

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

doi: 10.51639/2713-0576_2021_1_3_38

УДК 69.07

ГРНТИ 67.11.00

ВАК 05.23.01

Методы восстановления и усиления железобетонных колонн: обзор

Скопинова Ю. С.

*БГТУ им. В. Г. Шухова, 308012, Россия, Белгород, ул. Костюкова 46*email: skopinova.yulya@bk.ru

Железобетонные колонны являются основными несущими конструктивными элементами здания, что делает их наиболее уязвимыми к износу. Ухудшение прочности железобетонных колонн может быть результатом динамических нагрузок, ударных нагрузок, плохого обслуживания, ползучести, неправильного проектирования, коррозии стальной арматуры и неквалифицированного контроля качества. Поэтому ЖБ колонны должны постоянно контролироваться на наличие признаков износа. Реабилитация и усиление существующих железобетонных сооружений стали неотъемлемой частью строительных работ. Целью данного исследования является обзор и оценка методов усиления колонн. Стальная и железобетонная обойма, усиление углеволокном и стекловолокном являются наиболее распространенными методами, которые использовались для восстановления колонн. Каждый метод усиления рассматривается с акцентом на его производительность, преимущества, недостатки, детали применения, а также факторы, влияющие на конструкцию и область применения.

Ключевые слова: железобетонные колонны, методы усиления, стальная обойма, бетонная обойма, углеволокно, стекловолокно.

Введение

Колонна – вертикальная строительная конструкция, работающая на сжатие и несущая вес опираемых на нее конструкций. В практике эксплуатации и реконструкции зданий нередко возникает необходимость увеличить способность колонны нести нагрузку. Вот в каких случаях возникает такая необходимость:

1. Обнаружение дефектов в существующей колонне
2. Увеличение нагрузок в процессе эксплуатации
3. Планы реконструкции здания.

Чтобы правильно выполнить усиление колонн здания, нужно придерживаться простого и логичного принципа, представленного такой последовательностью работ и операций [3]:

- проверка состояния существующей колонны, включая опорные части прилегающих конструкций;
- расчет реальной потребности в усилении;
- конструирование усиления, наиболее подходящего к структуре здания.

Эксперт – профессионал может сделать выводы о техническом состоянии колонны, в том числе – о главных параметрах:

- марке прочности бетона, кирпича или кладки, ее состоянии
- степени коррозии металла

- характере армирования железобетона
- геометрии колонны.

Существующие способы усиления колонн из разных материалов применяются сообразно особенностям объекта. Главное в правильном усилении – качественный расчет, который должен содержать особенности выполнения усиления на месте и включения усиливающей конструкции в работу. К примеру, если усиливается колонна со значительными повреждениями, то такое усиление довольно скоро будут исполнять работу колонны полностью. Соответственно должен делаться и расчет такой колонны – не исключено, что несущие способности существующей конструкции будут приняты равными нулю.

1. Усиление колонн путем устройства стальной обоймы

Усиление железобетонных колонн стальной обоймой является самым старым методом [4]. Техника стальной обоймы широко используется для усиления непроводящих колонн. Различные конфигурации стальных обойм, пластин, внешних связей и различных форм стали были использованы для повышения прочности колонн. Основная конфигурация состоит из продольных стальных уголков или швеллеров, закрепленных на каждом углу колонны, с которыми горизонтальные стальные листы привариваются вдоль колонны через соответствующие интервалы. Между стальной обоймой и колонной оставляется небольшое пространство, которое заполняется специальным раствором. Также может быть добавлена арматура для передачи напряжения между слоем раствора и колонной. На рисунке 1 показана контрольная колонна и различные конфигурации стальной обоймы, которые включают оболочку с угловыми секциями, швеллерными секциями и пластинами.

Преимущество: Метод стальной обоймы подходит для укрепления непроводящих и неповрежденных колонн. Кроме того, частичная стальная оболочка со стальными связями подходит для колонн с некачественным расположением связей. Кроме того, использование техники стальной оболочки приводит к минимальному увеличению размеров колонны, сокращаются затраты и время строительства.

Недостатки: Стальные оболочки могут серьезно разрушаться под воздействием агрессивных сред и пожара, неэстетичный внешний вид в случаях, когда используется сталь больших размеров. В случаях частичного стального покрытия, усиление улучшает только прочность на сдвиг.

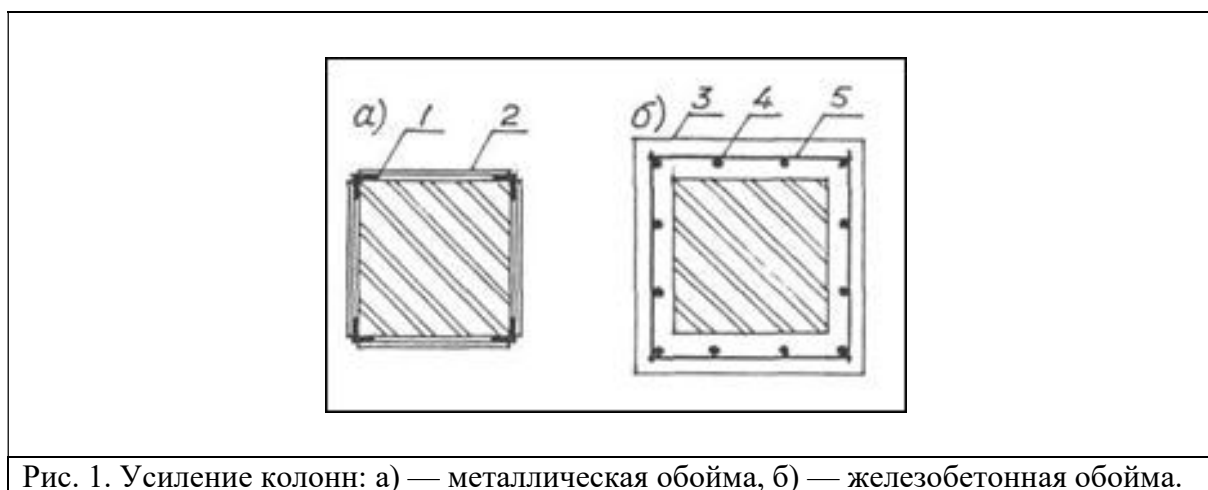


Рис. 1. Усиление колонн: а) — металлическая обойма, б) — железобетонная обойма.

2. Усиление колонн путем устройства железобетонной обоймы

Железобетонная обойма широко используется для восстановления сильно поврежденных или подверженных землетрясениям колонн [5]. Дополнительная железобетонная обойма (оболочка из арматурной стали и другого бетона) устанавливается вокруг поврежденной колонны. Клеящий материал или анкерные болты используются для улучшения сцепления между колонной и новыми слоями.

Преимущество: Бетонная обойма увеличивает жесткость конструкции, улучшает сейсмические характеристики колонны в плане осевой нагрузки, прочности на изгиб и пластичности.

Недостатки: Бетонные обоймы вызывают увеличение сечения колонн, увеличивают вес, требуют квалифицированной рабочей силы и контроля качества, стоят дороже, а их строительство занимает много времени.

3. Усиление колонн углеродным волокном

Использование углеродного волокна в усилении и ремонте элементов конструкций началось с 1960 года прошлого века. После появления в строительстве этого материала изменилась и технология усиления железобетонных конструкций, или как их еще называют – СВА (системы внешнего армирования). В разрыве прочность углеродного волокна в более чем 2 раза превышает прочность стали, но при этом вес в десять раз меньше [7].

В строительстве бетонные материалы используются уже более четырех тысяч лет, последние несколько столетий этот материал поддерживается железом, но это не помогает ему в защите от неблагоприятной внешней среды, катастроф. Только в России, на сегодняшний день, находятся тысячи домов изготовленные из железобетона, которые требуют усиления конструкции. Наиболее прогрессивным и экономичным способом является укрепление с помощью углеродного волокна.

Инновационный метод усиления конструкций основан на применении композитов. Его суть заключается в наклеивании углеволокна слоями на несущие поверхности. Размеры помещения из-за этого не меняются, толщина материала не превышает несколько миллиметров.

Преимущества усиления колонн углеволокном:

- Не увеличивает сечение и не нагружает колонну. Толщина усиления не более 3 мм.
- Сразу включается в совместную работу с колонной.
- Не требует применения подъемных механизмов и сварных работ.
- Экономически выгоднее по сравнению с традиционными методами усиления.
- Они также не имеют проблем с коррозией, как в случае стальной оболочки и обладают высокой устойчивостью к химическим воздействиям. Они являются защитными при пожаре.

Единственным недостатком этого метода является его высокая стоимость.

4. Усиление колонн стекловолокном

В последние годы использование стекловолокна в качестве материала для усиления бетонных конструкций проявило значительный интерес в строительной индустрии из-за его экономической стоимости и высокой прочности [7].

Для изготовления композитных материалов с матрицей из термоактивных синтетических смол применяется неорганическое стекло. Такой наполнитель имеет несвойственные стеклу характеристики — не бьется, легко гнется, обладает огромной прочностью. Благодаря этому стекловолокно становится отличным армирующим материалом. Результат его применения аналогичны итогу армирования углепластиком. Дополнительный плюс усиления стекловолокном — сравнительно низкая стоимость.

Преимущества: Стоимость стекловолокна более приемлема, чем других волокон. Химическая стойкость стекловолокна высока, поэтому оно подходит для коррозионных сред, кроме того, оно обладает термостойкостью.

Недостатки: Стекловолокно чувствительно к истиранию при транспортировке, также оно относительно хрупкое.

Заключение

В данной статье рассмотрены методы усиления железобетонных колонн. Из обзора можно сделать следующие выводы:

1. Методы усиления путем устройства стальной обоймы широко используются для усиления железобетонных колонн благодаря легкодоступным методам проектирования для бетона со стальной обоймой. Стальные обоймы обеспечивают пассивное боковое давление, аналогичное внутреннему поперечному армированию, которое активизируется, когда колонна расширяется в боковом направлении под действием осевой нагрузки.
2. Бетонные обоймы включают в себя добавление бетона, продольной и поперечной арматуры в виде оболочки, которая окружает существующий элемент. Этот метод усиления улучшает на колонне осевую, сдвиговую, изгибную прочность и жесткость. Сцепление между старым и новым бетоном следует предварительно усилить, придав шероховатость поверхности исходного элемента.
3. Полимеры, армированные углеродным волокном, используются для укрепления и восстановления бетонных колонн, балок и перекрытий. Композит из углепластика имеет много преимуществ по сравнению с другими традиционными методами. Листы углепластика имеют высокое соотношение прочности и веса, очень высокую устойчивость к коррозии и химическим воздействиям, что делает их, в отличие от стальных листов и бетонных обойм, пригодными для конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред.
4. Полимеры, армированные стекловолокном, являются отличными композитами для усиления колонн. Они показали высокую долговечность и производительность, и широко применяются в строительстве из-за своего легкого веса и минимального увеличения размеров элементов. Кроме того, технология усиления с помощью стекловолокна не требует больших затрат времени.

Список литературы

1. Андрианов К. А. Расчёт усиления конструкций перед реконструкцией и капитальным ремонтом: учебное пособие / К.А. Андрианов, В.И. Леденев, И.В. Матвеева. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 112 с.
2. Бадьин Г.М. Усиление строительных конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий: учеб.пособие / Г.М. Бадьин, Н.В. Таничева. — М.: Изд-во Ассоциациястроительных вузов, 2010 (Курган). — 111 с.
3. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. СПб: Издательский Дом KN+, 2001. – 140 с.
4. Калинин А. А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений: Учебное пособие/ Издательство Ассоциации строительных вузов. М., 2004. – 160 с.
5. Танаев В. А. Проектирование усиления строительных конструкций: Учебное пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. – 96 с.
6. Ширшиков Б. Ф., Ершов М. Н. Реконструкция объектов. Организация работ. Ограничения. Риски: Научное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 121 с.
7. Юдина А.Ф. Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений: учеб. пособие/А.Ф. Юдина. — 3-е изд., стер. — М.: Академия, 2014. — 319 с.

Methods of restoration and strengthening of reinforced concrete columns: an overview

Skopinova Yu. S.

*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
Russia, 308012, Belgorod, Kostukova st., 46*

Reinforced concrete columns are the main load-bearing structural elements of a building, which makes them most vulnerable to deterioration. Deterioration in the strength of reinforced concrete columns can result from dynamic loads, impact loads, poor maintenance, creep, improper design, corrosion of steel reinforcement and unskilled quality control. Therefore, reinforced concrete columns should be constantly monitored for signs of wear and tear. Rehabilitation and reinforcement of existing reinforced concrete structures have become an integral part of construction work. The purpose of this study is to review and evaluate methods of strengthening columns. Steel and reinforced concrete casing, carbon fiber and fiberglass reinforcement are the most common methods that have been used to rehabilitate columns. Each method of reinforcement is discussed with emphasis on its performance, advantages, disadvantages, application details, and factors affecting the design and application area.

Keywords: reinforced concrete columns, reinforcement methods, steel casing, concrete casing, carbon fiber, fiberglass.