УДК 69.059

# УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ
♦♦♦♦♦
# REINFORCEMENT OF STRUCTURES WITH COMPOSITE MATERIALS

**Суханова Анастасия Дмитриевна**
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
anastasiya_suxanova_99@mail.ru

**Suhanova Anastasiya Dmitrievna**
Student,
Kuban state university of technology

**Мананкина Анастасия Сергеевна**
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
manankinaas@mail.ru

**Manankina Anastasiya Sergeevna**
Student,
Kuban state university of technology

**Аннотация.** В данной статье подробно разобрана современная технология, которая была успешно применена в строительстве, в частности для усиления конструкций. Дано определение данной технологии. Приведены факты, говорящие об эффективности этого метода и его преимуществе перед традиционными способами усиления конструкций. Говорится о том, почему необходимо соблюдать все требования предъявляемые к материалу. Дана подробная информация об углеродных волокнах. Обозначены так же и имеющиеся минусы данного метода.

**Annotation**. This article analyzes in detail the modern technology that has been successfully applied in construction, in particular for strengthening structures. The definition of this technology. The facts about the effectiveness of this method and its advantages over traditional methods of strengthening structures are presented. It explains why it is necessary to comply with all the requirements for the material. Detailed information about carbon fibers is given. The available disadvantages of this method are also indicated.

**Ключевые слова:** углеродное волокно, усиление строительных конструкций, композитные материалы, технология, требования.

**Keywords:** carbon fiber, reinforcement of building structures, composite materials, technology, requirements.

Современные промышленные и строительные отрасли постоянно развиваются и совершенствуются. Поэтому для решения постоянно возникающих новых проблем используются новые возможности. Одним из современных нововведений в этих областях, является использование композитных материалов (углеродных волокон) с целью усиления конструкций.

Углеродное волокно – высокопрочный, высокомодульный, линейно-упругий материал. Имея в четыре раза большую прочность на растяжение, чем лучшие марки стали, углеродное волокно значительно легче железа (на 75 %) и алюминия (на 30 %) [1, с. 168]. В наши дни данный материал имеет большой спрос в строительном секторе. Такая популярность объясняется тем, что материал высокой прочности, инертен ко всем агрессивным средам, и ожидаемый срок службы 75 лет.

Композитные материалы, которые усиливают конструкции, делят на три вида:

1. Углеродные холсты с эпоксидным клеем: применяются для усиления колонн, балок, ригелей, перекрытий и некоторых других элементов гражданского строительства. Данные холсты достаточно гибкие, в следствии чего они могут принять совершенно разные формы.

2. Ленты углепластиковые с эпоксидным клеем: применяются если необходимо укрепить мосты и в длинных пролетных строения. При этом длина рулона может достигать 250 погонных метров, а сам материал имеет высокую несущую способность и жесткость.

3. Углепластиковые сетки на цементном связующем: используется с целью усиление кирпичной и каменной кладки, железобетона. В дополнение к достаточно высоким прочностным характеристики, они огнеупорны, а также обладают высокой паропроницаемостью [2, с. 204].

Усиление сжатых и внецентренно – сжатых железобетонных элементов, к примеру пилонов, колонн, при помощи наружного армирования происходит одним из доступных способов. Первый метод представляет собой применение бандажей из углепластика, представляющие «эффект обоймы» [3, с. 64]. Второй метод заключается в установке холста из углеродного волокна по длине сжатого элемента, который действует как дополнительная рабочая арматура [4, с. 37].

Усиление плит перекрытий и балок может быть исполнено путем наклейки углеродных волокон в наиболее напряженные зоны (в большинстве случаев в центре пролета по нижней грани конструкции). С помощью данных действий увеличивается их несущая способность по изгибающим моментам. Для таких задач можно использовать любые виды углеродных материалов – ленты, сетки, ламели.

Внешнее армирование углеродным волокном наиболее оправдано в тех случаях когда: требуется высокая скорость производства работ и достаточно маленький объем усиляемых конструкций; есть цель оставить внешний вид конструкции неизменным. Укрепление каменной кладки выполняется обоймами из углеволокна и считается прекрасной альтернативой стальным обоймам, так как их внедрение в работу усиливаемого элемента происходит во время монтажа холста на усиливаемый элемент через клеевой слой [5, с. 132].

Так же следует сказать, что как и у многих других технологий усиления, у представленного варианта есть и ряд недостатков. К минусам можно отнести достаточно высокую стоимость материала – углеволокна. Так же необходима дополнительная защита от огня.

Для того чтобы усиление конструкций углеволокном имело смысл, материал непременно должен отвечать таким требованиям:

– все волокна должны быть обязательно параллельными;

– для сохранения структуры необходимо использовать стеклянную сетку либо эпоксидный биндер [7, с. 75].

Добиться этого удается только при условии изготовления углеволокна в соответствии со строгой технологией. Высокое качество материала возможно, но только при соблюдении технологии производителем.

Усиление углеволокном проводится быстро и является очень эффективной технологией. При повреждении несущих конструкций усиление углепластиком или углеволокном незаменимо, так как оно помогает существенно уменьшить последствия повреждений, не только вернуть несущие способности конструкции, но и повысить их. В дальнейшем железобетон будет защищен от влияния влаги и возникновения коррозии арматуры [8, с. 24]. А также от большинства возможных механических повреждений.

Усиление несущих конструкций рационализирует строительство. Но доверить любые работы в этой сфере можно только профессионалам. Ведь огромное значение в достижении необходимого результата имеет технология.

Обобщая все вышесказанное, можно сказать, что усиление строительных конструкций композитными материалами на сегодняшний день является крайне энергоэффективным методом, имеющим ряд значительных преимуществ с широкой сферой применения по сравнению с усилением традиционными методами: сохраняется первоначальное сечение элемента конструкции, происходит усиление стен, усиление несущих конструкций и усиление плит перекрытия не влечет увеличение массы конструкций, композитные материалы имеют высокую коррозионную стойкость, достаточно простое применение, сжатые сроки при производстве работ, возможно избежать возведения сложных подмостей, не требуется грузоподъемное оборудование, отсутствуют размерные ограничения – длина холстов и ламинатов составляет не менее 50 метров. Работы по усилению можно выполнять без остановки эксплуатации зданий и сооружений.

**Литература**

1. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирование : СП 164.1325800.2014.
2. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. – М., 2006.

3. 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.
4. Грановский А.В., Костенко А.Н., Мочалов А.Л. Усиление железобетонных колонн каркасных зданий в сейсмоопасных районах с использованием элементов внешнего армирования из углеволокна // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2007. – № 2.
5. 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.
6. Шилин А.А., Пшеничный В.А., Картузов Д.В. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. – М. : Стройиздат.
7. 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.
8. 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.

## References

1. Reinforcement of reinforced concrete structures with composite materials. Design rules : SP 164.1325800.2014.
2. Guidelines for strengthening reinforced concrete structures with composite materials. – M., 2006.
3. Leonova A.N., Sofianikov O.D., Krivenkova T.V. Features of strengthening of building constructions by composite polymer materials in the conditions of high and low temperatures // Prospects of science. – 2019. – № 5.
4. Granovsky A.V., Kostenko A.N., Mochalov A.L. Reinforcement of the reinforced concrete columns of the frame buildings in the earthquake-prone regions with the use of the external reinforcement elements from a carbon fiber // Seismoscopic construction. Structures safety. – 2007. – № 2.
5. Leonova A.N., Kurochka M.V. Structural defects in the space-reinforced compositions and their influence on the material properties: Development and innovations in construction / Collection of articles of the International scientific-practical congress.
6. Shilin A.A., Pshenichny V.A., Kartuzov D.V. Reinforcement of the reinforced concrete structures by the compo-cast materials. – M. : Stroiizdat.
7. Tarovik V.V., Leonova A.N. Modern methods of strengthening of building constructions by carbon composite materials : Actual questions of urban building, architecture and design in the resort regions / Proc. of the Second All-Russian scientific-practical conference. – 2015.
8. Khuazhev S.R., Leonova A.N. Modern methods of strengthening stone structures : So-time scientific-practical solutions of the XXI century / Proceedings of the international scientific-practical conference; general editors V.I. Orobinsky, V.G. Kozlov. – 2016.