УДК 69.07

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСИЛЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

♦♦♦♦♦

# MODERN TRENDS IN THE DESIGN OF BEAM STRUCTURES

**Вахромеева Екатерина Алексеевна**
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
dinner2002@mail.ru

**Аннотация.** Композитные материалы находят все более широкое применение в строительстве благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокая прочность, легкость, коррозионная стойкость и долговечность. С помощью композитных материалов можно надежно укрепить ослабленные временем или поврежденные конструкции, повысить несущую способность балок, колонн, плит перекрытия. В данной статье рассматривается вопрос применения композитных материалов при проведении работ по усилению и реконструкции железобетонных строительных конструкций.

**Ключевые слова:** композитные материалы, усиление железобетонных конструкций, полимерный композит.

**Vakhromeeva Ekaterina Alekseevna**
Student,
Kuban State Technological University
dinner2002@mail.ru

**Annotation.** Composite materials are increasingly being used in construction due to their unique properties such as high strength, lightness, corrosion resistance and durability. Composite materials can be used to reliably strengthen structures weakened by time or damaged, and to increase the load-bearing capacity of beams, columns, and floor slabs. This article discusses the use of composite materials in the reinforcement and reconstruction of reinforced concrete building structures.

**Keywords:** composite materials, reinforcement of reinforced concrete structures, polymer composite.

Композитный материал – твердый продукт, состоящий из двух или более материалов, отличных друг от друга по форме или фазовому состоянию, или химическому составу, или свойствам, скрепленных, как правило, физической связью и имеющих границу раздела между обязательным материалом (матрицей) и ее наполнителями, включая армирующие наполнители [1, с. 1].

Матрица полимерного композита – структура, обеспечивающая цельность полимерного композита. Она отвечает за передачу и распределение напряжений в армирующем наполнителе и определяет термостойкость, влагостойкость, огнестойкость и химическую стойкость полимерного композита.

Для улучшения физико-механических свойств полимерного композита используется армирующий наполнитель. Основные виды армирующих наполнителей:

*Стеклянное волокно* – образовано из расплава неорганического стекла. Соответственно, полимерный композит, содержащий непрерывный армирующий наполнитель из стекловолокна, называется стеклокомпозит.

*Базальтовое волокно*, образуемое из расплава базальта или габродиабаза, служит основой базальтокомпозита.

*Углеродное волокно или углеволокно* изготавливается путем пиролиза органических волокон прекурсоров и содержащее не менее 90% массы углерода входит в состав, соответственно, углекомпозитов.

*Арамидное волокно* – волокно, образованное из линейных волокнообразующих полиамидов, в которых не менее 85 % амидных групп непосредственно связано с двумя ароматическими кольцами [2, с. 216]. Следовательно, арамидокомпозит – полимерный композит, содержащий непрерывный армирующий наполнитель из арамидного волокна.

Помимо вышеперечисленных видов существуют также комбинированные полимерные композиты.

Усиление железобетонных конструкций внешним армированием с использованием композитных материалов применяется в ряде случаев:

1. При изменении назначения здания или увеличении нагрузки на конструкцию с целью увеличения несущей способности могут быть использованы композитные материалы. Это позволяет набрать необходимую прочность и жесткость элементов.

2. Использование железобетонных конструкций, усиленных полимерными композитами, в районах с высокой сейсмической активностью способствует улучшению распределения нагрузок и предотвращению разрушений, что может повысить устойчивость к землетрясениям.

3. Внешнее армирование позволяет улучшить устойчивость и предотвратить деформации. Это особенно эффективно для зданий и сооружений, подверженных ветровым или другим боковым нагрузкам.

4. Для зданий и сооружений, конструктивные способности которых недостаточны или были снижены ввиду большого срока эксплуатации актуально применять усиленные композитными материалами балки и плиты с повышенной прочностью на изгиб и сжатие [3, с. 20].

5. Внешнее армирование может компенсировать недостатки, возникшие из-за ошибок, допущенных на этапе проектирования.

6.В условиях высокой влажности или агрессивной химической среды, например, в промышленных зданиях, композитные материалы могут использоваться для защиты от коррозии и увеличения срока службы конструкций.

7. Для зданий и сооружений с большим сроком эксплуатации, у которых несущая способность фундамента ограничена, использование легких композитов позволяет уменьшить общий вес конструкции без потери прочности.

8. Для повышения прочности колонн на сжатие и устойчивости к боковым нагрузкам они могут быть обмотаны композитными волокнами.

9. В рамках модернизации мостов, тоннелей и других инфраструктурных объектов часто применяются композитные материалы для усиления несущих элементов без необходимости полной реконструкции.

Рассмотрим основные способы усиления железобетонных конструкций с использованием композитных материалов:

*Наклеивание композитных полос*: углеродные или стеклопластиковые полосы наклеиваются на поверхность железобетонных элементов (балок, колонн, плит) с помощью специального клея, тем самым значительно увеличивается прочность на изгиб и сжатие.

*Обмотка композитными волокнами* в виде спирали или по другим схемам. Этот метод особенно эффективен для повышения прочности на сжатие и устойчивости к боковым нагрузкам.

*Вставка композитных стержней*. Этот метод предполагает введение композитных стержней или арматуры в существующие железобетонные элементы, тем самым увеличивается несущая способность конструкции без значительного увеличения веса [4, с. 4].

*Использование композитных плит*, которые могут быть установлены на верхнюю или нижнюю поверхность железобетонных элементов для увеличения их жесткости и прочности.

*Усиление с помощью инъекций*, то есть введение инъекции полимеров в трещины и пустоты в бетоне, что помогает восстановить прочность и предотвратить дальнейшее разрушение.

*Комбинированные методы*, например, сочетание наклеивания полос и обмотки волокнами для достижения максимального эффекта.

*Усиление при помощи предварительного напряжения* для создания дополнительных усилий в конструкции, что позволяет улучшить ее характеристики.

*Использование композитов в качестве внешней арматуры* для повышения прочности на растяжение, что особенно актуально для балок и плит.

Композитные материалы обладают высокой прочностью на растяжение и жесткость, что позволяет значительно увеличить несущую способность конструкций. Они легче традиционных материалов, а значит их использование позволяет уменьшить

общий вес конструкции и снизить нагрузки на фундамент. Эффективно композиты работают и в агрессивных средах, так как не подвергаются коррозии [5, с. 67]. Ввиду длительного срока службы полимерных композитов снижается необходимость в частом ремонте, так как они дольше сохраняют свои свойства.

Усиление конструкций композитными материалами, как правило, менее трудоемко, требует меньше времени по сравнению с традиционными методами, что минимизирует время простоя.

Композитные материалы могут быть адаптированы к различным формам и размерам конструкций, что позволяет использовать их в самых разных проектах.

Однако стоит отметить, что первоначальные затраты на композитные материалы могут быть выше по сравнению с традиционными методами усиления [6, с. 15]. Помимо этого, для достижения максимальной эффективности требуется высококвалифицированный монтаж, что может потребовать дополнительных затрат на обучение или привлечение специалистов. В случае повреждения композитных материалов их ремонт может быть сложнее и дороже по сравнению с традиционными материалами.

Еще одним недостатком усиления железобетонных конструкций композитными материалами является чувствительность таких материалов к ультрафиолетовому излучению [7, с. 13]. Некоторые композитные материалы могут быть подвержены разрушению под воздействием ультрафиолетового излучения, если не защищены специальными покрытиями.

Хотя композиты имеют высокую прочность, долгосрочные данные о их поведении в различных условиях эксплуатации все еще ограничены по сравнению с традиционными материалами.

Таким образом, использование композитных материалов для усиления железобетонных конструкций имеет множество преимуществ, которые делают этот метод привлекательным для многих проектов. Отметим также универсальность применения внешнего армирования из композитных материалов в строительстве и его эффективность в решении различных задач по усилению железобетонных конструкций. Однако необходимо учитывать и недостатки, чтобы принимать обоснованные решения при выборе методов усиления конструкций.

### Литература

1. ГОСТ 31938-2012. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. – М. : Стандартформ, 2006.
2. Альзурфи М.К.А. Армирование композитными материалами для защиты от продавливания узла «Железобетонная плита-колонна» / М.К.А. Альзурфи, А.Н. Леонова, А.А. Хорошев // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 4(112). – С. 214–226.
3. Леонова А.Н. Современные методы усиления горизонтальных несущих конструкций углеволокном / А.Н. Леонова, Б.С. Бибиков // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2020. – № 8. – С. 16–21.
4. СП164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования.
5. Леонова А.Н. Особенности усиления строительных конструкций композитными полимерными материалами в условиях высоких и низких температур / А.Н. Леонова, О.Д. Софьяников, Т.В. Кривенкова // Перспективы науки. – 2019. – № 5(116). – С. 64–69.
6. Полищук А.С. Применение композитных материалов при усилении железобетонных конструкций // Вестник магистратуры. – 2019. – № 4-2(91).
7. Вопросы усиления железобетонных конструкций композитами: 1. Экспериментальные исследования особенностей усиления композитами изгибаемых железобетонных конструкций / И.Г. Овчинников [и др.] // Вестник евразийской науки. – 2012. – № 4(13).

### References

1. GOST 31938-2012. Composite polymer reinforcement for reinforcement of concrete structures. – M. : Standartform, 2006.
2. Alzurfi M.K.A. Reinforcement with composite materials to protect against penetration of the Reinforced concrete slab-column assembly / M.K.A. Alzurfi, A.N. Leonova, A.A. Khoroshev // Engineering Bulletin of the Don. – 2024. – № 4(112). – P. 214–226.

3. Leonova A.N. Modern methods of reinforcing horizontal load-bearing structures with carbon fiber / A.N. Leonova, B.S. Bibikov // The electronic network political journal «Scientific works of KubSTU». – 2020. – № 8. – P. 16–21.
4. SP164.1325800.2014 Reinforcement of reinforced concrete structures with composite materials. Design rules.
5. Leonova A.N. Features of reinforcement of building structures with composite polymer materials at high and low temperatures / A.N. Leonova, O.D. Safyannikov, T.V. Krivenkova // Prospects of Science. – 2019. – № 5(116). – P. 64–69.
6. Polishchuk A.S. Application of composite materials in reinforcement of reinforced concrete structures // Bulletin of Magistracy. – 2019. – № 4-2(91).
7. Issues of reinforcement of reinforced concrete structures with composites: 1. Experimental studies of the features of reinforcement of bent reinforced concrete structures with composites / I.G. Ovchinnikov [et al.] // Bulletin of Eurasian Science. – 2012. – № 4(13).