

УДК 69.059

**ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕВОЛОКНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.
АРМИРОВАНИЕ И УСИЛЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**



**APPLICATION OF CARBON FIBER IN CONSTRUCTION.
REINFORCEMENT AND STRENGTHENING OF LOAD-BEARING STRUCTURES**

Дьяков Александр Васильевич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
dyakov_2803@mail.ru

Аннотация. В статье дано подробное определение углеволокна, приведены его технические характеристики. Также сказано об основных преимуществах данного материала. В статье обозначена одна из наиболее важных задач современного строительства. Разобран вопрос особенностей использования углеволокна. Дан ответ на вопрос, каким требованиям должна отвечать эффективная технология армирования. В статье приведён список ситуаций, в которых необходимо осуществление внешнего армирования. Описаны распространённые конструктивные решения для углеволокна.

Ключевые слова: углеволокно, строительство, армирование, ламели, углеродная сетка, ленты.

Diakov Aleksander Vasilevich

Student,
Kuban state university of technology
dyakov_2803@mail.ru

Annotation. The article provides a detailed definition of carbon fiber and its technical characteristics. It is also said about the main advantages of this material. The article identifies one of the most important tasks of modern construction. The question of features of the use of carbon fiber is discussed. The answer to the question of what requirements an effective reinforcement technology should meet is given. The article provides a list of situations in which external reinforcement is necessary. Common design solutions for carbon fiber are described.

Keywords: carbon fiber, construction, reinforcement, slats, carbon mesh, tapes.

Сегодня в строительную отрасль внедряются инновационные материалы и технологии, которые ранее использовались только в наукоемких отраслях производства. Это формирует архитектуру будущего.

Важной задачей современного строительства является предотвращение и решение проблем, связанных с прочностью зданий и сооружений, находящихся под влиянием: динамических нагрузок, перепадов температур и других агрессивных климатических факторов [1, с. 83]. В результате данного влияния на стенах сооружений могут возникать трещины, происходит отслойка защитных слоев. Происходит снижение эксплуатационных характеристик зданий, поэтому возникает необходимость армирования несущих конструкций для предотвращения их скорого разрушения. Раньше стеклохолст был популярным материалом для армирования, но на сегодняшний день широкое распространение получил новый материал – углеволокно.

Углеродное волокно является линейноупругим композитно-полимерным материалом искусственного происхождения, структура которого состоит из тонких углеродных нитей диаметром 3–15 микрон.

Широкое применение углеволокна в строительстве обусловлено его превосходством металла по техническим характеристикам.

Углеволокно является основой для изготовления большинства используемых в строительстве армирующих материалов (углеродные сетки, ламели и ленты) [2, с. 407]. Оно состоит из полиакрилонитрила, прошедшего предварительную обработку высокими температурами от 3000 до 5000 °С.

В процессе внешнего армирования углеволокно пропитывается связующим веществом (двухкомпонентная эпоксидная смола) и наклеивается на поверхность укрепляемой конструкции. Эпоксидная смола, в свою очередь, обладает высокой адгезией к железобетону. Углеволокно, взаимодействуя со смолой, становится жестким пластиком с прочностью в 6–7 раз выше прочности стали.

Углеволокно, изготовленное на основе углерода, имеет низкий удельный вес, расширяется при нагревании, не подвергается воздействию агрессивных химических

веществ [3, с. 15]. Данный материал является универсальным армирующим материалом, используемым для укрепления закругленных и угловых поверхностей, ребристых плит перекрытия, балочных элементов рамной конструкции, тавровых балок мостовых пролетов. Углеволокно – экологически чистый и токсически безопасный, огнупорный и ударопрочный материал.

Длительный эксплуатационный срок материала объясняется сочетанием следующих преимуществ:

- высокие гидроизоляционные характеристики;
- высокая адгезия к различным поверхностям;
- устойчивость к коррозионным процессам;
- легкость системы армирования (отсутствие дополнительных нагрузок на здание).

Для обеспечения эффективного усиления естественная влажность конструкции не должна быть препятствием для монтажа армирующих элементов, элементы армирования должны надежно приклеиваться к любым строительным материалам, а все материалы, используемые в процессе армирования должны характеризоваться стабильными во времени свойствами. Данным требованиям соответствуют углеродные волокна, которые, благодаря соотношению цена-качество, получили широкое распространение в России и мире [3, с. 16].

Сегодня углеволокно применяется для усиления конструкций из железобетона (мосты, памятники архитектуры, гидротехнические сооружения), металла и камня (столбы, стены, кирпичные здания) [4, с. 25].

Необходимость усиления построек внешним армированием возникает при: повреждении конструкции, приводящем к снижению ее несущей способности, жесткости и устойчивости к трещинам; изменении условий эксплуатации постройки; проектировании и строительстве конструкций для увеличения их сейсмостойкости и межремонтных промежутков; при длительном воздействии на конструкцию механических факторов или агрессивных природных сред [5, с. 67].

Усиление перекрытий производится посредством наклеивания углеволокна (ламели, ленты, сетки) в зонах наибольшей нагрузки (центральная часть пролета) [6, с. 78]. Этому приводит к повышению несущей способности конструкции по изгибающим моментам. Часто возникает необходимость усиления опирных зон, позволяющего повысить несущую способность конструкции при воздействии поперечных сил. Для этого применяются П-образные хомуты, изготовленные из углеродных сеток или лент [7, с. 134].

Усиление колонн осуществляется посредством их оклейки углеродными сетками или лентами, которые монтируются в поперечном направлении [8, с. 499]. Благодаря этому удается достигнуть эффекта бандажирования, позволяющего предотвратить поперечные деформации бетона.

Армирование фундамента начинается с разметки конструкции (определение зон расположения элементов усиления) и очистки поверхности до тех пор, пока не обнажится крупный заполнитель бетона. Производить данные работы нужно качественно, так как от характеристик подготовленного основания зависит эффективность производимого усиления [9, с. 25]. До начала работ по зачистке поверхностей и усилению необходимо обеспечить защиту армирующего материала от пыли.

Таким образом, углеволокно является одним из наиболее востребованных материалов для осуществления усиления конструкций и реконструкции зданий и сооружений. Данный материал обладает отличными технико-экономическими показателями. Ленты, сетки и ламели на основе углеволокна получили широкое распространение на строительном рынке.

Литература

1. Ключев С.В., Ключев А.В., Лесовик Р.В. Усиление строительных конструкций композитами на основе углеволокна : монография. – Lambert, 2011. – 123 с.
2. Ключев С.В. Технология усиления конструкций углеволокном // Белгородская область: прошлое, настоящее и будущее / материалы научн.-практ. конф. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2012. – Ч. 1. – С. 404–408.
3. Чернявский В.Л. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами / В.Л. Чернявский, Е.З. Аксельрод // Жилищное строительство. – 2003. – № 3. – С. 15–16.

4. Ключев С.В. Усиление и восстановление конструкций с использованием композитов на основе углеволокна // Бетон и железобетон. – 2012. – № 3. – С. 23–26.
5. 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.
6. Таровик В.В., Леонова А.Н. Современные способы усиления строительных конструкций углеродными композитными материалами : Актуальные вопросы городского строительства, архитектуры и дизайна в курортных регионах / Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 75–79.
7. Леонова А.Н., Курочка М.В. Структурные дефекты в пространственно-армированных композитах и их влияние на свойства материалов : Девелопмент и инновации в строительстве сборник статей / Международного научно-практического конгресса. – 2018. – С. 132–136.
8. Леонова А.Н., Софьяников О.Д., Скрипкина И.А. Особенности усиления металлических конструкций композитными материалами при воздействии агрессивной среды // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15. – № 4. – С. 496–509.
9. Хуажев С.Р., Леонова А.Н. Современные способы усиления каменных конструкций : Современные научно-практические решения XXI века / Материалы международной научно-практической конференции; общая редакция: В.И. Оробинский, В.Г. Козлов. – 2016. – С. 24–26.

References

1. Klyuev S.V., Klyuev A.V., Lesovik R.V. Strengthening of building structures by composites on the basis of carbon fibre : monograph. – Lambert, 2011. – 123 p.
2. Klyuev S.V. Technology of Structures Reinforcement with Carbon Fiber // Belgorod Region: Past, Present and Future / Proc. of Conf. – Belgorod : BSTU Publishing House, 2012. – Part 1. – P. 404–408.
3. Chernyavskiy V.L. Strengthening of the reinforced concrete structures by the composite materials / V.L. Chernyavskiy, E.Z. Akselrod // Housing construction. – 2003. – № 3. – P. 15–16.
4. Klyuev S.V. Strengthening and restoration of structures with use of composites on carbon fiber axis // Concrete and reinforced concrete. – 2012. – № 3. – P. 23–26.
5. Leonova A.N., Sofianikov O.D., Krivenkova T.V. Peculiarities of the building structures strengthening by the composite polymer materials under the high and low temperature conditions // Proc. of science. – 2019. – № 5 (116). – P. 64–69.
6. Tarovik V.V., Leonova A.N. Modern methods of strengthening the building constructions by the carbon composite materials : Actual questions of an urban construction, architecture and design in the resort regions / Proc. of the Second All-Russian scientific-practical conference. – 2015. – P. 75–79.
7. Leonova A.N., Kurochka M.V. Structural defects in spatially reinforced compositions and their influence on the properties of materials : Development and innovations in construction collection of articles / International scientific-practical congress. – 2018. – P. 132–136.
8. Leonova A.N., Sofianikov O.D., Skripkina I.A. Peculiarities of the composite metal structures strengthening by the composite materials under the influence of the aggressive medium // MSCU Bulletin. – 2020. – Vol. 15. – № 4. – P. 496–509.
9. Khuazhev S.R., Leonova A.N. Modern methods of the stone structures strengthening : Comodern scientific-practical decisions of the XXI century / Proceedings of the international scientific-practical conference; general editors: V.I. Orobinsky, V.G. Kozlov. – 2016. – P. 24–26.