

УДК 69.059.32

ВНЕШНЕЕ АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ



EXTERNAL REINFORCEMENT OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURE COMPOSITES

Горкина Ирина Эдуардовна

студент
кафедры строительных конструкций,
Кубанский государственный
технологический университет
gorkinairina74@gmail.com

Зехов Рамазан Султангериевич

студент
кафедры строительных конструкций,
Кубанский государственный
технологический университет
roma.zehov_ne@mail.ru

Аннотация. В данной статье описаны композиционные системы для внешнего армирования железобетонных конструкций, усиление отдельных железобетонных конструкций. А также причины для усиления внешним армированием.

Ключевые слова: усиление конструкций, внешнее армирование, композиционные системы для внешнего армирования.

Gorkina Irina Eduardovna

Student,
Department of Building Structures,
Kuban State Technological University
gorkinairina74@gmail.com

Zekhov Ramazan Sultangerievich

Student,
Department of Building Structures,
Kuban State Technological University
roma.zehov_ne@mail.ru

Annotation. This article describes composite systems for external reinforcement of reinforced concrete structures, reinforcement of individual reinforced concrete structures. And also the reasons for strengthening with external reinforcement.

Keywords: reinforcement of structures, external reinforcement, composite systems for external reinforcement.

Внешнее армирование железобетонной конструкции композитными материалами – установка наклеиванием на поверхность железобетонной конструкции изделий заводского изготовления из композитных материалов (ламинатов) или послойное наклеивание термореактивными адгезивами изделий из непрерывного углеродного волокна (лент, тканей, сеток и других тканых и нетканых материалов) с последующим отверждением и образованием однослойного или многослойного полимерного композитного материала.

Система внешнего армирования из полимерных композитов – система, состоящая из клеевого слоя, образованного отвержденным термореактивным адгезивом, однослойного или многослойного композитного материала и, при необходимости, защитного слоя, обеспечивающего защиту системы от воздействий повышенных температур, механических повреждений, ультрафиолетового излучения или открытого пламени [1, с. 8].

Большое количество различных инженерных сооружений находится в эксплуатации в настоящий момент. Многие из них, а в особенности эксплуатируемые в условиях особой агрессивности внешней среды, приходят в негодное состояние уже через 15–20 лет работы. Потребность в усилении сооружений возникает во время реконструкции, в связи с нагрузками на конструкции, из-за изменения технологических процессов.

Причины для усиления внешним армированием. Усиление железобетонных конструкций внешним армированием производят в следующих случаях [2, с. 5]:

- 1) Наличие дефектов, повреждений конструкций (например, вследствие силовых, коррозионных, температурных и других воздействий), которые существенно снижают прочностные и деформационные характеристики конструкций, ухудшая эксплуатационное состояние здания или сооружения в целом;
- 2) Увеличение эксплуатационных нагрузок и воздействий на конструкции зданий и сооружений;
- 3) Реконструкции зданий и сооружений (даже без увеличения нагрузок);

4) Выявление ошибок в проекте, снижающих несущую способность и эксплуатационные качества конструкций;

5) Изменение функционального назначения зданий и сооружений.

Системы внешнего армирования. Композиционные системы для внешнего армирования определяются совокупностью материалов (холсты, сетки, ламинаты и типы волокон в них), работ конструкции (изгибаемые и сжатые) и технологий (системы материалов заводского изготовления предварительно пропитанных смолой, системы мокрого способа укладки по месту производства работ, системы, монтируемые в пазах и системы предварительного отверждения) [3, с. 132–136].

Системы предварительной пропитки (ламинаты) подвергаются пропитке непосредственно на заводе фирмы-производителя, поставляются в рулонах. Смола проходит предварительную полимеризацию. Система предварительной пропитки представлена в виде тонкого листового материала (стандартная толщина 0,15 мм), эластичного и умеренно клейкого, со съёмной (отделяющейся) пленкой (силиконовой бумагой и т.п.), которую наносят на поверхности, чтобы предохранить систему от внешнего загрязнения. Ламинаты с помощью адгезивов приклеивают на заранее подготовленную поверхность усиливаемой конструкции.

Системы мокрого способа укладки (холсты) изготавливают из волокон, идущих в одном или нескольких направлениях, в форме хостов или тканей, их пропитывают смолой на месте производства работ при установке на конструкцию.

Системы предварительного отверждения, производимые методом послойного формования, имеют разнообразные формы и приклеиваются непосредственно к подлежащему усилению элементу конструкции.

Системы установки полос ламинатов или круглой арматуры из композиционных материалов в специально подготовленные щели или пазы. Этот способ позволяет усиливать изгибаемые железобетонные конструкции (плиты и балки), а также центрально и внецентренно сжатые элементы. Использование полос в пазах значительно улучшает их сцепление с бетоном по сравнению с приклеиванием к бетонной поверхности.

Усиление отдельных железобетонных конструкций внешним армированием. В железобетонных конструкциях усилению подвергают фундаменты, перекрытия, ригели, колонны, балки. Железобетонные фермы и балки при необходимости заменяются на новые [4, с. 40].

1) При усилении плит, изгибаемых в двух направлениях (продольном и поперечном) сначала необходимо приклеить элементы усиления вдоль длинной стороны плиты. Для создания элементов внешнего армирования могут использоваться ламинаты, ленты или ткани.

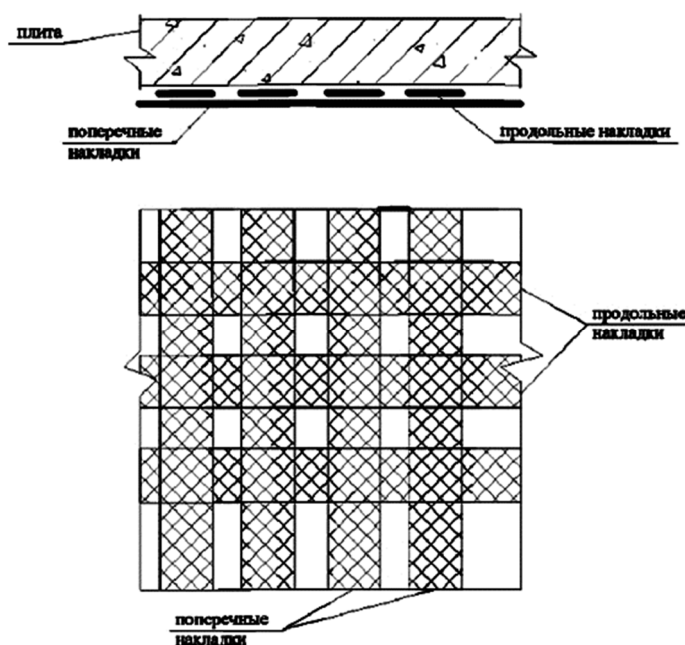


Рисунок 1 – Схема внешнего армирования плиты

2) При усилении сжатых конструкций (колонны) с помощью устройства обойм в поперечном направлении обоймы нужно устанавливать по всей высоте конструкций. Рекомендуется устраивать непрерывно по всей длине колонны (рис. 2, а) или с разрывами по высоте (рис. 2, б).

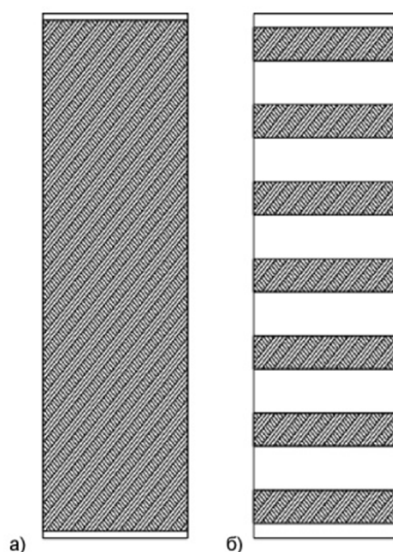


Рисунок 2 – Способы усиления колонн обоймами

При устройстве обойм и хомутов из лент, сеток или тканей в поперечном направлении и при загибе продольных лент, сеток или тканей через углы конструкции на углах следует выполнить фаски с катетом не менее 20 мм или галтель с радиусом не менее 20 мм (рис. 3) [5, с. 75–79].

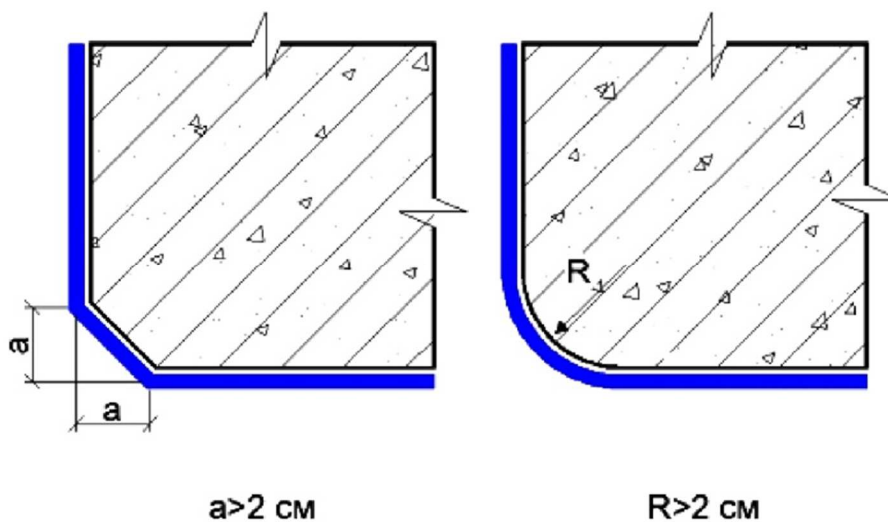


Рисунок 3 – Подготовка углов конструкции перед наклеиванием лент, сеток или тканей

Усиление внешними обоймами для прямоугольных колонн не так эффективно, как для круглых из-за концентрации напряжений, локализованных в углах конструкции, а основная толщина оболочки должна быть между углами для ограничения бокового расширения и исключения недопустимого изгиба колонны. По этой причине квадратным колоннам перед ремонтом и усилением стараются придать круглую форму поперечного сечения (рис. 4, а, б), а прямоугольным - эллипсовидную (рис. 4, в, г). Для этого колонны заключают в опалубку соответствующей формы с последующим обетонированием. Для уменьшения расхода бетона углы квадратных или прямоугольных колонн могут быть срезаны (рис. 4, б, г) [6, с. 40–45].

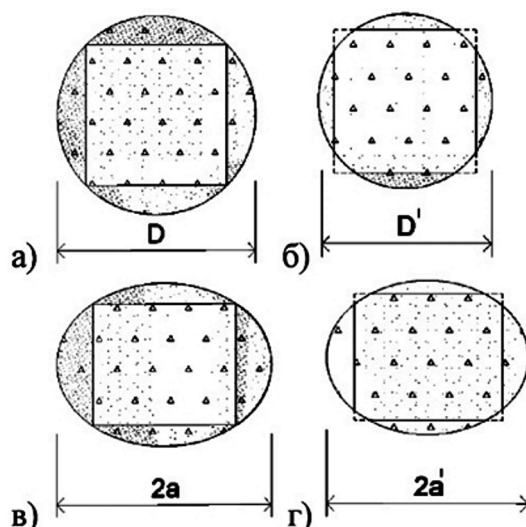


Рисунок 4 – Усиление квадратных (а, б) и прямоугольных (в, г) колонн с изменением их формы поперечного сечения соответственно на круглую и эллипсовидную

3) При усилении конструкций, которые эксплуатируются в условиях постоянной влажности (внутри помещения), разрешается наклеивание ламинатов, лент, холстов или тканей по всей поверхности основания. В этом случае обоймы колонн следует располагать не ближе 20 мм до перекрытия [7, с. 64–69].

4) Особое внимание необходимо уделить усилению и анкерровке консольных плит и балок (рис. 5), а также неразрезных конструкций, в которых растягивающие усилия на опорах действуют на верхней грани элемента (рис. 6). При этом наиболее эффективной будет конструкция усиления (рис. 6, а), где в опорной части элемента прорезается щель, куда заводится полоса композиционного материала. Схему (рис. 6, б) можно рекомендовать только в том случае, если по определённым причинам затруднено или невозможно использование других схем.

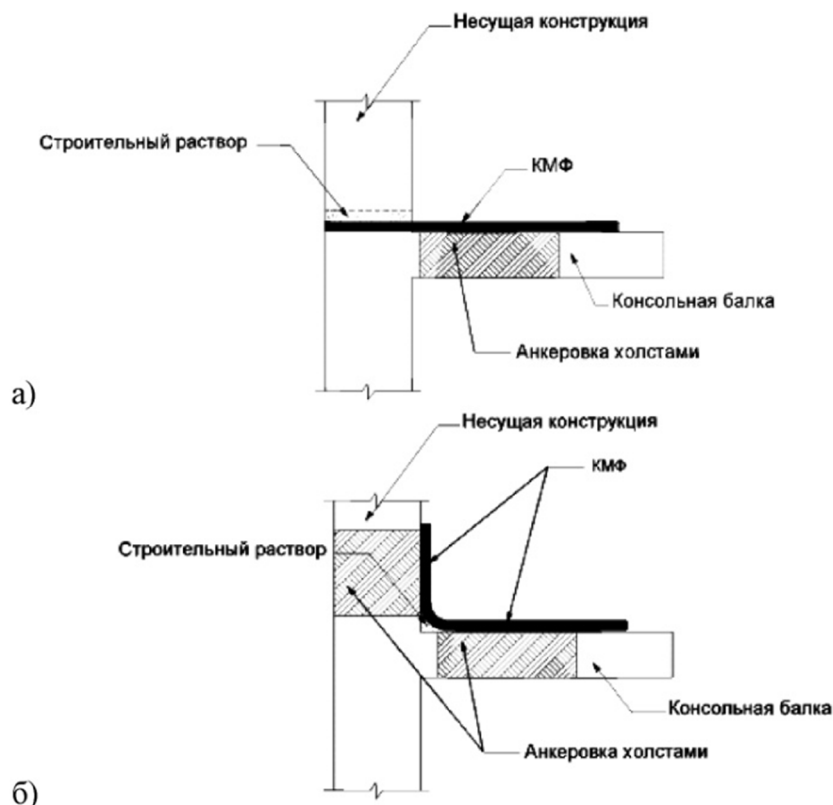


Рисунок 5 – Усиление и анкерровка консольных конструкций

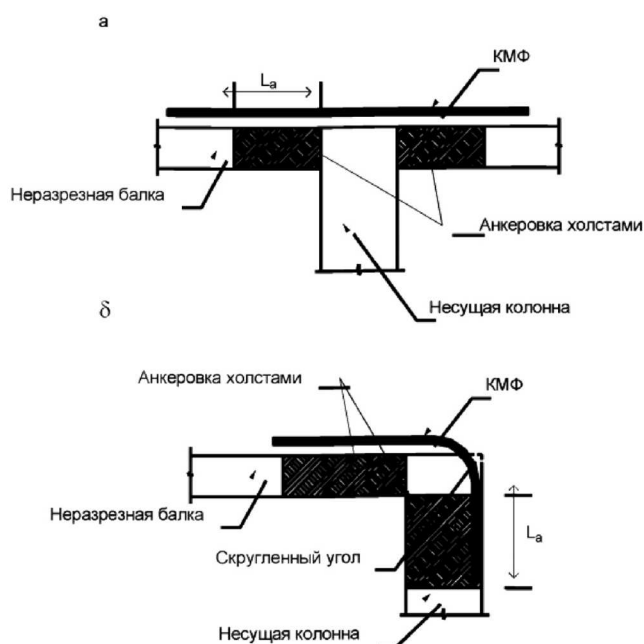


Рисунок 6 – Усиление и анкеровка неразрезных балок

5) Внешнее армирование изгибаемых балочных конструкций выполняется путем приклеивания на нижнюю поверхность ребра усиливающих элементов с направлением армирующих волокон вдоль оси конструкции, а также вертикальных или наклонных хомутов в опорной зоне с направлением армирующих волокон перпендикулярно или наклонно продольной оси конструкции (рис. 7). Для создания продольных усиливающих элементов на нижней поверхности ребра возможно использование ламинатов и однонаправленных холстов, для создания хомутов – однонаправленных холстов.

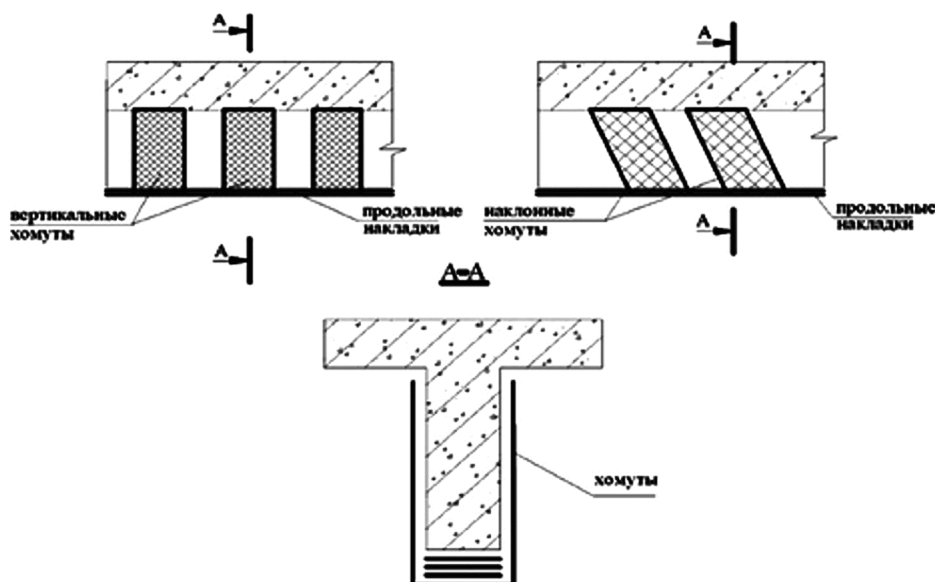


Рисунок 7 – Схема внешнего армирования балки

6) Устройство системы внешнего армирования из многослойных полимерных композитов на вертикальных и горизонтальных поверхностях (в продольном и поперечном направлениях) необходимо производить способом последовательного послойного наклеивания элементов усиления (поочередно в двух направлениях) [8, с. 287–289].

Для обеспечения долговечности железобетонных элементов, восстановленных или усиленных композиционными материалами, необходимо учесть следующее:

- 1) Планируемое использование сооружения, которое подверглось усилению;
- 2) Возможные условия воздействия внешней среды;

- 3) Состав, свойства и эксплуатационные характеристики использованных материалов;
- 4) Выбор системы усиления, ее конфигурации и строительных деталей.
- 5) Качество выполняемых работ и уровень контроля;
- 6) Конкретные меры защиты (например, противопожарная, защита от ударного воздействия);
- 7) Планируемая программа мониторинга восстановленной (усиленной) конструкции и текущего ремонта в течение всего остаточного срока службы [9, с. 16–21].

Литература

1. СТО 38276489.001-2017. Проектирование и технология производства работ. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Дата введения 2017-01-12.
2. Шилин А.А., Гранев М.В., Картузов Д.В. Пособие по усилению железобетонных конструкций с использованием композитных материалов : учебное пособие. – Минстрой РФ, 2017.
3. Леонова А.Н., Курочка М.В. Структурные дефекты в пространственно-армированных композитах и их влияние на свойства материалов // В сборнике: Девелопмент и инновации в строительстве. Сборник статей Международного научно-практического конгресса. – 2018. – С. 132–136.
4. Шилин А.А., Зайцев М.В., Пшеничный В.А. Ремонт и усиление железобетонных конструкций : методическое пособие. – Минстрой РФ, 2016.
5. Таровик В.В., Леонова А.Н. Современные способы усиления строительных конструкций углеродными композитными материалами // В сборнике: Актуальные вопросы городского строительства, архитектуры и дизайна в курортных регионах. Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 75–79.
6. Калинин А.А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений : учебное пособие. – Изд-во АСВ, 2004. – С. 40–45.
7. Леонова А.Н., Софьяников О.Д., Кривенкова Т.В. Особенности усиления строительных конструкций композитными полимерными материалами в условиях высоких и низких температур // Перспективы науки. – 2019. – № 5 (116). – С. 64–69.
8. Дворная З.Л., Леонова А.Н. Достоинства и недостатки различных методов усиления железобетонных колонн // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 2. – С. 287–289.
9. Леонова А.Н., Бибиков Б.С. Современные методы усиления горизонтальных несущих конструкций углеволокном // В сборнике: Девелопмент и инновации в строительстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 16–21.

References

1. STO 38276489.001-2017. Design and production technology of works. Reinforcement of reinforced concrete structures by composite materials. Date of introduction 2017-01-12.
2. Shilin A.A., Granev M.V., Kartuzov D.V. Manual on strengthening of reinforced concrete structures using composite materials : Tutorial. – Ministry of Construction of the Russian Federation, 2017.
3. Leonova A.N., Kurochka M.V. Structural defects in spatially reinforced composites and their influence on the properties of materials // In the collection: Development and innovation in construction. Collection of articles of the International scientific and practical congress. – 2018. – P. 132–136.
4. Shilin AA, Zaitsev MV, Pshenichny VA Repair and strengthening of reinforced concrete structures : Manual. – Ministry of Construction of the Russian Federation, 2016.
5. Tarovik V.V., Leonova A.N. Modern ways of strengthening building structures carbon composite materials // In the collection: Actual issues of urban construction, architecture and design in the resort regions. Materials of the Second All-Russian scientific-practical conference. – 2015. – P. 75–79.
6. Kalinin A.A. Inspection, calculation and strengthening of buildings and structures : Training manual. – Publishing house ASV, 2004. – P. 40–45.
7. Leonova A.N., Sofyanikov O.D., Krivenkova T.V. Features of strengthening of building constructions by composite polymeric materials in conditions of high and low temperatures // Perspectives of Science. – 2019. – № 5 (116). – P. 64–69.
8. Dvornaya Z.L., Leonova A.N. Dignities and disadvantages of different methods of reinforcement of reinforced concrete columns // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2019. – № 2. – P. 287–289.
9. Leonova A.N., Bibikov B.S. Modern methods of strengthening horizontal bearing structures with carbon fiber // In the collection: Development and innovations in construction. Materials of the III International Scientific-Practical Conference. – 2020. – P. 16–21.