

УДК 69

М.Н.Борлаков, студент магистратуры

К.У.Алиев, доцент кафедры «строительство и управление

недвижимостью»

2 курс, факультет «Промышленное и гражданское строительство»

Северо-Кавказская государственная академия

Россия, г.Черкесск

УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕПЛАСТИКА

Аннотация. Статья посвящена использованию углепластика для усиления изгибаемой конструкций, плюсы и минусы усиления конструкций внешним армированием. Технология приклейки аппликаций к усиливаемой конструкции.

Ключевые слова: углепластик.

*M.N.Borlakov, Master's degree student
K.U.Aliyev, Associate Professor of the Department of "Construction and
Real Estate Management"
2nd year, Faculty of Industrial and Civil Engineering
North Caucasus State Academy
Russia, Cherkessk*

REINFORCEMENT OF STRUCTURES USING CARBON FIBER

***Annotation.** The article is devoted to the use of carbon fiber to strengthen the bent structure, the pros and cons of strengthening structures with external reinforcement. The technology of gluing applications to the reinforced structure.*

***Keywords:** carbon fiber.*

Строения с длительным сроком службы, какими в идеале должны быть большинство гражданских и промышленных зданий и сооружений, не всегда будут отвечать изменившимся требованиям к ее новому назначению. Конструкция с удовлетворительной несущей способностью, эстетичным внешним видом и долговечностью может не соответствовать требованиям к новым функциям. Например, мост может быть слишком узким. Чтобы удовлетворить изменившиеся требования, сооружение может быть модернизировано, что, кроме того, может стать способом увеличения срок службы, долговечность и надежность конструкции.

Строения иногда повреждается в результате несчастных случаев. Скажем мосты Корабли, автомобили или, например, грузовики могут столкнуться с мостами, и конструкция может быть повреждена. Иногда сооружению недостаточно несущей способности для того чтобы перевозить грузы либо из-за неправильной конструкции, либо из-за ошибок при строительстве. Кроме того, причинами ремонта или модернизации могут быть расширение мостов или проблемы, вызванные временной перегрузкой.

В каждом конкретном случае следует определить, является ли более экономичным усиление существующего элемента или ее замена. С учетом экологических и экономических аспектов невозможно заменить все конструкции. Во многих случаях выгодно принять меры по существующему элементу, а не возводить новую. Существующие конструкции имеют предполагаемый срок службы и должны выполнять определенную функцию в течение этого времени.

Проблемы для непосвященного человека модернизация может рассматриваться как небольшое и простое изменение существующей конструкции. Однако усилить существующую конструкцию зачастую сложнее, чем возвести новую. Необходимо учитывать существующие материалы, часто находящиеся в ухудшенном состоянии, нагрузки во

время усиления и существующую геометрию. В некоторых случаях также может быть трудно добраться до областей, которые нуждаются в усилении.

Дефекты, возникшие в процессе эксплуатации зданий, а также снижение характеристик материалов, связанное с их старением, и изменившиеся экономические условия требуют особого подхода к модернизации зданий или их реконструкции.

Для оценки технического состояния строительных конструкций, в зависимости от количества дефектов и степени их повреждения, согласно СП «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений», принята классификация категорий технического состояния, представленная в Таблице 1.

Конструкция исчерпала свою несущую способность, если малое приращение внешней нагрузки способно вызвать непрекращающийся рост деформаций и последующее разрушение.

Таблица 1 - Категории технического состояния строительных конструкций.

Наименование категории	Характеристика категории
Исправное состояние	отсутствие дефектов и повреждений, влияющих на снижение несущей способности и эксплуатационной пригодности
Работоспособное состояние	некоторые из численно оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта, норм и стандартов, но имеющиеся нарушения требований, например, по деформативности, а в железобетоне и по трещиностойкости, в данных конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и несущая способность конструкций, с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений, обеспечивается
Ограниченно работоспособное	имеются дефекты и повреждения, приведшие к некоторому снижению несущей способности, но

состояние	отсутствует опасность внезапного разрушения и функционирование конструкции возможно при контроле ее состояния, продолжительности и условий эксплуатации
Недопустимое состояние	снижение несущей способности и эксплуатационных характеристик, при котором существует опасность для пребывания людей и сохранности оборудования (необходимо проведение страховочных мероприятий и усиление конструкций)
Аварийное состояние	повреждения и деформации, свидетельствующие об исчерпании несущей способности и опасность обрушения (необходимо проведение срочных противоаварийных мероприятий)

Изгибаемые железобетонные конструкции, в зависимости от вида повреждений и необходимости повышения прочности различных сечений по длине элемента, подвергаются усилению в разных зонах: растянутой, сжатой, опорной.

Не только финансовые и структурные аспекты должны лежать в основе решений об усилении и выборе метода усиления, но также должны учитываться экологические и эстетические аспекты.

Благодаря ряду преимуществ, таких как: малый собственный вес и толщина, высокая способность к линейно - упругому деформированию, стойкость к коррозии, легкость установки, композиционные материалы находят все большее применение в строительстве. Также успех полимеров, армированных волокнами, связан с обеспечением сохранности связи между композитами и основным материалом конструкции в течение всего срока службы конструкции.

Для железобетонной конструкции несколько случайных переменных влияют на несущую способность. Пропускная способность бетона, свойства стальной арматуры, длина внутреннего рычага, способ разрушения и крепления арматуры - все это важные переменные для

конструкции, подверженной изгибу. Если та же конструкция усилена с помощью углепластика, связанного снаружи, то могут быть добавлены новые переменные, свойства композита и, например, новые режимы разрушения. С другой стороны, когда конструкция будет усилена, можно провести полевые измерения, которые могут дать более точное описание существующих материалов, размеров и возможных дефектов конструкции. При применении усиления длина внутреннего рычага для композита может быть детерминированной.

Для склеивания пластин сталь в большинстве случаев вытесняется композитами из конкуренции. Углепластик, как обсуждалось, не подвержен коррозии, может иметь любую длину и обладает высоким соотношением жесткости к весу. Хотя весовой аспект не так важен в мостах, как в других отраслях промышленности, снижение веса является преимуществом во время работы на строительной площадке.

Малый вес облегчает обработку материала на стройплощадке и не изменяет частоту первоначальной конструкции. Кроме того, композиты поддаются формованию и могут быть приданы любой желаемой форме.

Склеивание пластин FRP можно разделить на три типа: склеивание ламинированных пластин, склеивание из холстов и армирование вблизи поверхности, NSMR. Склеивание ламинированных пластин подразумевает, что предварительно изготовленный, часто пултрудированный, композитный ламинат приклеивается к поверхности бетонной конструкции.

Метод ручной укладки характеризуется сухими волокнами и матрицей, которые систематически наносятся на поверхность, и в этот момент композит создается и склеивается. Были опыты исследования, можно ли использовать цементирующую смесь в качестве матрицы для ручной укладки, и пришел к выводу, что это имеет большой потенциал, но необходимо ответить на многие вопросы.

Но с развитием технологии изготовления, производство таких композитов в России становится более дешевым. Увеличение срока эксплуатации материалов приводит к снижению стоимости обслуживания и ремонта зданий и сооружений.

Основная сфера применения элементов внешнего армирования из углепластика - усиление железобетонных конструкций. Благодаря этому методу можно повысить жесткость и сейсмостойкость железобетонных каркасов высотных зданий.

Прежде чем усилить конструкцию, необходимо предпринять определенные шаги. Подготовка будет отличаться в зависимости от выбранного типа укрепления, но некоторые этапы являются общими. Если внутренняя арматура подвержена сильной коррозии или если хлориды сильно загрязняют бетон, проржавевшие стержни и бетон следует удалить и заменить, чтобы предотвратить отслоение бетонного покрытия.

На рисунке 1 показано, как мелкие отверстия и полости были заделаны шпаклевкой, а затем отшлифованы.



Рисунок 1: Шлифовка шпаклевки для ремонта повреждения.

Эти два требования вместе подразумевают, что поверхность должна быть обработана пескоструйной обработкой, а иногда и отшлифована, прежде чем можно будет приступить к работам по усилению.

Большинство систем ручной укладки требуют, чтобы бетон был обработан грунтовкой перед склеиванием.

Грунтовка быстро и легко наносится на бетон мягким валиком, см. рис. 2. Грунтовка используется не во всех системах усиления, и всегда следует следовать рекомендациям производителя каждой системы.



Рисунок 2: Нанесение грунтовки на чистую и гладкую бетонную поверхность.

После подготовки можно наносить укрепляющую систему. При ручной укладке холстов работы начинаются с нанесения клея на подготовленную поверхность с помощью валика. Затем волокна укладываются на место. Ролик используется для выпрямления волокон и удаления всех больших пустот. Обычно на волокнах имеется бумажная или пластиковая пленка, облегчающая обработку. В этом случае покрытие снимается перед нанесением другого слоя эпоксидной смолы. В

случае, когда требуется много слоев, последние этапы повторяются до тех пор, пока не будет достигнута желаемая толщина.

Склеивание ламинированных плит начинается с заполнения неровностей поверхности шпаклевкой, то есть высоковязкой смолой, используемой для склеивания ламината. Затем на ламинат наносится эпоксидная смола, и ламинат устанавливается на место. Давление на ламинат прикладывается валиком или вручную, чтобы эпоксидная смола была равномерно распределена. Склеивание стеклопластика из холстов показано на рисунке 3, а склеивание ламинированных пластин - на рисунке 4.



Рисунок 3: Расположение рук. Светлый цвет показывает бумагу, которую нужно удалить, Тельстен и Каролин (2002) [12].



Рисунок 4: Склеивание ламината

Список использованных источников

1. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» - М., 2004 . [Электронный ресурс] // «АО НПП “Техкранэнерго” Нижегородский филиал».URL: <https://tk-servis.ru/lib/588/> (дата обращения: 11.05.2022).

2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3) таблица 6,14; 6.2.8. [Электронный ресурс] // Минстрй росии» URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/1887/> (дата обращения: 21.05.2022).

3. Кодыш, Э.Н. Совершенствование метода расчета каркасов реконструируемых зданий / Э.Н.Кодыш, Н.Н.Трекин, Н.Г.Келасьев // Промышленное и гражданское строительство. - 2006. - №2. - С. 16-18. [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека

«eLIBRARY.ru» URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9189829> (дата обращения: 13.05.2022)

4. Бедов, А. И. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений / А.И. Бедов, В.Ф. Сапрыкин. - М.: АСВ, 1995.-192 с [Электронный ресурс] // «общедоступные БИБЛИОТЕКИ Санкт-Петербурга». URL: <https://spbib.ru/en/catalog/-/books/4184812-obsledovanie-i-rekonstrukcia-zelezobetonnyh-i-kamennyh-konstrukcij-ekspluatiruemyh-zdaniy-i-sooruzenij>. (дата обращения: 17.05.2022)

5. CONCRETE STRUCTURES STRENGTHENED WITH NEAR SURFACE MOUNTED REINFORCEMENT OF CFRP Björn Täljsten, Anders Carolin and Håkan Nordin Division of Structural Engineering, Department of Civil Engineering Luleå University of Technology, SE-971 87 Luleå, SWEDEN [Электронный ресурс] //ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/245441524_Near_surface_mounted_FRP_reinforcement_for_strengthening_of_concrete_structures(дата обращения: 14.05.2022).