

УДК 69.059

УСИЛЕНИЕ КОЛОНН КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ



REINFORCEMENT OF COLUMNS WITH COMPOSITE MATERIALS

Панеш Джанета Аслановна
студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
pdzaneta@gmail.com

Макаренко Наталия Андреевна
студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
maknatali97@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные повреждения, дефекты и деформации колонн. Приведен список необходимых требований, которые должны соблюдаться при реконструкции колонн. Дан основной перечень традиционных методов усиления стальных, железобетонных и кирпичных колонн. Также дано определение колонны и сказано о функциях, которые она выполняет. Подробно рассмотрен современный метод усиления колонн – применение композитных материалов. Сказано о преимуществах углеволокна. В статье описано, как происходит процесс производства работ по усилению и ремонту колонн с применением углепластиковых ламелей, углеродных сеток и лент.

Ключевые слова: колонна, усиление, композитные материалы, углеволокно, углепластик, лента, ламель.

Panesh Dzhanelta Aslanovna
Student,
Kuban state university of technology
pdzaneta@gmail.com

Makarenko Natalia Andreevna
Student,
Kuban state university of technology
maknatali97@mail.ru

Annotation. The article deals with the main damages, defects and deformations of columns. The list of necessary requirements that must be met during the reconstruction of columns is given. The main list of traditional methods of strengthening steel, reinforced concrete and brick columns is given. The definition of a column is also given and the functions it performs are described. The modern method of strengthening columns – the use of composite materials-is considered in detail. It is said about the advantages of carbon fiber. The article describes how the process of work on strengthening and repairing columns with the use of carbon fiber lamellas, carbon meshes and tapes takes place.

Keywords: column, reinforcement, composite materials, carbon fiber, carbon fiber, tape, lamella.

В гражданском и промышленном строительстве колонна – это вертикальная строительная конструкция, служащая поддержкой и опорой, благодаря которой происходит распределение нагрузки от горизонтальных элементов сооружения [1, с. 76]. Колонны создают каркасную конструктивную схему. Материалом для их изготовления может служить: металл, железобетон, камень, кирпич, композитный материал [1, с. 78]. В процессе эксплуатации зданий и сооружений колонны подвергаются воздействию различных факторов, а при появлении дефектов необходимо восстанавливать их целостность.

При реконструкции колонн необходимо обязательно соблюдать некоторые требования:

- конфигурацию колонны желательно не менять, но при необходимости это делать можно, главное, чтобы изменения были минимальными;
- используемые системы не должны увеличивать весовые и эксплуатационные нагрузки;
- материал, используемый при реконструкции, должен прочно закрепляться и не смещаться вниз по конструкции;
- все работы должны производиться в минимальные сроки или одновременно с другими работами [2, с. 97].

Существуют следующие основные повреждения, деформации и дефекты колонн:

- отклонения по вертикальной оси;
- коррозия арматуры (при карбонизации, отсутствии или разрушении бетонного защитного слоя);

- выгиб рабочего арматурного стержня от нагрузки, выгиб или погнутость стальных элементов колонн;
- разного вида трещины, возникающие из-за повышенной нагрузки, а также усадки зданий или снижения прочности бетона;
- сколы, появляющиеся от механического или огневого воздействия;
- появление шелушения при регулярном контакте бетонной поверхности с агрессивной средой;
- отслоения при возгораниях, коррозионных изменениях арматурного каркаса, воздействии щелочей или ледяной корки и т.д.

При циклическом оттаивании и замораживании, а также повышенном увлажнении и высыхании конструкций через некоторое время происходит полное разрушение строительных объектов [3, с. 134].

Усиление колонн можно производить разными традиционными способами: увеличением поперечного сечения благодаря приварке элементов (стержни, прокатные профили, листы); уменьшением расчетной длины благодаря введению распорных элементов (в плоскости и из плоскости) – для стальных; обжатием стальной обоймой с помощью установки стальных прокатных уголков по углам колонны на всю расчетную высоту, стягивания их горизонтальными планками и установкой опорных элементов, что ведет к обеспечению восприятия и дальнейшей передаче вертикальных усилий; устройством арматурного каркаса с каждой стороны с присоединением его к телу колонны и дальнейшего обетонирования каждой стороны с обеспечением сцепления нового бетона с существующим; увеличением продольного рабочего армирования с помощью приваривания дополнительных стержней к существующим, которые располагаются в углах поперечного сечения, после этого осуществляется обетонирование конструкции – для железобетонных; обжатием стальной обоймой – для кирпичных [4, с. 153].

На сегодняшний день для усиления колонн применяются материалы из углеволокна. Композитные материалы, армированные углеродным волокном, могут применяться на внешних поверхностях для восстановления утерянной несущей способности колонн в случае потери части сечения арматуры из-за её коррозии или же для повышения несущей способности, когда происходит увеличение действующих нагрузок на колонну [5]. При работе с композитными материалами обязательно используются персональные защитные средства (перчатки, маски и т.д.)

Для увеличения несущей способности колонн на действие продольной силы композитные материалы наклеиваются в поперечном сечении. Также с помощью приклеивания углеволокна можно создать эффект обоймы (рис. 1).

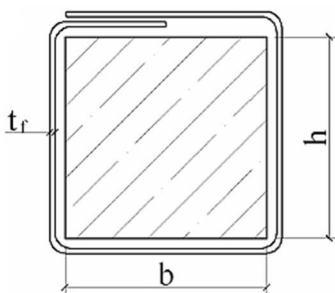


Рисунок 1 – Сечение усиленной колонны:
 t_r – толщина обоймы; $b \cdot h$ – сечение колонны

На основании уровня разрушения объекта и анализа усилий, из-за которых произошло разрушение, подбирается разновидность углепластиковых ламелей, углеродных лент и сеток.

Углеволокно является одним из ведущих методов усиления колонн, так как отвечает всем требованиям, предъявляемым к системам внешнего армирования. После применения композитных материалов: повышается несущая способность усиливаемой конструкции; появляется устойчивость к любым внешним воздействиям; повышается жесткость конструкции колонны и консоли; увеличиваются технико-эксплуатационные

возможности для постоянной и временной полезной нагрузок; не меняются вес и геометрическая форма строительной конструкции; нет необходимости в проведении сварочных работ; обеспечивается непрерывность технологических и производственных процессов; несущая способность конструкции восстанавливается минимум на 90 % [5].

Процесс производства работ по ремонту и усилению колонн с применением углепластиковых ламелей, углеродных сеток и лент происходит следующим образом:

1. Обследование конструкций, определение разрушающих факторов, составление карты дефектов.
2. Разгрузка строительного объекта, монтаж опор.
3. Составление плана выполнения работ по усилению и ремонту поврежденной конструкции (полный перечень необходимых мероприятий).
4. Выравнивание поверхности: подготовка шпатлёвки для ремонта дефектов поверхности (соотношение 100:15 по массе); выравнивание поверхности ремонтным составом (толщина первого слоя состава – 3–4 мм).
5. Зачистка зоны ремонта и арматурного каркаса от ржавчины и пыли. Нанесение слоя грунтовки.
6. Для снятия лишнего напряжения с колонны выполняются скругления на углах/фаски.
7. Производится нанесение эпоксидных составов. Осуществляется монтаж и прикатка углеполотна, сеток, ламелей и лент. Количество слоев зависит от подобранной по результатам расчетов схемы укрепления [5]. Эпоксидные клеящие составы полимеризуются. При необходимости производятся отделочные работы [6, с. 24].

Перед монтажом углепластиковых ламелей и углеродных лент на конструкцию наносится разметка с помощью линейки и маркера. Монтаж может производиться несколькими методами. Ниже приведена последовательность выполнения процесса усиления композитным материалом [7, с. 67].

Сухой метод:

1. Смешение связующего. Соотношение 100:50 по массе.
2. Раскрой углеродной ленты.
3. Нанесение адгезива на поверхность.
4. Монтаж углеродной ленты.
5. Нанесение укрывающего слоя.
6. Присыпка песком.
7. Нанесение защитного покрытия [8, с. 503].

Мокрый метод:

1. Смешение связующего. Соотношение 100:30 по массе.
2. Раскрой углеродной ленты.
3. Нанесение адгезива на поверхность.
4. Пропитка ленты с двух сторон адгезивом.
5. Монтаж углеродной ленты мокрым методом.
6. Присыпка песком.
7. Нанесение защитного покрытия.

Усиление должно производиться при температуре тела колонны и воздуха не ниже +5 °С. При данных условиях новый слой композитного материала помещается на колонну не ранее четырех часов. Нагружать колонну разрешается через 48 часов [9, с. 288].

Таким образом, на сегодняшний день существует инновационный метод усиления колонн – применение материалов на основе углеволокна. Для осуществления быстрого и качественного усиления необходимо производить правильный расчет и подбор компонентов. Благодаря применению композитных материалов обеспечивается оперативное выполнение заданий по укреплению колонн обоями, восстановлению несущей способности конструкции, компенсирование продольного и поперечного дефицита армирования. Размеры конструкции не увеличиваются, а усиление визуально не заметно.

Литература

1. 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.

2. Ключев С.В., Ключев А.В., Лесовик Р.В. Усиление строительных конструкций композитами на основе углеволокна : монография. – Lambert, 2011. – 123 с.
3. 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.
4. Шилин А.А., Пшеничный В.А., Картузов Д.В. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами. – М. : Стройиздат, 2007. – 184 с.
5. Усиление строительных конструкций. – URL : <http://rosmax.com.ua/blog/usilenie-stroitelnyih-konstruktsiy/> (дата обращения: 30.05.2020).
6. Ключев С.В. Усиление и восстановление конструкций с использованием композитов на основе углеволокна // Бетон и железобетон. – 2012. – № 3. – С. 23–26.
7. 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.
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. Дворная З.Л., Леонова А.Н. Достоинства и недостатки различных методов усиления железобетонных колонн // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 2. – С. 287–289.

References

1. Tarovik V.V., Leonova, A.N. Modern methods of strengthening of building constructions by carbon composite materials : Actual questions of city building, architecture and design in resort regions / Proceedings of the Second All-Russian scientific-practical conference. – 2015. – P. 75–79.
2. Klyuev S.V., Klyuev A.V., Lesovik R.V. Strengthening of Building Structures by Composites on the Basis of Carbon Fiber : a Monograph. – Lambert, 2011. – 123 p.
3. Leonova A.N., Kurochka M.V. Structural defects in spatially reinforced compositions and their influence on material properties : Development and innovations in construction / collection of articles of the International Scientific and Practical Congress. – 2018. – P. 132–136.
4. Shilin A.A., Pshenichny V.A., Kartuzov D.V. External reinforcement of the reinforced concrete structures by the composite materials. – M. : Stroizdat, 2007. – 184 p.
5. Reinforcement of building structures. – URL : <http://rosmax.com.ua/blog/usilenie-stroitelnyih-konstruktsiy/> (date of address: 30.05.2020).
6. Klyuev S.V. Structures strengthening and restoration using the composites on the carbon fiber axis // Concrete and reinforced concrete. – 2012. – № 3. – P. 23–26.
7. 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.
8. Leonova A.N., Sofianikov O.D., Skripkina I.A. Peculiarities of the composite metal structures strengthening by the composite materials under the aggressive medium // MSCU Newsletter. – 2020. – Vol. 15. – № 4. – P. 496–509.
9. Dvornaya Z.L., Leonova A.N. Advantages and disadvantages of the various methods of an iron-concrete column strengthening // Science. Technique. Technologies (Polytechnic bulletin). – 2019. – № 2. – P. 287–289.