

УДК 69.059.32

УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ. ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ



STRENGTHENING OF BUILDING CONSTRUCTIONS BY THE COMPOSITE MATERIALS. FEATURES AND TENDENCIES OF DEVELOPMENT OF COMPOSITE MATERIALS IN THE PRODUCTION OF REPAIR WORKS

Кудрявцев Владислав Сергеевич

Кубанский государственный технологический университет

Kudryavtsev Vladislav Sergeyevich

Kuban State Technological University

Аннотация. В статье рассматривается усиление железобетонных и металлических конструкций композитными материалами. Производится сравнение различных видов композитов по их видам. Приведены достоинства и недостатки данного метода усиления. Производится анализ развития данного способа усиления в ближайшем будущем.

Ключевые слова: усиление, потеря несущей способности, композитные материалы, строительство, реконструкция.

Annotation. The article deals with the reinforcement of reinforced concrete and metal structures by composite materials. A comparison of different kinds of composites by their types is made. The advantages and disadvantages of this method of reinforcement are given. The analysis of the development of this method of strengthening in the near future is made.

Keywords: reinforcement, loss of bearing capacity, composite materials, construction, reconstruction.

В настоящее время строительная индустрия сталкивается с двумя основными проблемами в устройстве конструкций: первая – все изготовленные конструкции должны обладать достаточными прочностными характеристиками, вторая – они должны быть относительно дешевыми.

Однако, ввиду непредвиденных обстоятельств, даже если эти два условия были соблюдены изначально, ситуация может измениться в худшую сторону ввиду каких-либо внештатных ситуаций, а именно: ошибок проектировщиков, неправильной эксплуатации конструкций, аварий и т.п.

Все эти факторы приводят к повреждениям, и как следствие, к потере несущей способности отдельных конструктивных элементов. Данные факты не допускают дальнейшей нормальной эксплуатации зданий и сооружений, соответственно, возникает вопрос о ремонте, либо полной замене конструктивного элемента. Второй вариант, как правило, требует больших затрат как материальных, так и временных ресурсов, помимо этого, он обладает большой трудоемкостью.

При восстановлении прочностных характеристик поврежденных конструкций, долгое время использовались методы усиления, повышающие вес конструкции, а так же ее габариты, что, в свою очередь могло повлиять на эксплуатационные характеристики здания или сооружения. Однако, современные композитные материалы помогают произвести усиление конструктивных элементов в кратчайшие сроки и с минимальными затратами. Более того, данные материалы имеют множество преимуществ перед традиционными материалами, такими как сталь, дерево и прочие.

Укрепление железобетонных элементов может потребоваться при нарушении целостности структуры, увеличении нагрузки, а также для повышения сейсмической устойчивости.

В практике строительства усиление бетона углеволокном осуществляется путем приклеивания холстов и лент в зонах, подверженных основным растягивающим напряжениям. Они определяются экспертами в ходе осмотра здания или сооружения и при выполнении проверочных расчетов.

Все участки, на которые наносится усиливающий слой, проходят предварительную подготовку. Она заключается в очистке от отслаивающихся частей, восстановлении целостности контактного слоя при помощи специальных растворов (заделываются все трещины и сколы), выравнивании поверхности.

Монтаж ленты выполняют в следующей последовательности:

- на подготовленный для укрепления элемент на объекте мелом наносят схематическую маркировку расположения углеродных холстов;
- поверхность покрывается специальным эпоксидным клеем;
- этот же клей наносится на углеленту;
- ленту прикладывают к плите и при помощи ролика придавливают;
- после этого композит должен полностью затвердеть.

Увеличение прочности углекомпозитом позволяет заменить металлическую арматуру, там где ее применение невозможно. Например, при армировании трансформаторных подстанций, замена металла на углекомпозиты позволяет снизить риск возникновения индукционных токов.

Железобетон устойчив к статическим и динамическим усилиям, но его основным недостатком является большой вес. Усиление железобетонных конструкций, по возможности, не должно увеличивать собственный вес и исходную геометрию. Этому условию удовлетворяют углекомпозиты, масса которых неощутима для зданий.

Усиление железобетонных конструкций углеволокном позволяет достигнуть следующих целей:

- предупреждение образования трещин;
- снижение деформаций (прогибов);
- защита от коррозии и внешнего воздействия среды (влаги, температуры);
- повышение сейсмической устойчивости.

На практике, при усилении железобетонных конструкций композиционными материалами необходимо обратить внимание на состояние стальной арматуры. Если она была обнажена и появились коррозионные образования, их необходимо устранить, поскольку велика вероятность разрушения постройки изнутри. Также, при определении направления укладки углекомпозита на укрепляемой поверхности, следует учесть направление существующей стальной арматуры. Это позволит правильно распределить силы и обеспечить нужную несущую способность.

Металлические конструкции в процессе эксплуатации подвергаются воздействию силовых нагрузок (в том числе циклических нагрузок, вызывающих усталостные разрушения конструкций), повышенных и экстремальных температур, агрессивной окружающей среды (в том числе коррозионного износа), в результате чего несущая способность зданий сооружений снижается, а долговечность сокращается [9].

Принципиально новым способом усиления металлических конструкций является способ, основанный на использовании армированных фибрами полимерных материалов. Усиление композитами металлических конструкций, в отличие от железобетонных, получило наименьшее распространение. Внешнее армирование из фиброармированных пластиков в основном используется для усиления колонн, балок, стропильных и подстропильных ферм (элементов чаще всего нуждающихся в усилении) и других конструкций.

Однако при проектировании усиления конструкций из металла с использованием этого материала необходимо учитывать остаточную несущую способность и жесткость элементов, подвергаемых усилению.

Такое проектирование включает следующие этапы: Выбор композитного материала Для обеспечения требуемой прочности и долговечности усиливаемых конструкций необходимо учитывать модуль упругости материала вышеуказанных композитов, предел его прочности при растяжении, их формы и конфигурации. Предварительная подготовка поверхности усиливаемого элемента. Процессы обработки поверхности оказывают большое влияние на надежность соединения фиброармированных пластиков с конструкцией, что в свою очередь существенно влияет на характеристики усиливаемой конструкции. Предотвращение гальванической коррозии.

Профилактикой появления гальванической коррозии является изолирование различных металлов друг от друга, нанесение между ними стойкого герметика или использование клея с хорошими изоляционными свойствами. Выбор клея и технологии приклеивания При усилении производственного здания необходимо учитывать время отверждения клея, толщину слоя покрытия клеем и напряжение сдвига, вызванное циклической нагрузкой.

Все эти факторы влияют на окончательную жесткость и прочность конструкции.

Контролировать качество металлоконструкций позволяют частично разрушающие или неразрушающие испытания. В ходе контроля оценивают прочность композитных материалов против расслаивания. Для последующего проведения полуразрушающих испытаний предварительно подготавливают специальные испытательные зоны (свидетели), усиленные фиброармированными пластиками, которые имеют аналогичную систему усиления и подвержены аналогичным воздействиям окружающей среды, что и фактически работающие системы усиления.

Применение композитов в качестве материалов усиления металлоконструкций имеет множество преимуществ:

- Высокая прочность (выше прочности стали).
- Высокая стойкость к коррозии.
- Небольшие вес и толщина конструкций усиления.
- Возможность усиления конструкций во время производственного процесса.
- Экологичность.
- Возможность применения на труднодоступных криволинейных поверхностях.
- Высокая работоспособность при широком спектре температур и напряжений.

Несомненно, следует отметить и недостатки использования фиброармированного пластика:

- Высокая стоимость.
- Необходимость устранения гальванической коррозии.
- Трудоемкий подбор материала.
- Соблюдение точной технологии.

Также необходимо учесть: относительно небольшой опыт применения в России, ограниченная нормативная документация для проектирования и расчетов.

Усиление композиционными материалами, как метод восстановления и увеличения несущей способности конструкций, успешно используется по всему миру в течение более двух десятилетий и является неоспоримым инновационным достижением в области строительных технологий.

Усиление такими материалами позволяет увеличить несущую способность изгибаемых конструкций в несколько раз, уменьшить предельные прогибы [5].

Однако отсутствие теоретических и экспериментальных исследований и, как следствие, нормативной базы является основной причиной относительно небольшого российского опыта применения композитов для усиления металлических конструкций. Тем не менее композиты нашли широкое применение в нашей стране в качестве материалов усиления железобетонных конструкций, что дает надежду что данный метод усиления обретет признание и повсеместное использование в реконструкции и металлических сооружений.

Литература

1. Усиление металлических конструкций фиброармированными пластиками / И.Г. Овчинников [и др.]. Часть 1 // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 3: май-июнь. – С. 1–27.
2. Рекомендации по усилению стальных конструкций производственных зданий и сооружений энергпредприятий // «Гипроэнергоремонт». – 2010. – С. 143.
3. Стандарт организации. Система внешнего армирования из полимерных композитов FibARM для ремонта и усиления строительных конструкций. Общие требования. Технология устройства // ЗАО «Препрег-СКМ». – М., 2011. – С. 16.
4. Бикбаев К.А., Савинкова К.С. Усиление металлических конструкций композитными материалами. Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 11 (197). – С. 71–73. – URL : <https://moluch.ru/archive/197/48815/> (дата обращения: 27.12.2020).
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. 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.

7. 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.
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., 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.
10. 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.

References

1. Strengthening of metal structures with fibro reinforced plastics / I.G. Ovchinnikov [et al.] Part 1 // Internet-journal «Naukovedenie». – 2014. – №. 3 May–June. – P. 1–27.
2. Recommendations on strengthening steel structures of production buildings and structures of power enterprises // «Giproenergoremont». – 2010. – P. 143.
3. The standard of the organization. System of external reinforcement from polymer composites FibARM for repair and strengthening of building structures. General requirements. Technology of device // CJSC «Prepreg-SKM». – M., 2011. – P. 16.
4. Bikbaev K.A., Savinkova K.S. Strengthening of metal structures by composite materials. Text : direct // Young Scientist. – 2018. – № 11 (197). – P. 71–73. – URL : <https://moluch.ru/archive/197/48815/> (date of reference: 27.12.2020).
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 and Practical Conference. – 2015. – P. 75–79.
6. Leonova A.N., Sofyanikov O.D., Krivenkova T.V. Features of strengthening of building structures by composite polymeric materials in conditions of high and low temperatures // Perspectives of science. – 2019. – № 5 (116). – P. 64–69.
7. 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.
8. Dvornaya Z.L., Leonova A.N. Dignities and disadvantages of different methods of strengthening reinforced concrete columns // Science. Technique. Technology (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 innovation in construction. Materials of the III International Scientific-Practical Conference. – 2020. – P. 16–21.
10. Leonova A.N., Sofianikov O.D., Skripkina I.A. Features of strengthening of metal structures by composite materials under the influence of aggressive environment // Bulletin of MSCU. – 2020. – Vol. 15. – № 4. – P. 496–509.