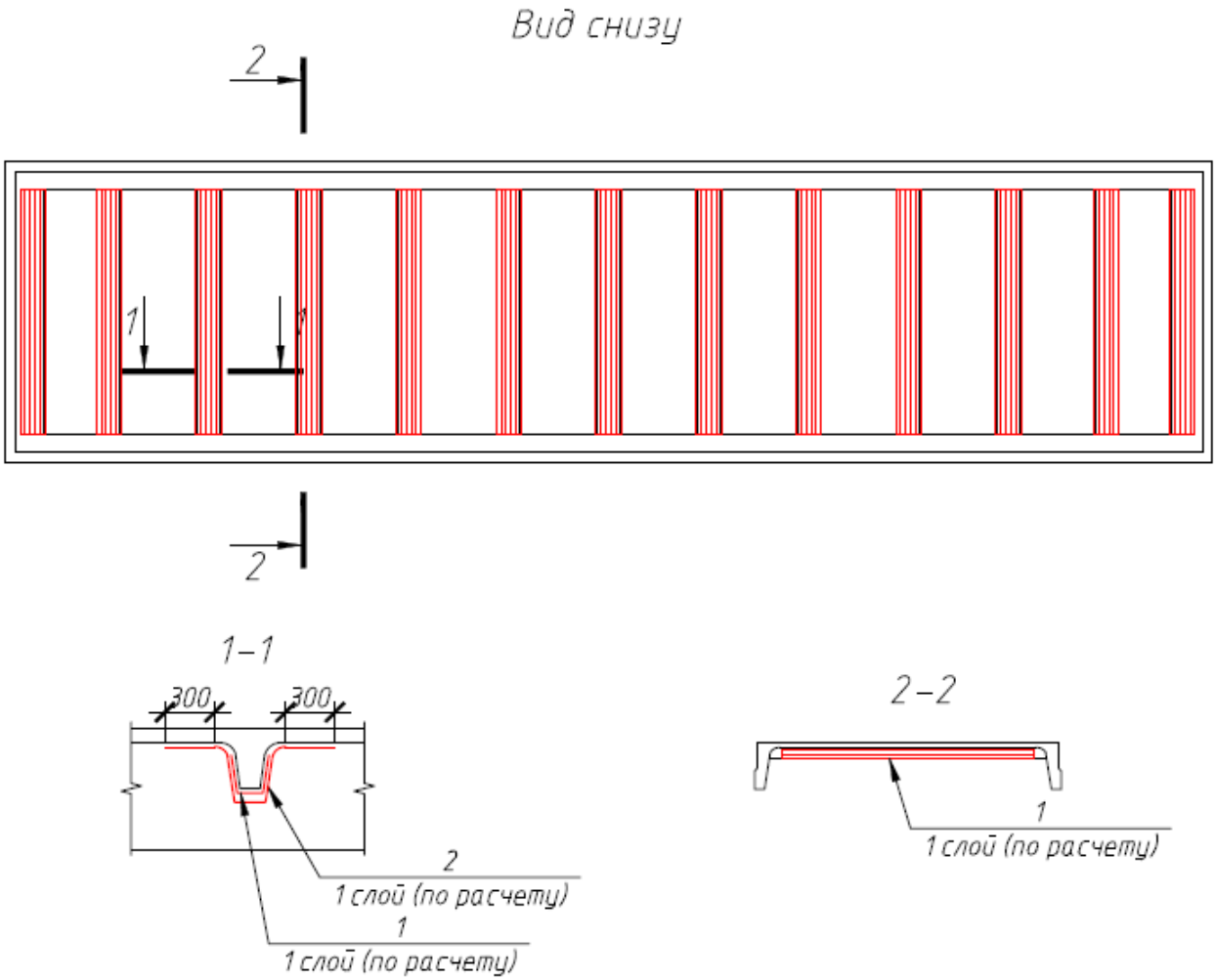


Рисунок 5.66 Усиление нормального сечения поперечных ребер плиты по серии 1.465.1-3 углеродной лентой CarbonWrap® Tape

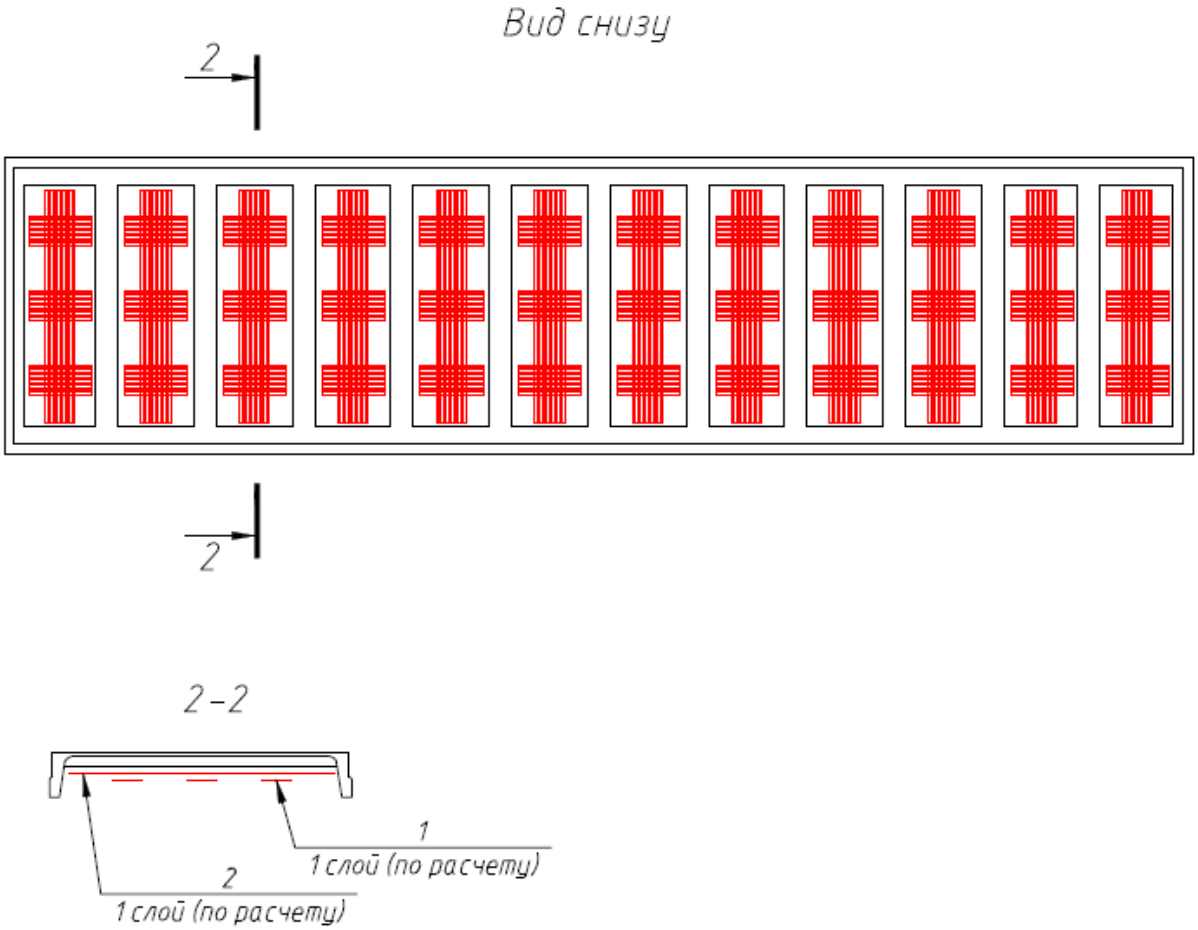


Рисунок 5.67 Усиление нормального сечения полки плиты по серии 1.465.1-3 углеродной лентой CarbonWrap® Tape

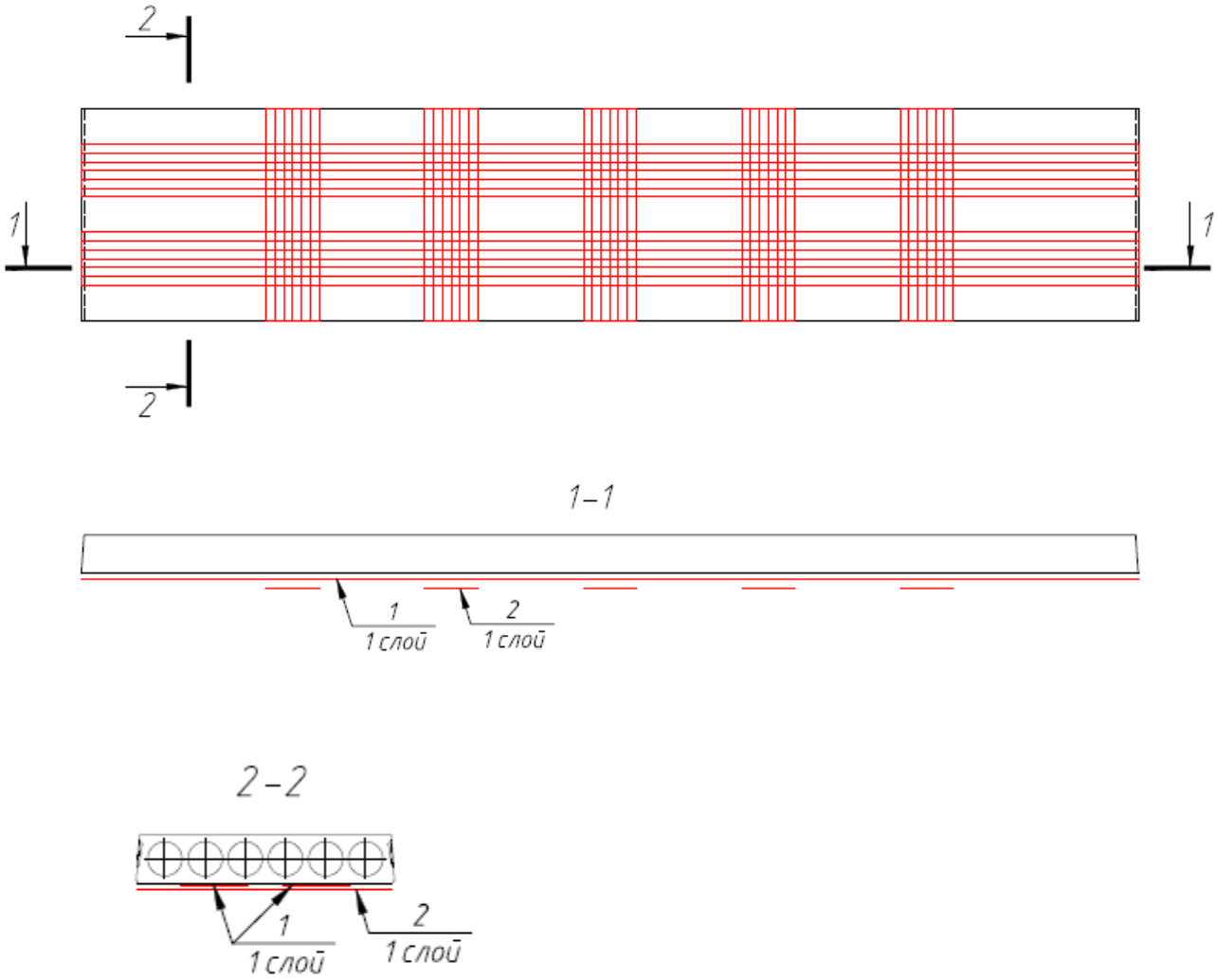


Рисунок 5.68 Усиление нормального сечения плиты по серии 1.141.1-63 углеродной лентой CarbonWrap® Tape

5.5.5 Усиление наклонных сечений изгибаемых элементов происходит за счет дополнительной поперечной арматуры (внешнего армирования). Усиление производится путем наклейки внешнего армирования (углеродные ленты, ткани и сетки, углепластиковые ламели). Принципиальная схема усиления приведена на рис.5.69.

5.5.6 Примеры усиления нормальных и наклонных сечений плит показаны на рис. 5.70-5.72.

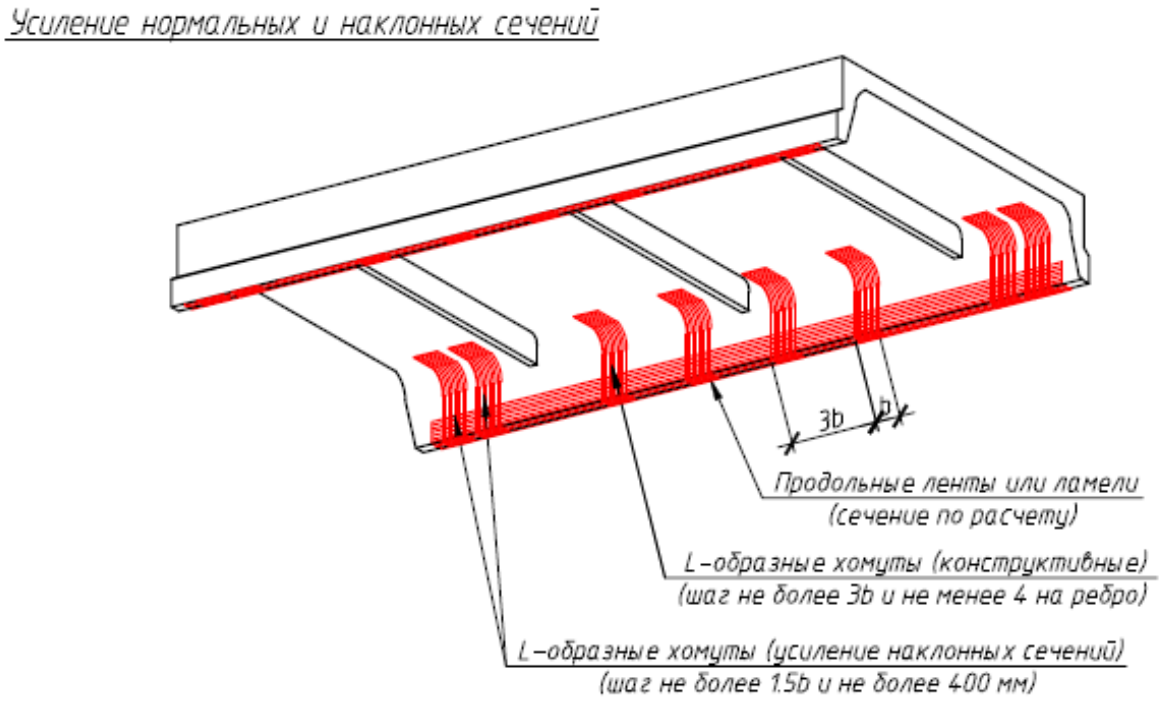


Рисунок 5.69 Принципиальная схема усиления нормальных и наклонных сечений

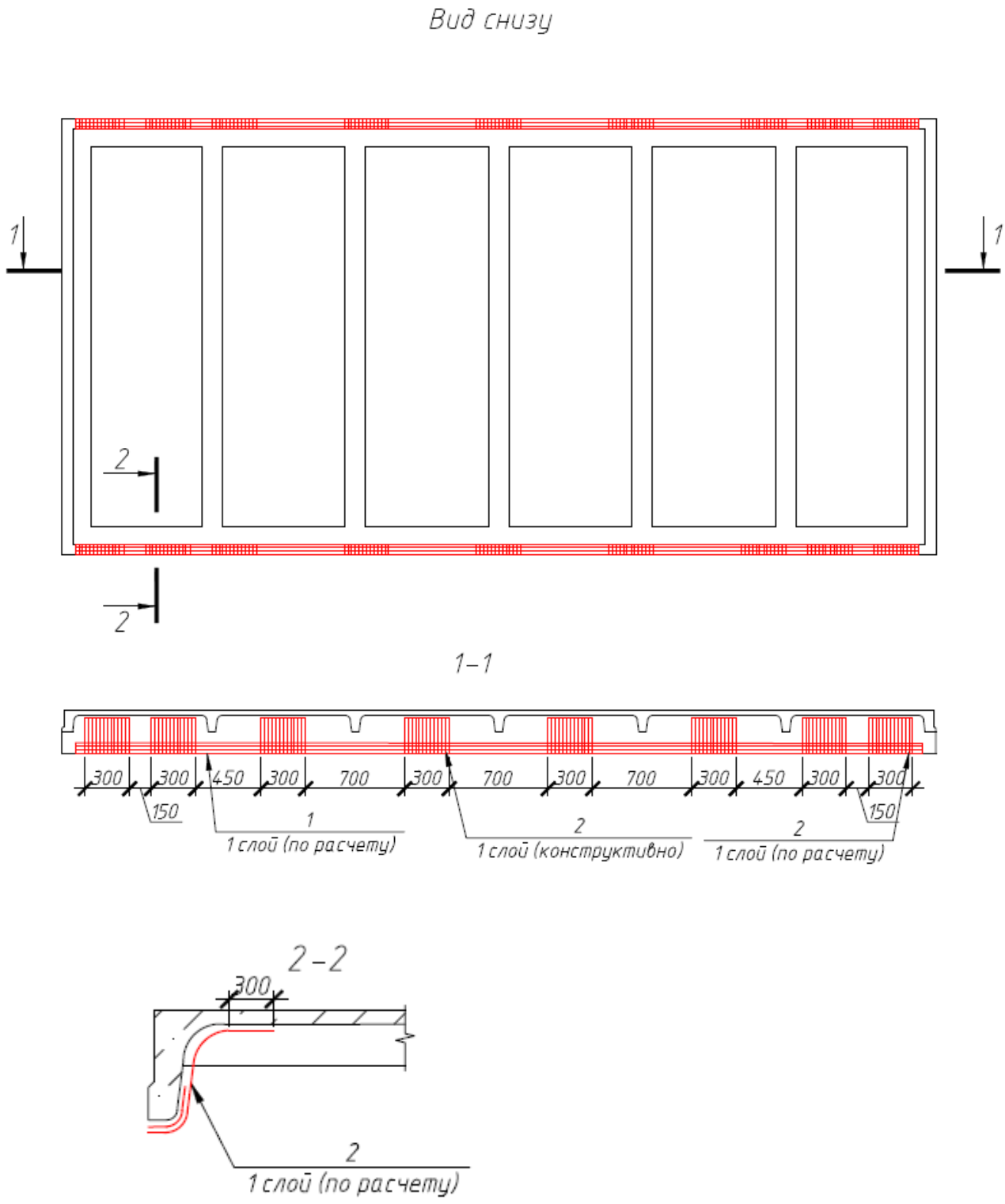


Рисунок 5.70 Усиление нормального и наклонного сечения продольных ребер плиты по серии 1.465-7 углеродными лентами CarbonWrap® Tape

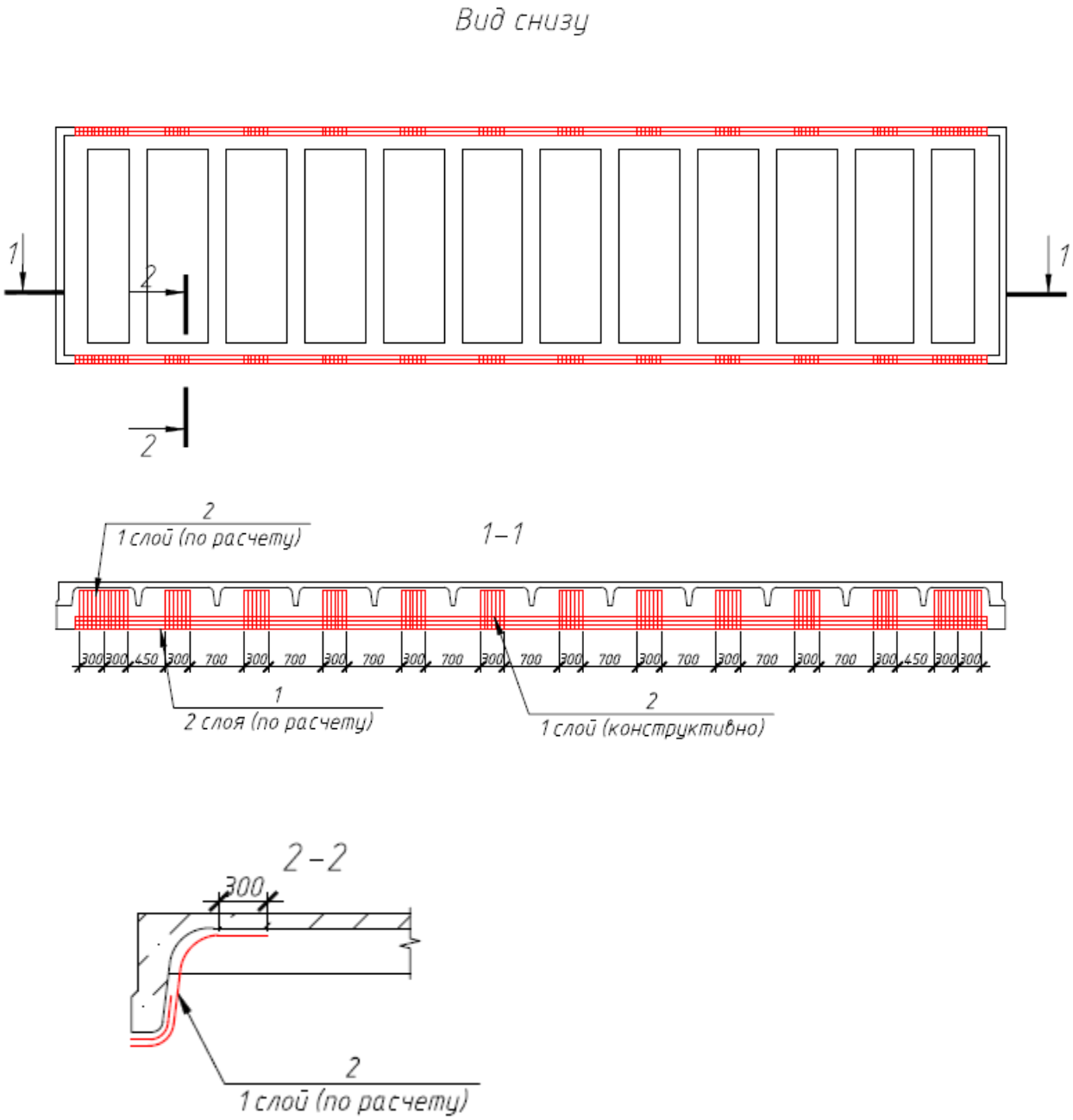


Рисунок 5.71 Усиление нормального и наклонного сечения продольных ребер плиты по серии 1.465.1-3 углеродными лентами CarbonWrap® Tape

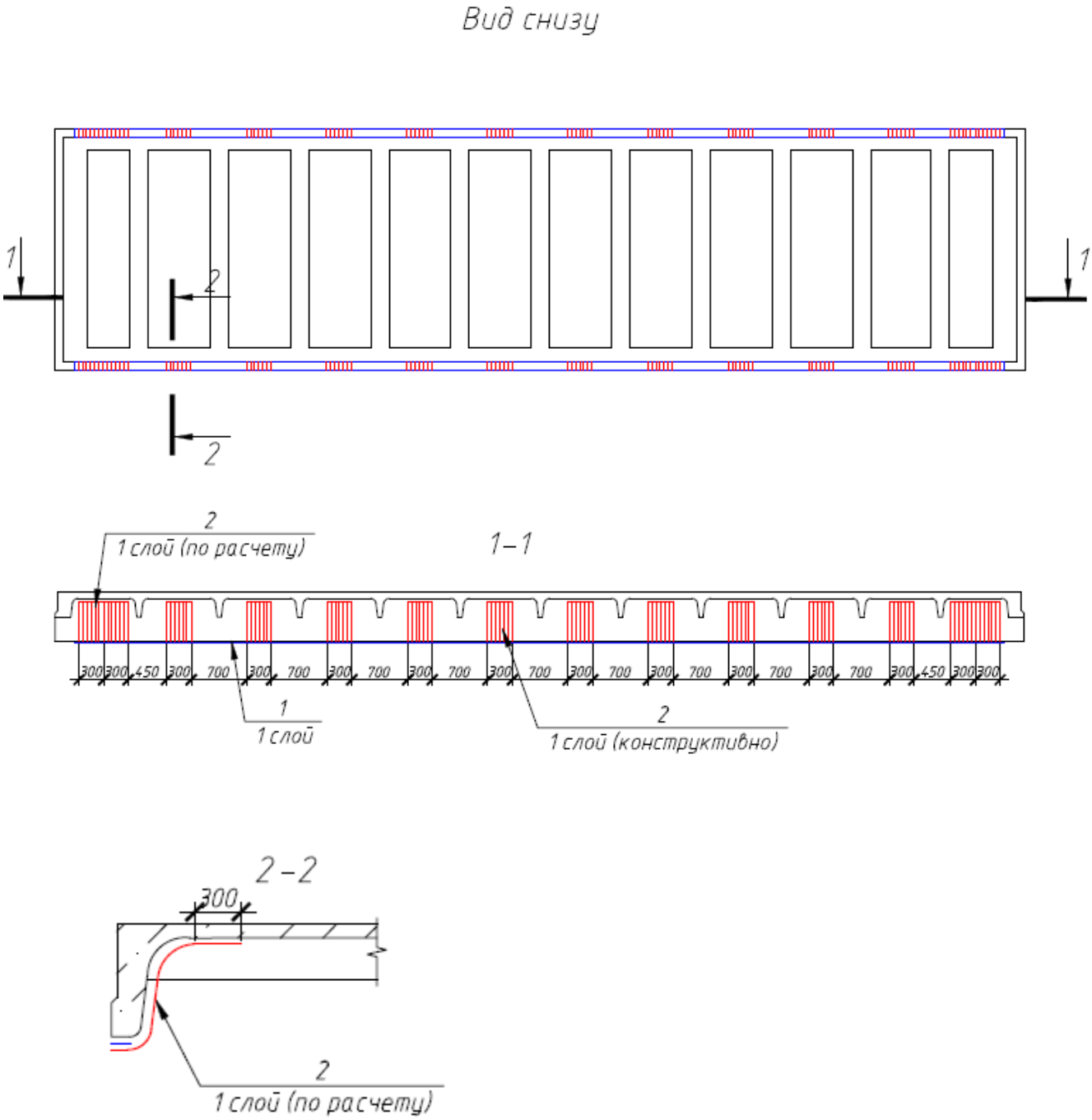


Рисунок 5.72 Усиление нормального и наклонного сечения продольных ребер плиты по серии 1.465.1-3 углепластиковыми ламелями CarbonWrap® Lamel и углеродными лентами CarbonWrap® Tape

5.5.7 Усиление сборных плит с применением углеродных сеток CarbonWrap® Grid, монтируемых на специальные цементные составы, выполняется одновременно для нормальных и наклонных сечений. Принципиальная схема усиления показана на рис. 5.73.

5.5.8 Примеры усиления нормальных и наклонных сечений плит углеродными сетками приведены на рис. 5.74-5.77.

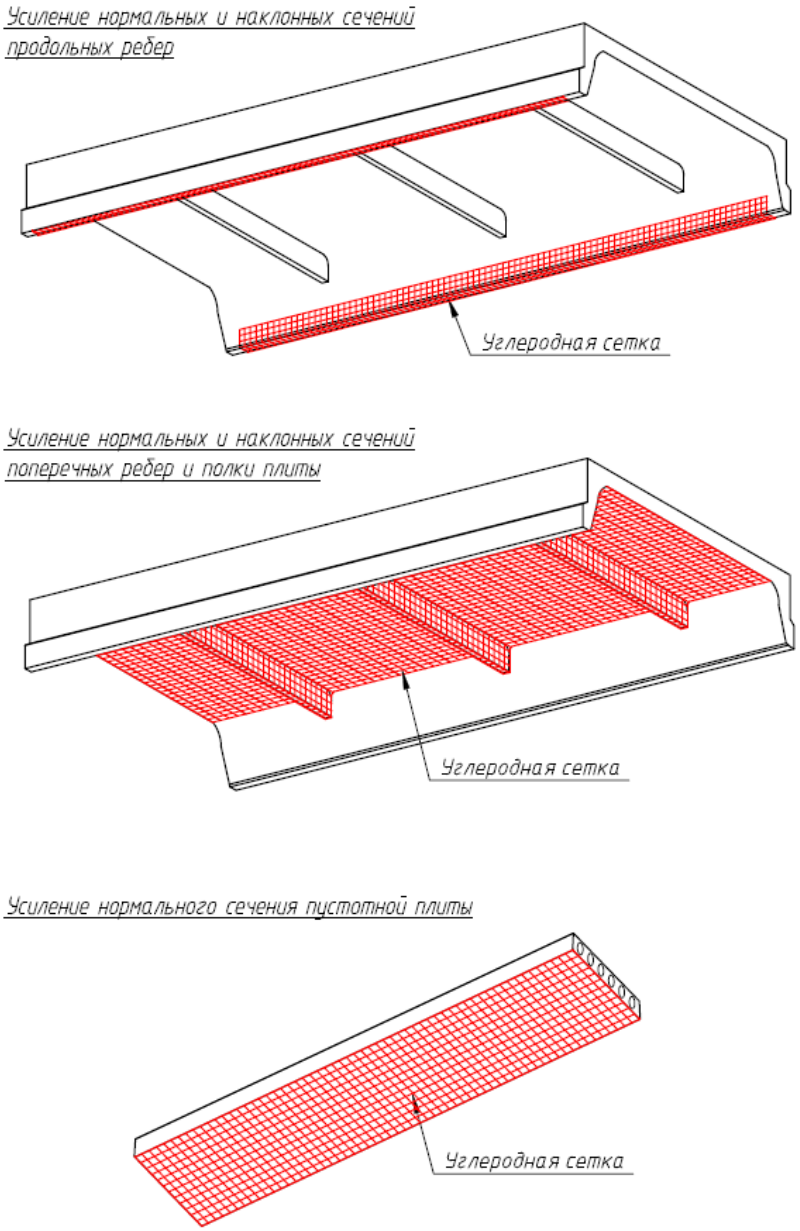


Рисунок 5.73 Принципиальная схема усиления плит углеродными сетками

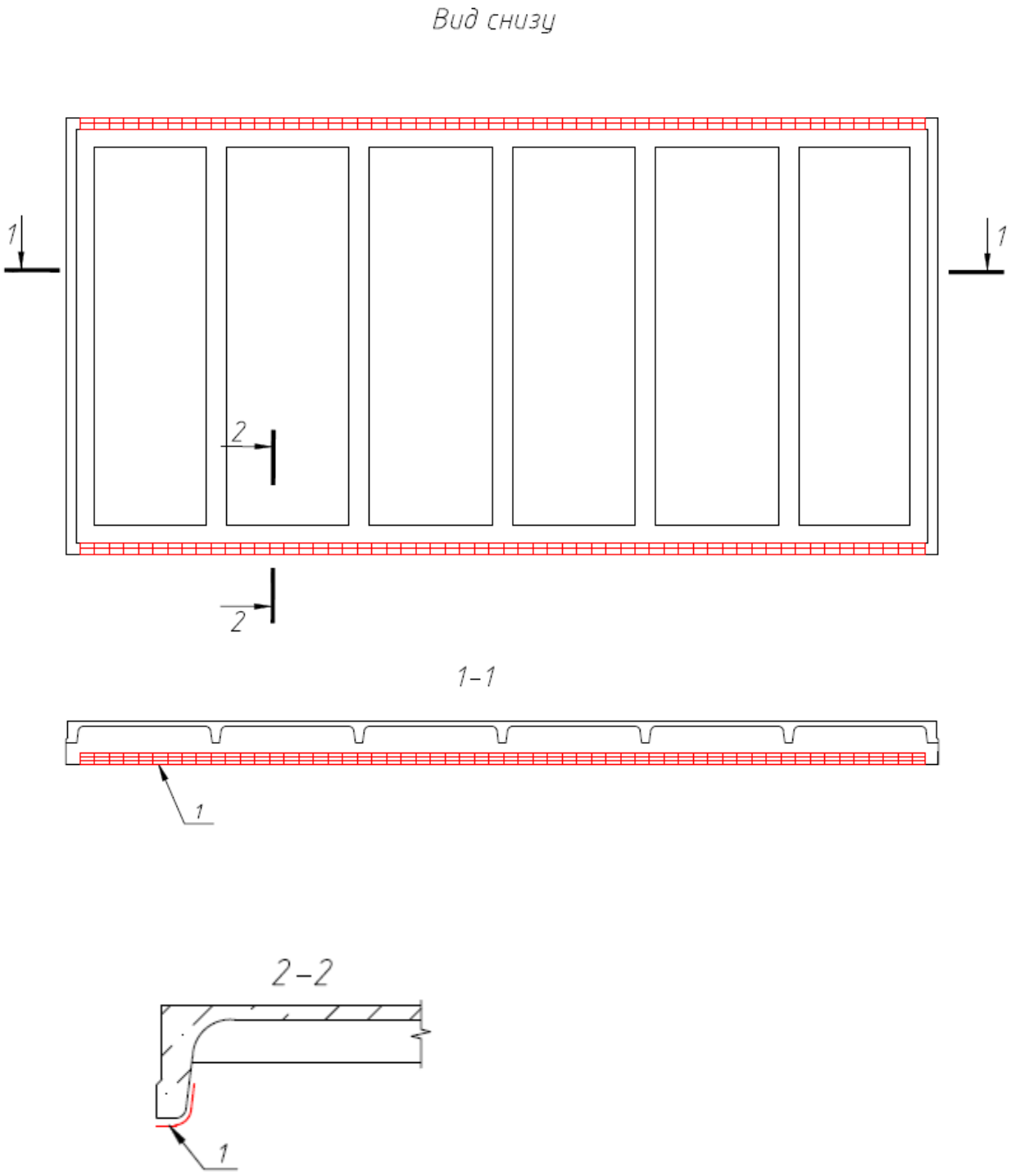


Рисунок 5.74 Усиление нормального и наклонного сечения продольных ребер плиты по серии 1.465-7 углеродными сетками CarbonWrap® Grid на ремонтном составе CarbonWrap® Repair

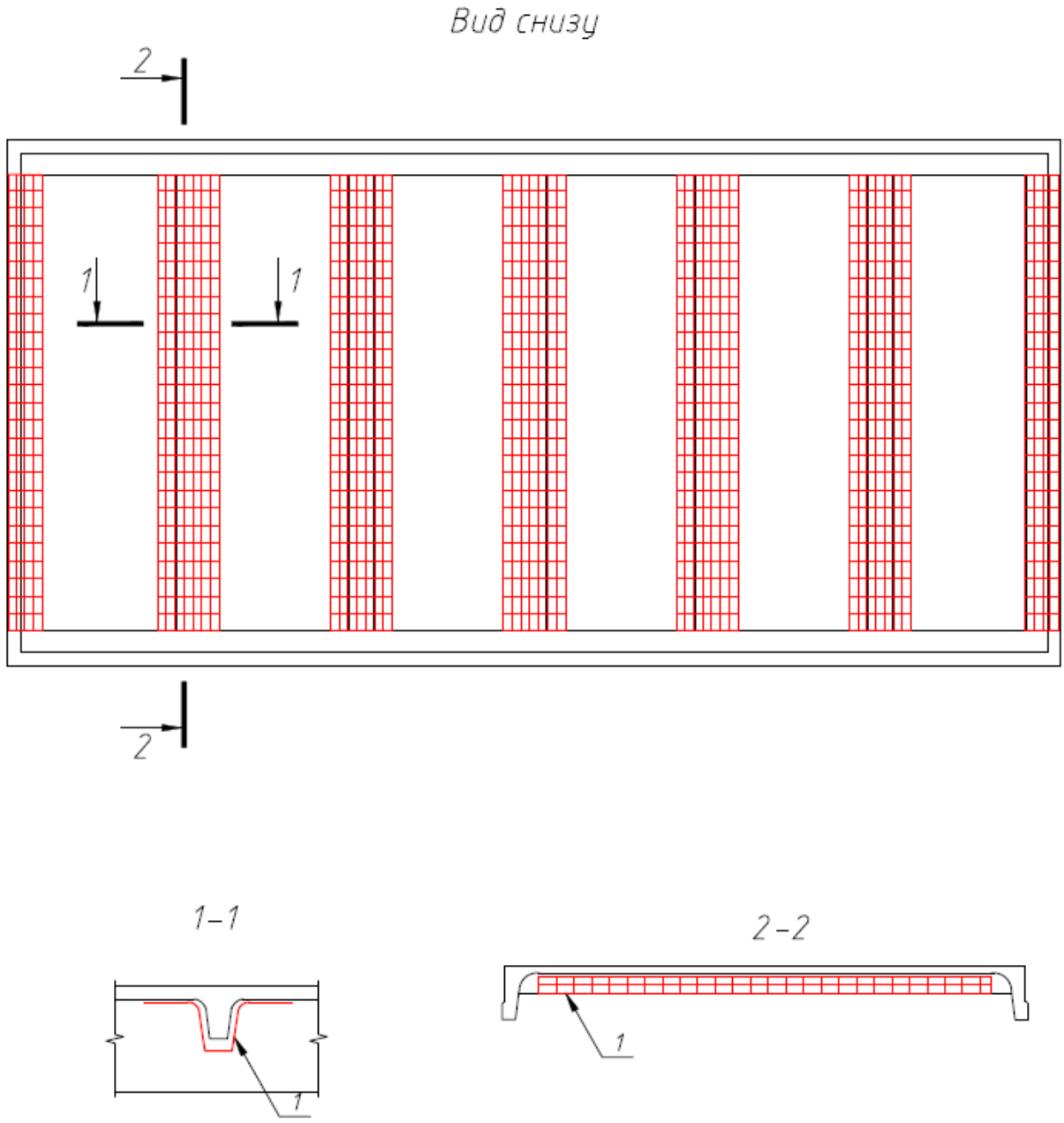


Рисунок 5.75 Усиление нормального сечения поперечных ребер плиты по серии 1.465-7 углеродными сетками CarbonWrap® Grid на ремонтном составе CarbonWrap® Repair

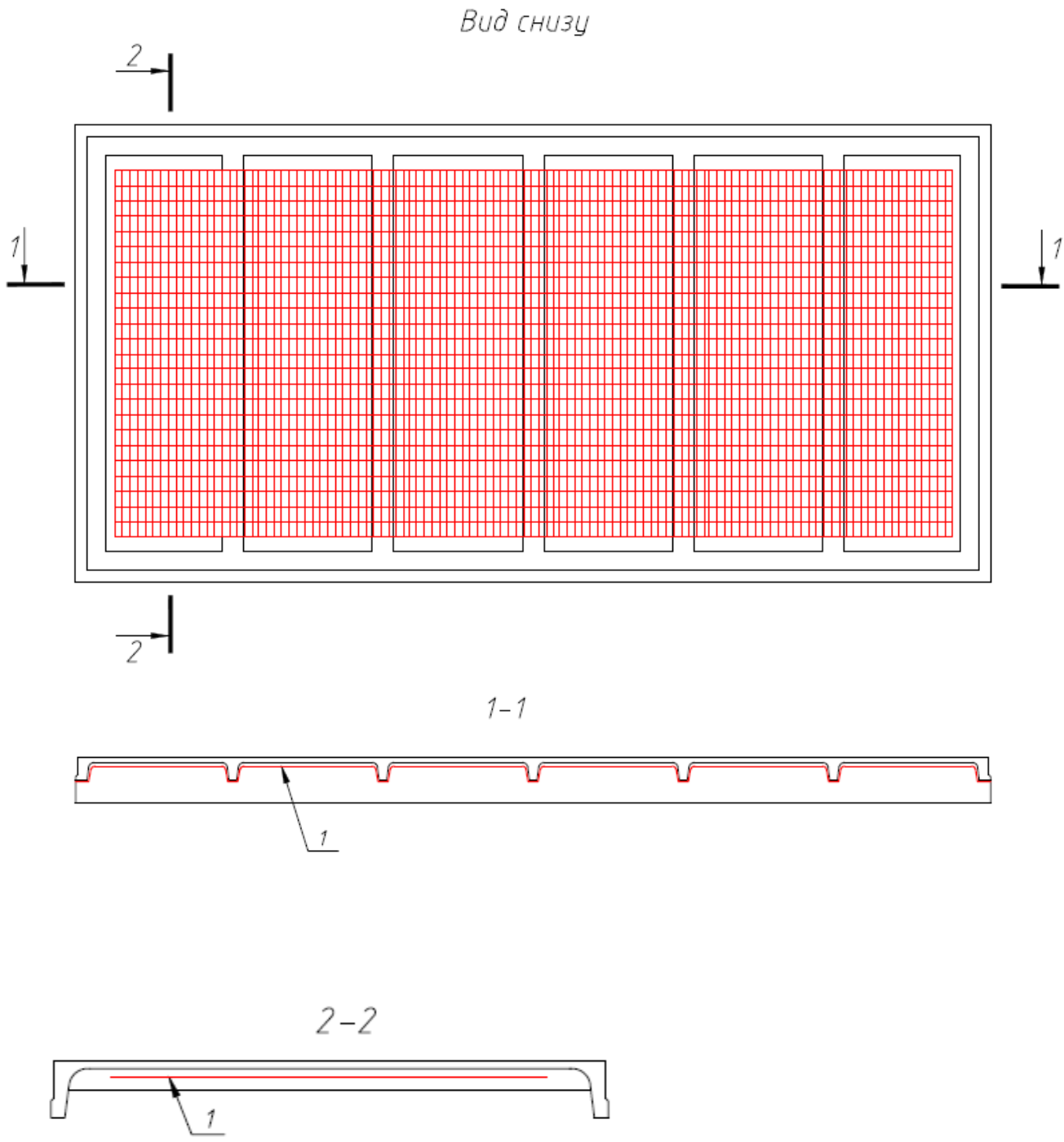


Рисунок 5.76 Усиление нормального сечения поперечных ребер и полки плиты по серии 1.465-7 углеродными сетками CarbonWrap® Grid на ремонтном составе CarbonWrap® Repair

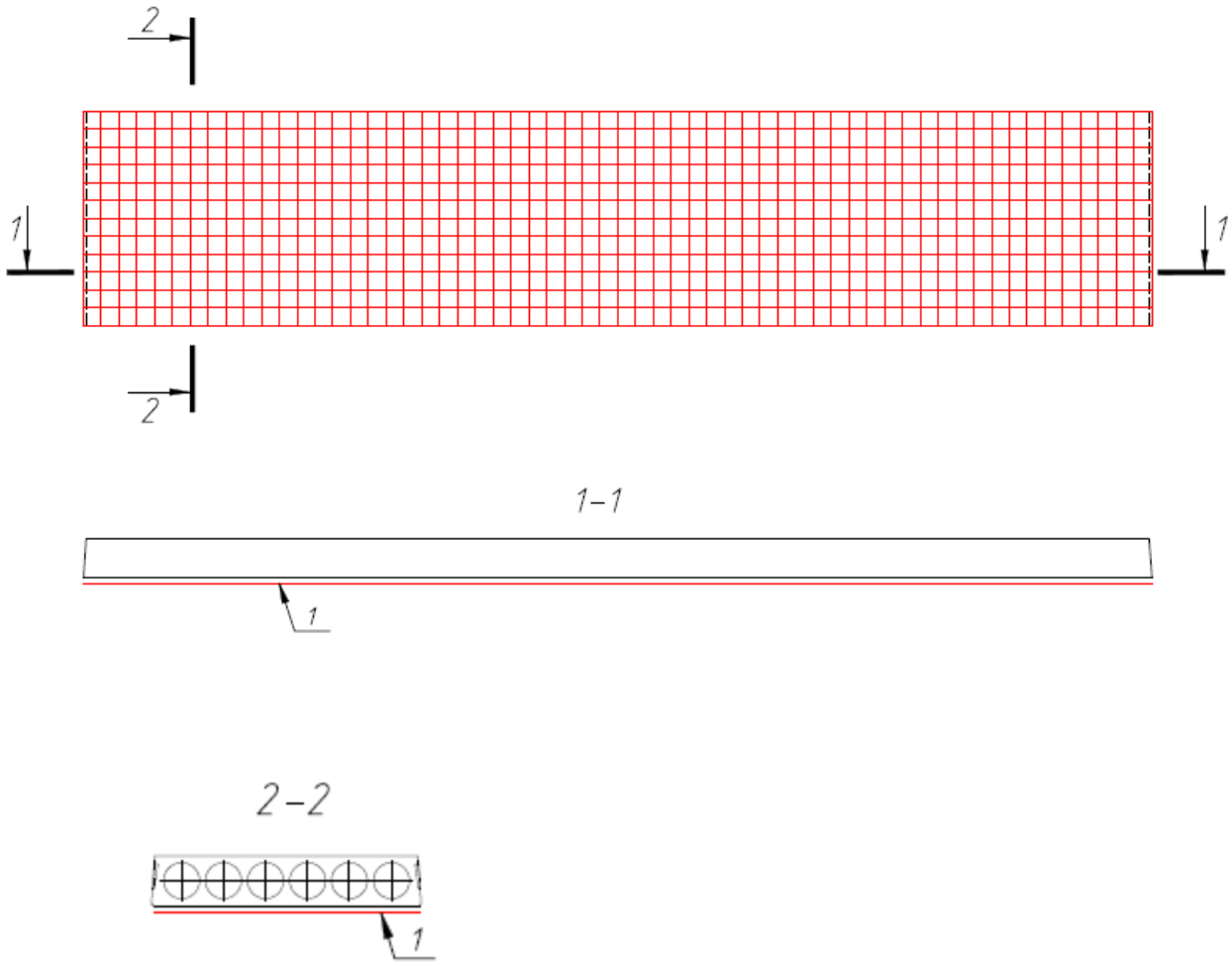


Рисунок 5.77 Усиление нормального сечения плиты по серии 1.141-1.63 углеродными сетками CarbonWrap® Grid на ремонтном составе CarbonWrap® Repair

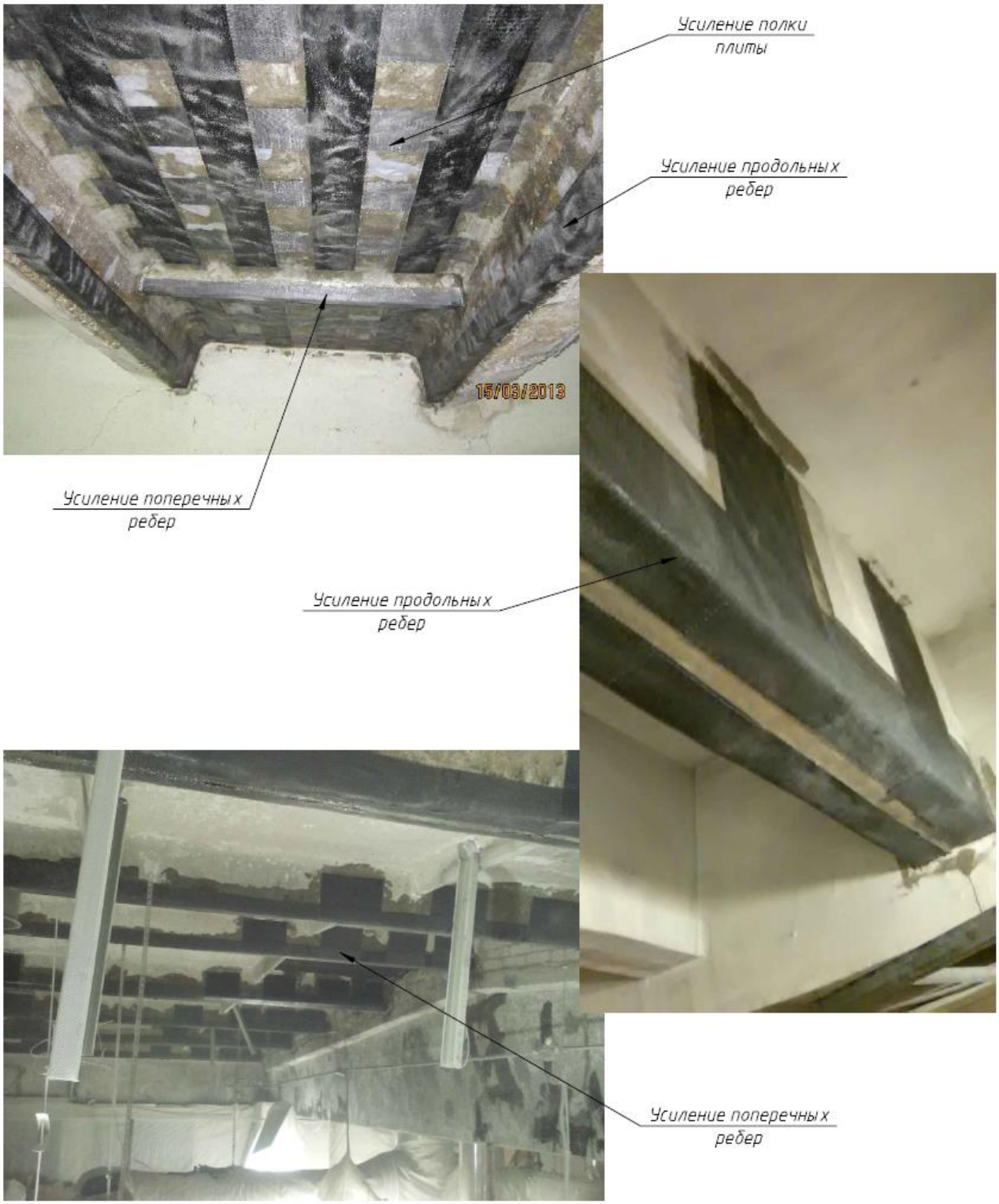


Рисунок 5.78 Пример выполнения усиления углеродными лентами железобетонных сборных плит

5.6 Усиление железобетонных монолитных перекрытий

5.6.1 Основными причинами усиления железобетонных монолитных перекрытий являются:

- механические повреждения;
- разрушение бетона и арматуры в результате воздействия окружающей и/или агрессивной среды;
- повышение нагрузок;
- ошибки при проектировании;
- нарушение технологии производства строительных работ;
- несоответствие фактических свойств материалов (бетона и арматуры).

5.6.2 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap® приведены на рисунке 5.79.

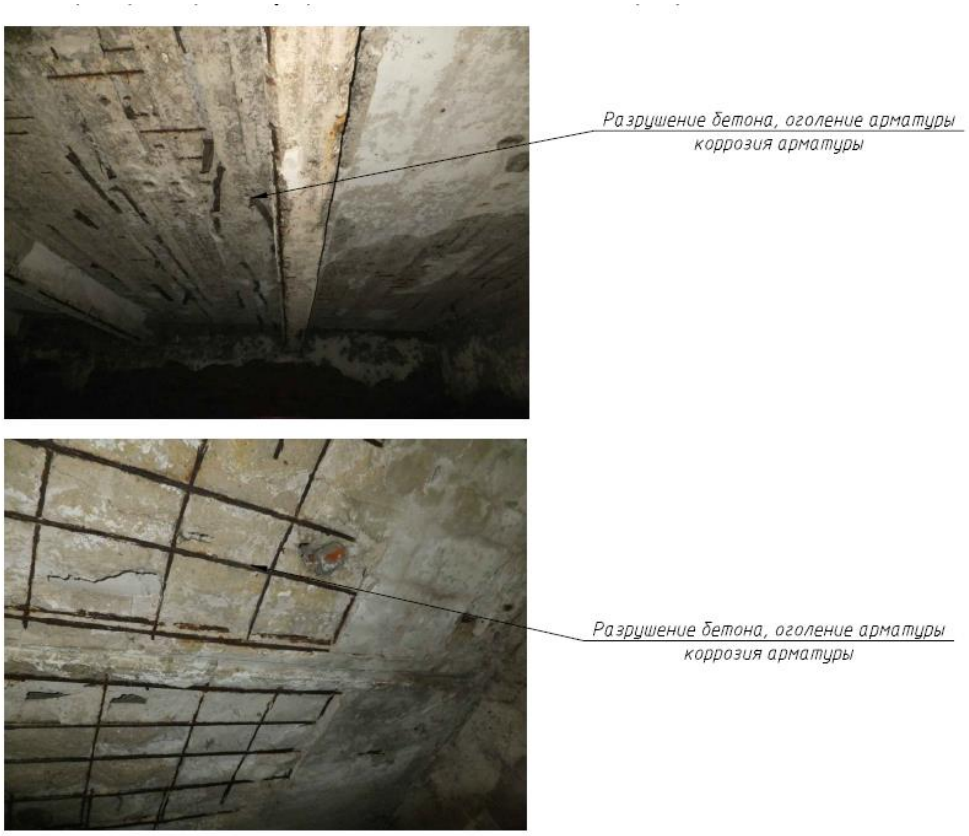


Рисунок 5.79 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap®

5.6.3 В качестве элементов усиления применяются углеродные ленты или углепластиковые ламели с требуемым расчетным сечением. Наклейка элементов производится на зонах растяжения плит, усиление производится за счет увеличения растянутой арматуры. Допускается локальное усиление монолитных плит, при этом расчетные элементы заводятся за зону момента образования трещин на величину зоны анкеровки, что определяется расчетом.

5.6.4 Усиление монолитных перекрытий выполняется для нормальных сечений. Для ригельного каркаса возможно усиление наклонных сечений при условии достаточной высоты сечения. Усиление возможно различными элементами системы внешнего армирования CarbonWrap®. В случае применения углепластиковых ламелей, желательно исключить их пересечение. Примеры усиления нижней растянутой (пролетной) зоны безригельного перекрытия и верхней растянутой (опорной) зоны безригельного перекрытия показаны на рис. 5.80-5.81 соответственно.

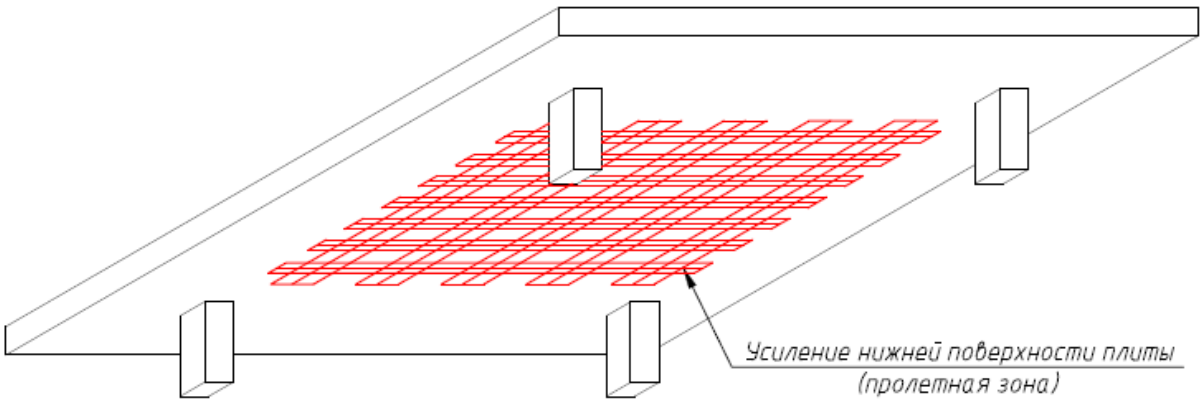


Рисунок 5.80 Усиление нижней растянутой (пролетной) зоны безригельного перекрытия системой внешнего армирования CarbonWrap®

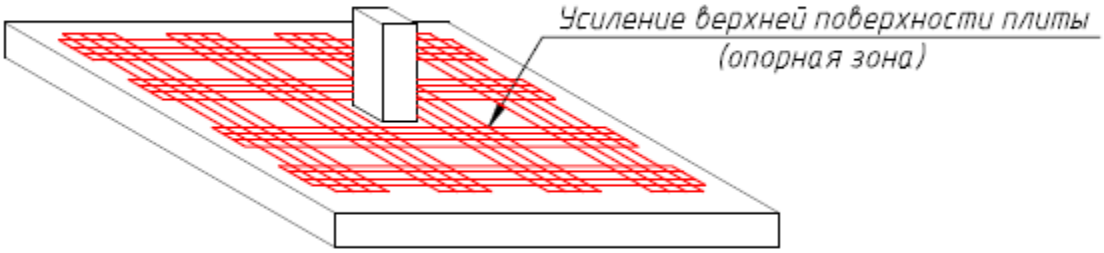


Рисунок 5.81 Усиление верхней растянутой (опорной) зоны безригельного перекрытия системой внешнего армирования CarbonWrap®

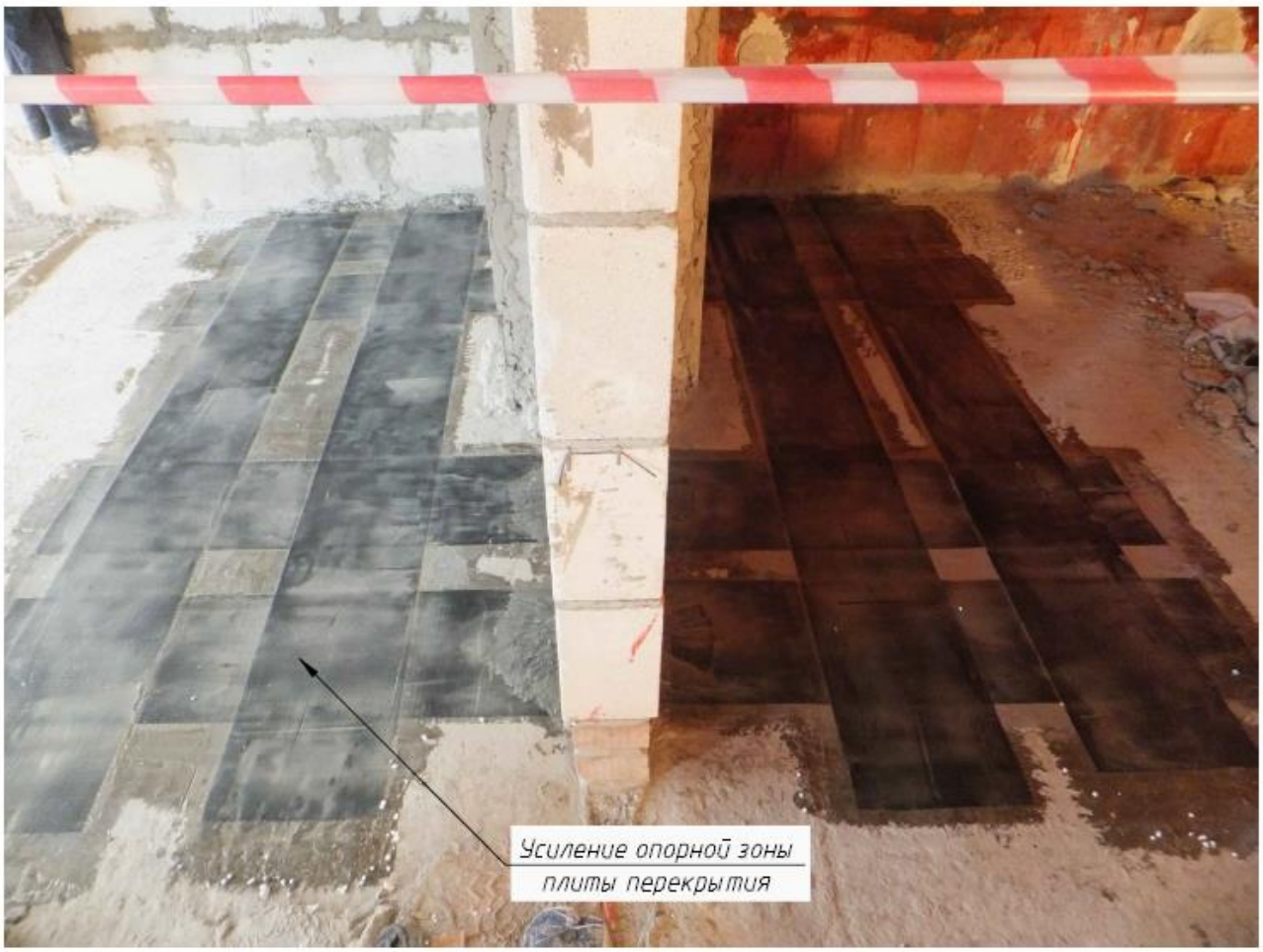


Рисунок 5.82 Пример усиления верхней растянутой (опорной) зоны плиты перекрытия системой внешнего армирования CarbonWrap®

5.7 Усиление железобетонных лестничных маршей и площадок

5.7.1 Основными причинами усиления железобетонных лестничных маршей и площадок являются:

- механические повреждения;
- разрушение бетона и арматуры в результате воздействия окружающей и/или агрессивной среды;
- повышение нагрузок;
- ошибки при проектировании;
- нарушение технологии производства строительных работ;
- несоответствие фактических свойств материалов (бетона и арматуры).

5.7.2 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap® приведены на рисунке 5.83.



Рисунок 5.83 Примеры дефектов, устраняемые системой внешнего армирования CarbonWrap®

5.7.3 Усиление лестничных маршей и площадок выполняется для нормальных сечений. Усиление выполняется только по растянутым граням. Принципиальная схема усиления лестничного марша показана на рис. 5.84.

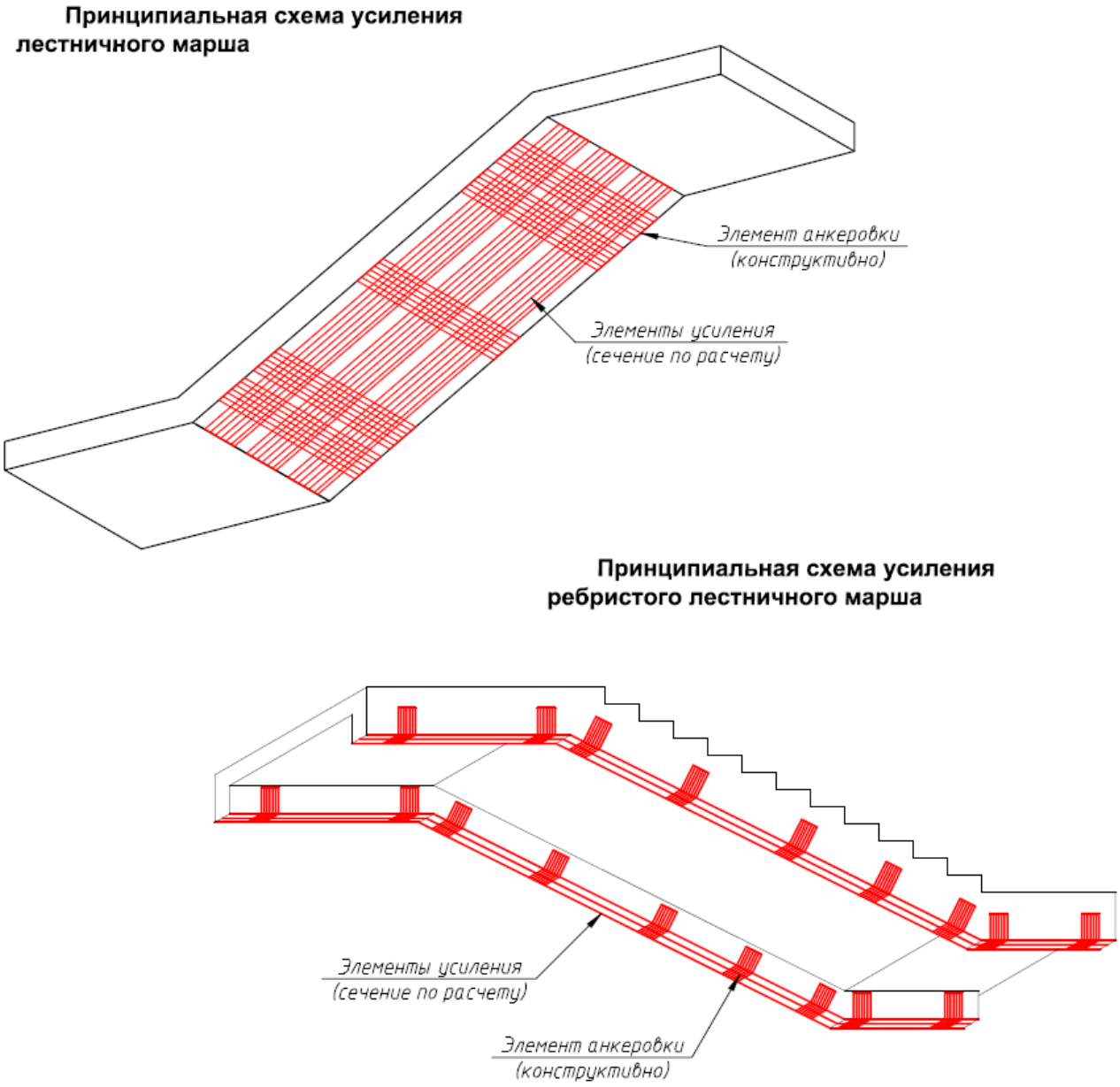


Рисунок 5.84 Принципиальная схема усиления лестничного марша системой внешнего армирования CarbonWrap®

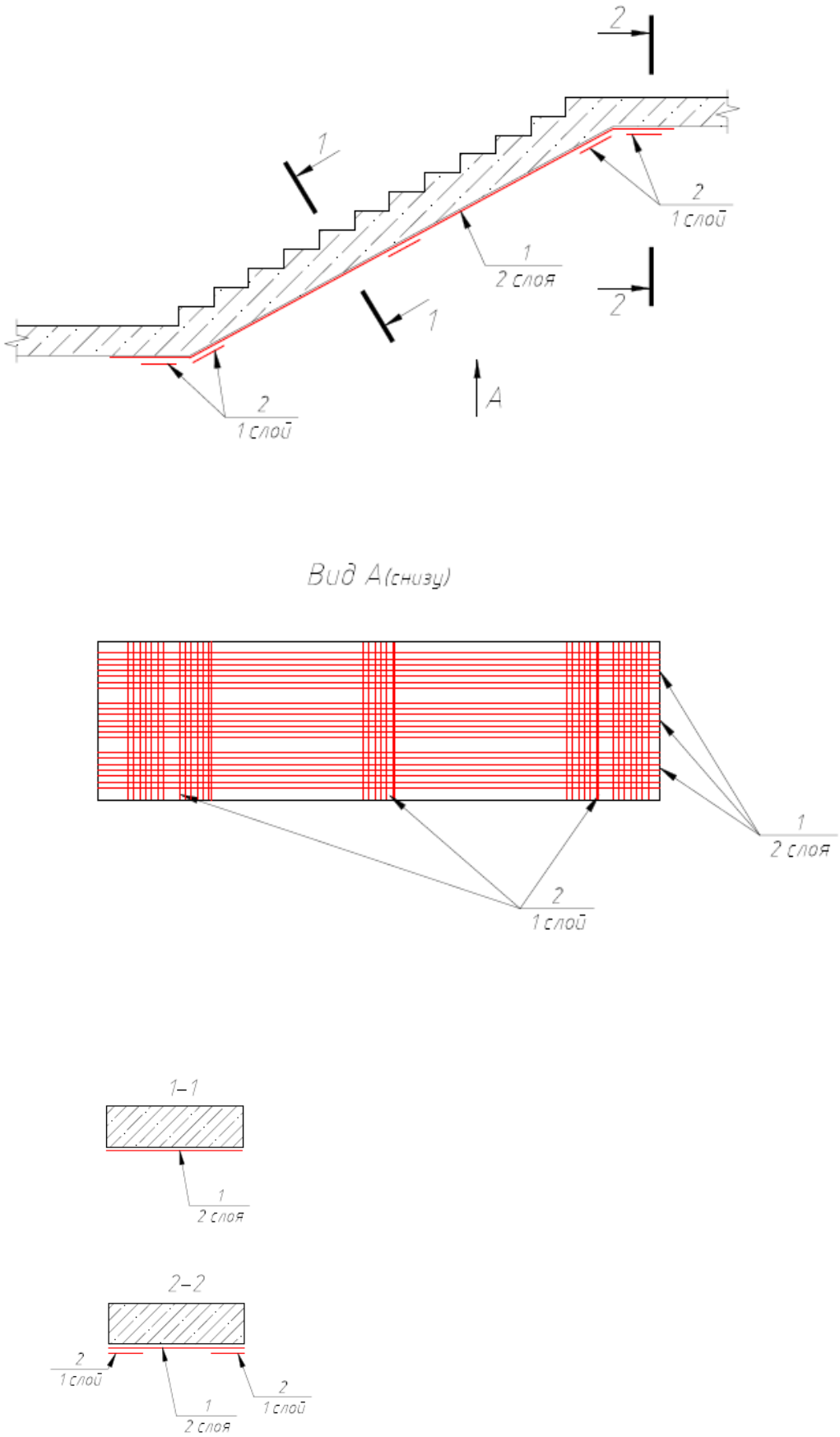


Рисунок 5.85 Пример усиления лестничного марша углеродными лентами CarbonWrap® Tape





Рисунок 5.86 Пример усиления лестничного марша углеродными лентами CarbonWrap® Tape

5.8 Усиление железобетонных фундаментов

5.8.1 Основными причинами усиления железобетонных фундаментов являются:

- механические повреждения;
- разрушение бетона и арматуры в результате воздействия окружающей и/или агрессивной среды;
- повышение нагрузок;
- ошибки при проектировании;
- нарушение технологии производства строительных работ;
- несоответствие фактических свойств материалов (бетона и арматуры).

5.8.2 Усиление фундаментов осложнено возможностью доступа к растянутой поверхности. Фактически усиление выполняется для:

- верхней растянутой зоны плитных фундаментов (фундаментных плит и свайно-плитных фундаментов);
- оголовков и ростверков обоймами (возможно усиление при наибольшей стороне сечения менее 900 мм);
- рандбалок (возможно усиление по нижней грани при отрыве грунта).

5.8.3 Усиление системой внешнего армирования CarbonWrap® возможно выполнять углеродными лентами, сетками и углепластиковыми ламелями. Принципиальная схема усиления плитного фундамента и рандбалки приведена на рис. 5.87

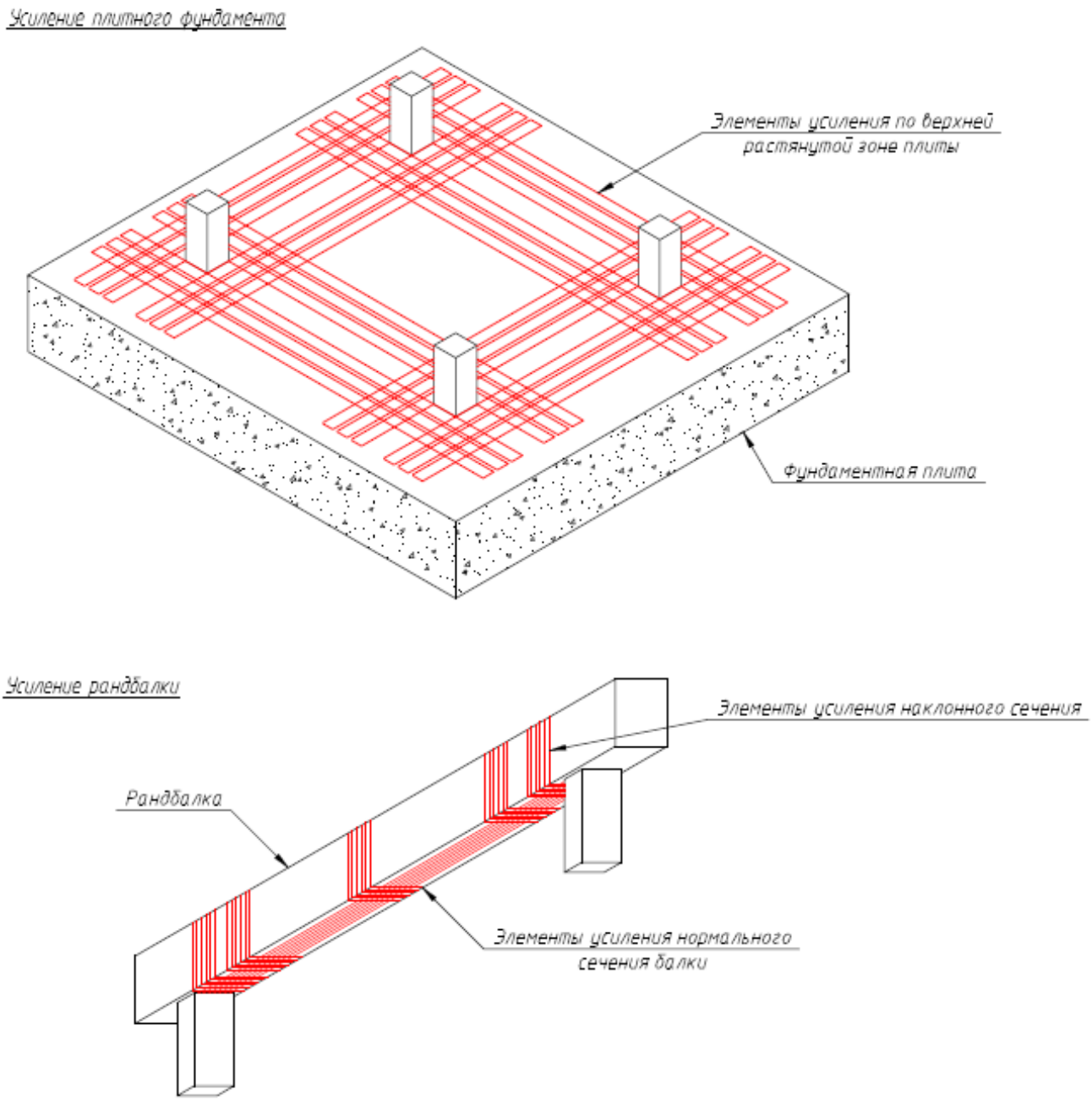


Рисунок 5.87 Принципиальная схема усиления плитного фундамента и рандбалки системой внешнего армирования CarbonWrap®

5.9 Устройство проемов в железобетонных конструкциях

5.9.1 При устройстве проемов в железобетонных конструкциях происходит, как правило, нарушение (перерезание) существующей арматуры. Кроме этого, происходит ослабление сечения вследствие удаления бетона и образования концентраторов напряжений.

5.9.2 Подбор сечений элементов системы внешнего армирования выполняют на основании расчетов несущей способности. В отдельных случаях выполняют конструкционное усиление. Принципиальные схемы усиления проема в стене и перекрытии показаны на рис. 5.88.

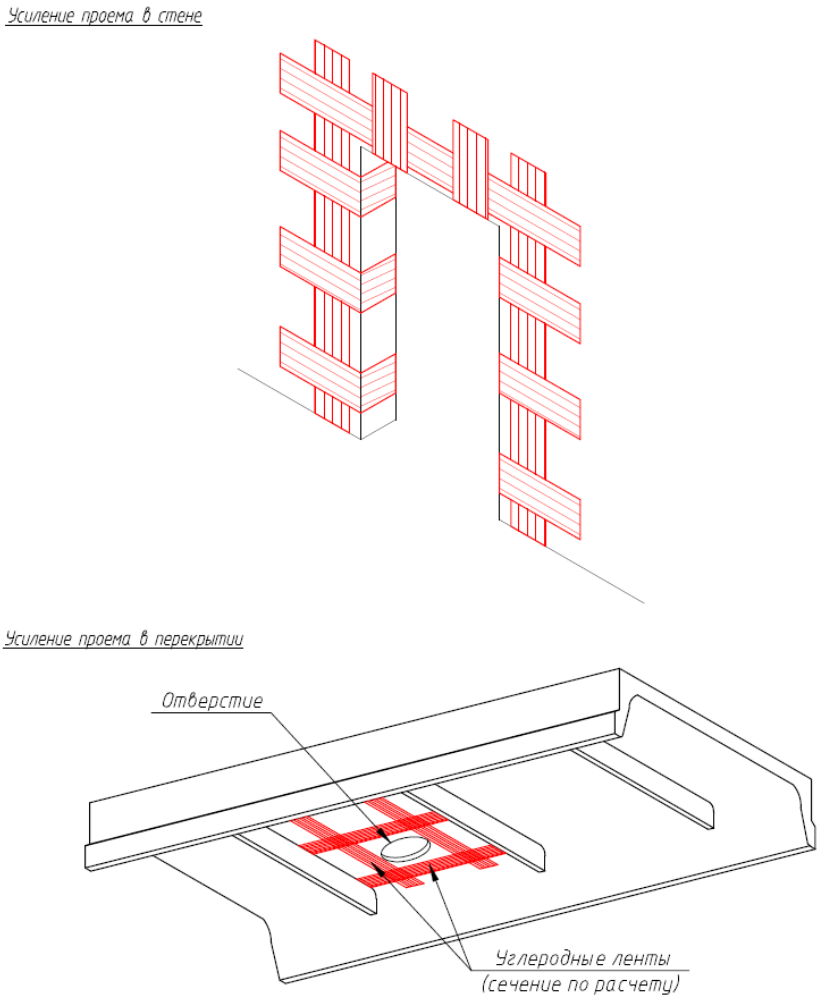


Рисунок 5.88 Принципиальная схема усиления проема в стене и перекрытии

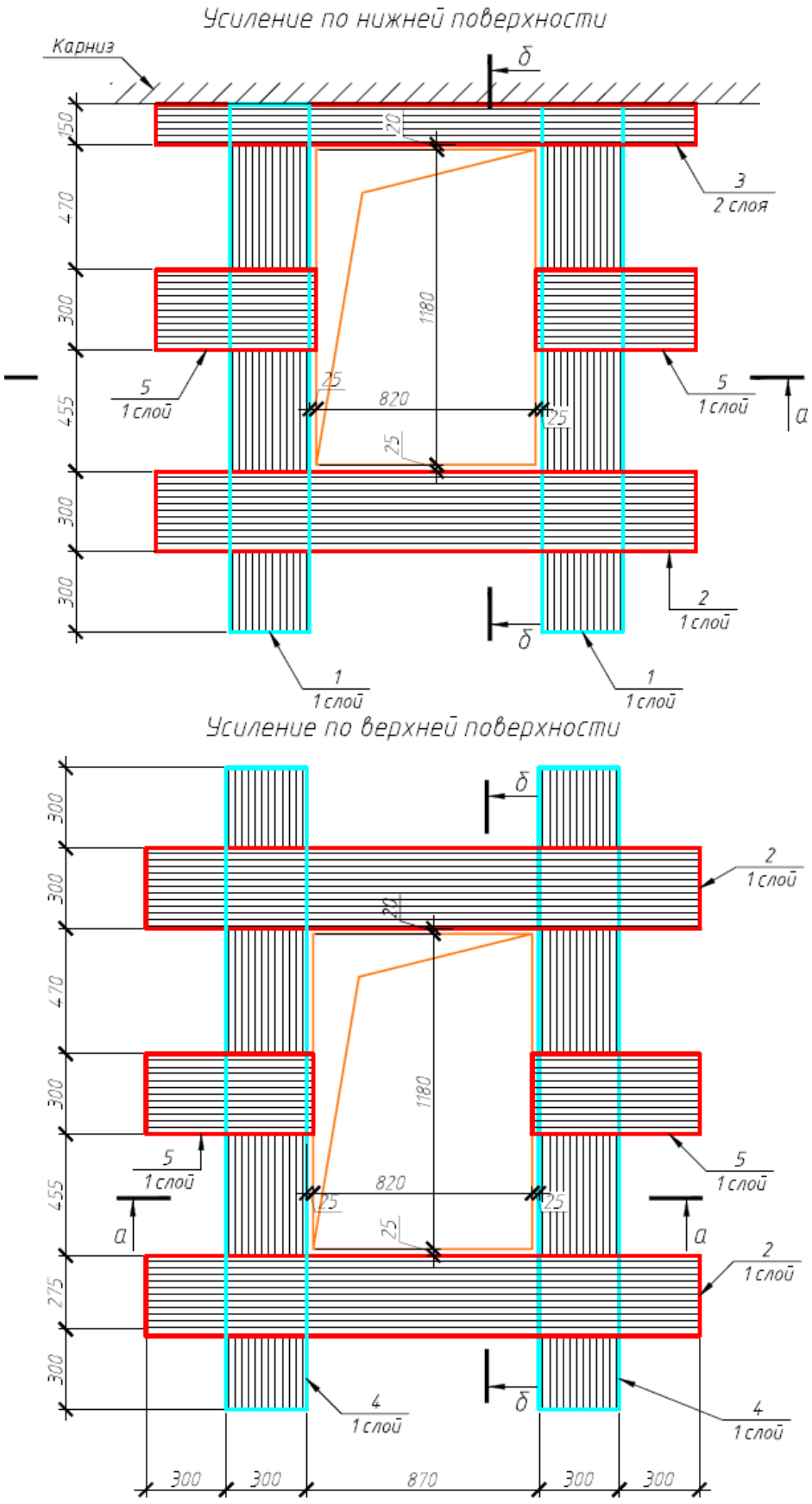


Рисунок 5.89 Пример устройства отверстия в монолитном перекрытии (начало)

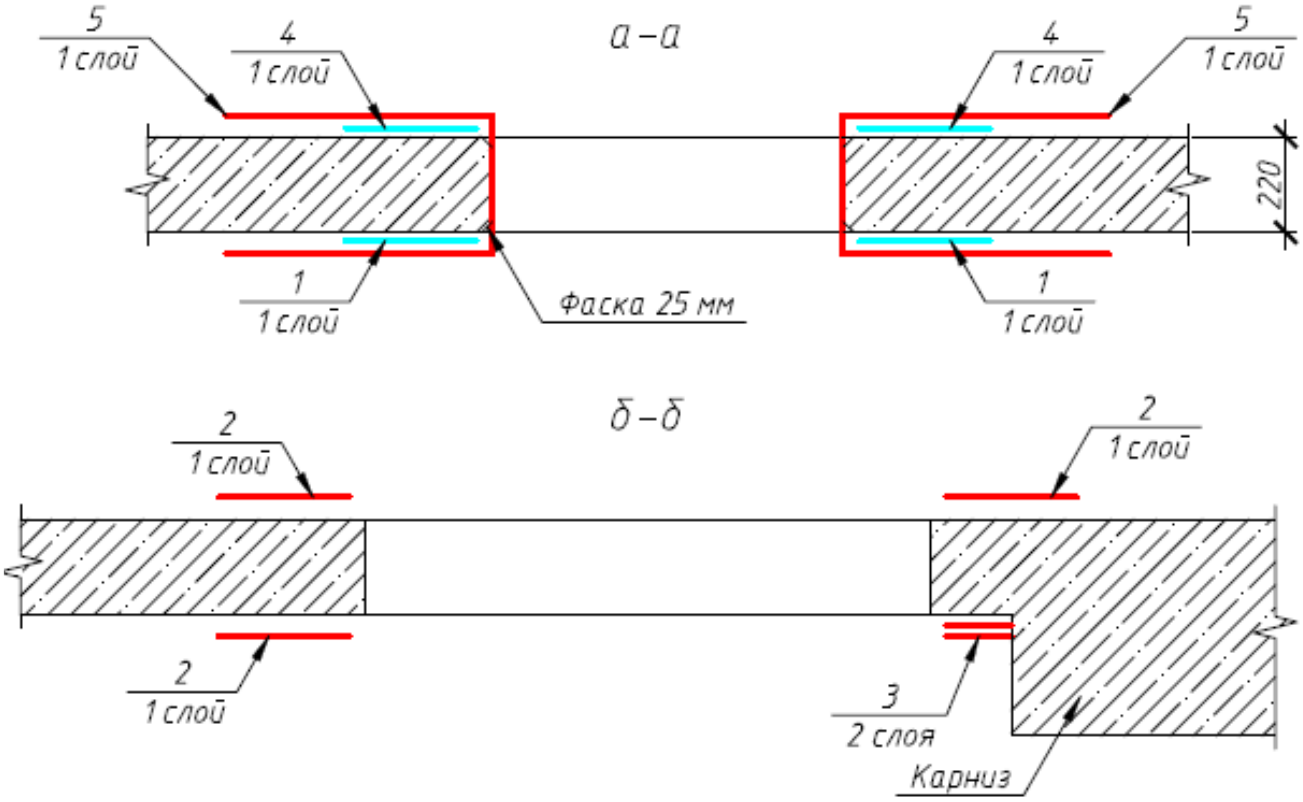


Рисунок 5.90 Пример устройства отверстия в монолитном перекрытии (продолжение)

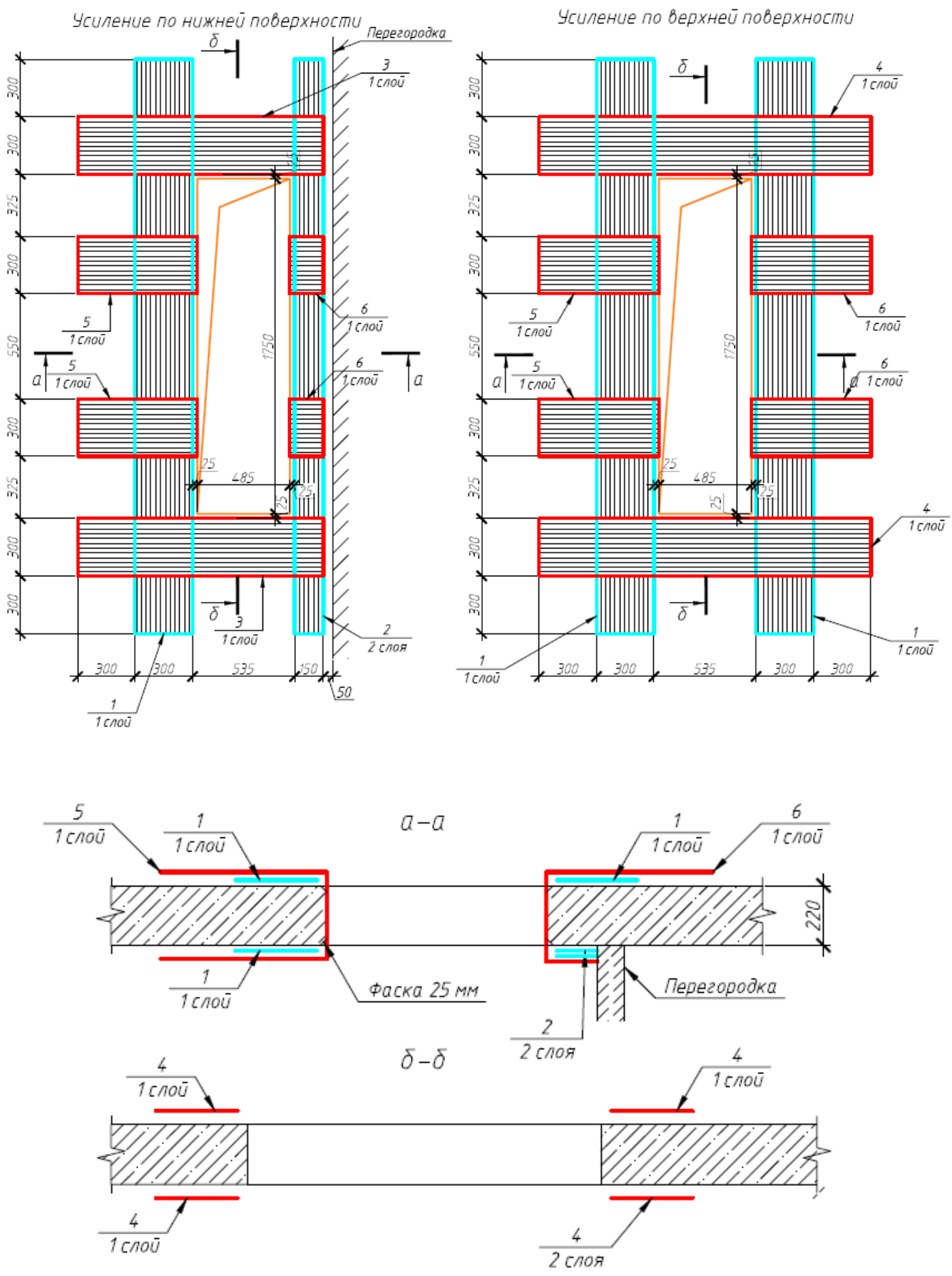


Рисунок 5.91 Пример устройства отверстия в монолитном перекрытии



Рисунок 5.92 Пример устройства проемов в монолитном перекрытии (усиление углеродными лентами CarbonWrap® Tape)

Библиография

[1] Технические условия ТУ 1916-041-38276489-2017 — Углеродные однонаправленные ленты для системы внешнего армирования

[2] Технические условия ТУ 1916-042-38276489-2017 — Углеродные двунаправленные ткани для системы внешнего армирования

[3] Технические условия ТУ 1916-043-38276489-2017 — Углеродные сетки для системы внешнего армирования

[4] Технические условия ТУ 1916-066-38276489-2017 — Углеродные мультиаксиальные ткани

[5] Технические условия ТУ 1916-045-38276489-2017 — Углеродные анкерные жгуты CarbonWrap® Anchor

[6] Технические условия ТУ 2256-044-38276489-2017 — Углепластиковые ламели CarbonWrap® Lamel

[7] Технические условия ТУ 2257-046-38276489-2017 — Эпоксидное двухкомпонентное связующее CarbonWrap® Resin 230 для пропитки систем внешнего армирования

[8] Технические условия ТУ 2257-047-38276489-2017 — Эпоксидное двухкомпонентное связующее CarbonWrap® Resin 230+ для пропитки систем внешнего армирования.

[9] Технические условия ТУ 2257-048-38276489-2017 — Эпоксидное двухкомпонентное связующее CarbonWrap® Resin 530+ для пропитки систем внешнего армирования.

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