

УДК 69.059.324.3

УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ



STRENGTHENING BUILDING STRUCTURES WITH COMPOSITE MATERIALS

Дейкин Денис Игоревич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
den.deykin20@gmail.com

Енина Инна Дмитриевна

студент,
Кубанский государственный технологический университет
inna.enina20@gmail.com

Аннотация. В данной статье раскрыт вопрос, касающийся использования композитных материалов для усиления строительных конструкций. Подробно описываются преимущества композита, случаи усиления конструкций, наиболее используемые композитные материалы, а также технология производства работ по усилению строительных конструкций.

Ключевые слова: железобетонная конструкция, композит, композитный материал.

Deykin Denis Igorevich

Student,
Kuban State University of Technology
den.deykin20@gmail.com

Enina Inna Dmitrievna

Student,
Kuban State University of Technology
inna.enina20@gmail.com

Annotation. This article addresses the issue of the use of composite materials to strengthen building structures. The advantages of the composite, the cases of strengthening structures, the most used composite materials, as well as the technology for the production of works to strengthen building structures are described in detail.

Keywords: reinforced concrete structure, composite, composite material.

В процессе эксплуатации зданий и сооружений строительные конструкции находятся под воздействием разнообразных внешних воздействий и факторов среды. Усиление конструкций металлическими или железобетонными элементами достаточно трудоемко из-за большого количества технологического оборудования, невозможности остановки работы предприятия на период реконструкции. В данном случае наиболее эффективно усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Композитные материалы имеют малый вес и габариты, они стойки к агрессивным средам, выполнение работ по усилению композитными материалами чаще всего технологически просто, а также не занимает много времени. Композитные материалы хорошо сопротивляются многим химическим воздействиям. При воздействии огня стекловолокна сохраняют свою прочность при температуре более 1000 °С, углеродные волокна окисляются при температуре около 650 °С, арамидные волокна теряют свою прочность при температуре более 200 °С. Все типы волокон не поддерживают горение.

Усиление железобетонных конструкций композитными материалами производится в случаях:

- наличия дефектов и повреждений конструкций, снижающих прочностные, деформативные характеристики, возникших вследствие силовых, коррозионных или температурных воздействий;
- изменения функционального назначения здания;
- увеличения эксплуатационных нагрузок и воздействий на конструкции зданий и сооружений;
- реконструкции здания или сооружения;
- выявления отступлений от проекта, снижающих несущую способность и эксплуатационные качества строительных конструкций.

На микроуровне композитные материалы состоят из двух или более компонентов. Непрерывная фаза называется матрицей, а второй компонент – наполнителем, или армирующей фазой, которая служит для изменения в нужном направлении свойств матрицы. Композитные материалы могут иметь керамическую, металлическую или полимер-

ную матрицу. Наполнитель в виде волокон обычно изготавливают из прочных и жестких материалов (углерод, стекло, арамид, полиэтилен, сталь, бор и др.). Наполнитель в одном из измерений чаще всего имеет небольшой размер – менее 500 мкм. Форма и размеры наполнителя являются одними из основных параметров, определяющих поведение композиционного материала под нагрузкой. Если непрерывные волокна уложены в одном направлении, материал называют однонаправленным. Многослойные материалы (ламинаты) состоят из нескольких однонаправленных слоев или тканей, уложенных в различных направлениях и имеющих определённую последовательность укладки слоев.

Рассмотрим наиболее популярные материалы для усиления конструкций:

- углепластик (CFRP);
- стеклопластик (GFRP);
- материалы на основе арамидных волокон (AFRP).

Стекланные волокна являются наиболее бюджетным вариантом. Основой стекла является диоксид кремния SiO_2 . Различают несколько типов стекловолокна, используемого в композиционных материалах: E-стекло и S-стекло. S-волокна примерно на 35 % прочнее E-волокон и более термостойки.

Структура углеродного волокна представлена тонкими и изогнутыми кристаллами графита. Микроструктура представляет из себя наложенные друг на друга пластины графита. Углеродные волокна получают высокотемпературной обработкой полиакрилонитрильных (ПАН), пековых или вискозных волокон.

Арамидные волокна получают путём гель-формования. Плотность арамидных волокон примерно в 1,7 и в 1,25 раз меньше плотности стекланных и углеродных соответственно. Эти волокна обладают высокой ударной прочностью. Волокна гидрофильны, термостойки и устойчивы к большинству растворителей и оснований.

Далее рассмотрим технологию усиления железобетонных конструкций композитными материалами. Первым делом необходимо подготовить поверхность бетона. Ее очищают от загрязнений, масляных пятен и высолов. Далее в соответствии со схемой усиления мелом или маркером наносят разметку расположения материала, увеличивая зону усиления на несколько сантиметров из-за возможных погрешностей при производстве работ. Шлифовальной машинкой шлифуют поверхность усиливаемой конструкции до обнажения крупного заполнителя. Неровности поверхности не должны превышать 5 мм на базе 2 м, а локальные дефекты не превышать 1 мм на базе 0,3 м. После этого промышленным пылесосом или кистью обеспыливают поверхность. Для улучшения адгезии перед нанесением шпаклевки поверхность грунтуют смолами. Далее наносят шпаклевку и разравнивают при помощи шпателя.

После разгрузки усиливаемого элемента приступают к работам по усилению. После всех работ элемент допускается нагружать не ранее, чем через 10 суток. Все работы с композитными материалами производят строго в соответствии с инструкцией.

Усиление конструкций методом внешнего армирования выполняют устройством конструкции высокопрочного внешнего армирования – различных накладок из композита. Накладки клеят с помощью специальных составов на основе эпоксидных смол на подготовленную поверхность конструкции. После полимеризации эпоксидной смолы композитный материал начинает работать совместно с конструкцией. После этого на поверхность накладок наносится защитное полимерцементное покрытие.

Усиление конструкций композитными материалами является одним из самых современных методов. Результатом его использования является повышение прочностных характеристик конструкции, в том числе при чрезвычайных нагрузках, увеличение срока эксплуатации и надежности здания без применения тяжелых армирующих конструкций, металлических и железобетонных бандажей и обойм, что делает его применение одним из наиболее экономичным, безопасным и универсальным.

Литература

1. Кракович И.А. Обзор композитных материалов для усиления железобетонных конструкций. Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – № 20 (310). – С. 115–117. – URL : <https://moluch.ru/archive/310/70074/> (дата обращения: 19.04.2022).

2. 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.
3. Бадалова Е.Н. Усиление изгибаемых железобетонных конструкций углепластиковой арматурой // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. F. Прикладные науки. – 2007. – № 6. – С. 54–59.
4. Леонова А.Н., Бибииков 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.
5. Леонова А.Н., Акритов Х.Э. Усиление деревянных конструкций композитными материалами // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 329–333.
6. Сопоставление опытной и теоретической прочности железобетонных балок, усиленных композитными материалами, с использованием разных методов расчёта / Ахмад Михуб [и др.] // Новые технологии. – 2012. – Вып. 4. – С.101–110.
7. Леонова А.Н., Чагина А.С. Сравнение особенностей u-образного анкерного крепления с другими видами креплений при усилении конструкций композитным материалом // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2021. – № 5. – С. 40–50.
8. 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.
9. 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.

References

1. Krakovich I.A. Review of composite materials for strengthening reinforced concrete structures. Text: direct // Young scientist. – 2020. – № 20 (310). – P. 115–117. – URL : <https://moluch.ru/archive/310/70074/> (date of access: 04/19/2022).
2. Leonova A.N., Sofyanikov O.D., Skripkina I.A. Features of strengthening metal structures with composite materials when exposed to an aggressive environment // Bulletin of MGSU. – 2020. – Vol. 15. – № 4. – P. 496–509.
3. Badalova E.N. Strengthening of bent reinforced concrete structures with carbon fiber reinforcement // Bulletin of the Polotsk State University. Ser. F. Applied Sciences. – 2007. – № 6. – P. 54–59.
4. Leonova A.N., Bibikov B.S. Modern methods of strengthening horizontal load-bearing structures with carbon fiber // In the collection: Development and innovation in construction. Collection of materials of the III International scientific-practical conference. – 2020. – P. 16–21.
5. Leonova A.N., Akritov Kh.E. Strengthening of wooden structures with composite materials // Science. Technics. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 2. – P. 329–333.
6. Comparison of the experimental and theoretical strength of reinforced concrete beams reinforced with composite materials using different calculation methods / Ahmad Mikhub [et al.] // New technologies. – 2012. – Issue 4. – P. 101–110.
7. Leonova A.N., Chagina A.S. Comparison of the features of the u-shaped anchor fastening with other types of fastenings when strengthening structures with a composite material // Electronic network polythematic journal «Scientific Works of KubGTU». – 2021. – № 5. – P. 40–50.
8. Leonova A.N., Sofyanikov O.D., Krivenkova T.V. Features of strengthening building structures with composite polymer materials at high and low temperatures // Prospects of science. – 2019. – № 5 (116). – P. 64–69.
9. 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.