

## УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Москвин Ар.Ю., Москвин Ан.Ю.  
(научный руководитель — Ходяков В.А.)

### Аннотация

В современном обществе очень резко стала проблема, связанная с износом конструкций. Многие дома, мосты и сооружения уже сейчас нуждаются в усилении и увеличении несущей способности. Огромные деньги из бюджета страны выделяются на модернизацию существующих сооружений.

Обычно усилением конструкции пользуются тогда, когда несущая способность была уменьшена в результате повреждения. Причинами модернизации сооружения являются ошибки при проектировании, а также в случае перераспределения нагрузки из-за реконструкции здания, а также в целях мер по профилактике, укреплению сооружения и увеличения срока его службы.



Рисунок 1 – Усиление традиционным методом

Сейчас в строительстве способы усиления строительных конструкций принято делить на две большие группы: традиционные и современные. Традиционный метод основан на увеличении площади приложения сил и к возрастанию площади поперечного сечения арматуры (рабочей), современный же метод основан на использовании материалов высокой прочности, таких как углеродное волокно и фибро армированные пластики. Первый способ увеличения несущей способности конструкций

сооружения относится к методу «чем больше, тем лучше», второй же к методу качественного усиления.

Нетрадиционный метод увеличения несущей способности строительных конструкций и сооружений начали разрабатывать еще в конце XX века. Еще тогда он задумывался как замена традиционному методу. А появился он благодаря такому высокотехнологичному изобретению, как искусственное углеродное волокно или же просто углеволокно.

Это — материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 5 до 15 мкм, образованных преимущественно атомами углерода. Атомы углерода объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу. Он применяется в виде холстов и лент, а также пластин и сеток. Нетрадиционный метод усиления углепластиком относят к внешнему армированию, так как материалы крепятся на конструкцию с помощью монтажных клеев (полимерцементного или эпоксидного). Они эффективно реагируют деформации конструкции и в них возникают большие приращения усилий.

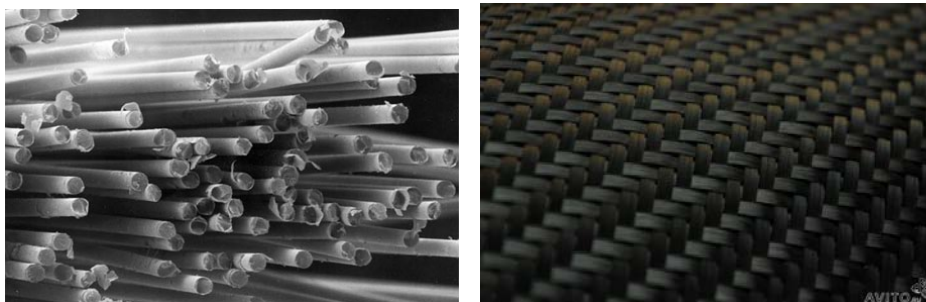


Рисунок 2 – Углеродное волокно

Из-за этого свойства нетрадиционный метод получил хорошее развитие в усилении железобетонных конструкций. Предельное значение этих материалов на растяжение на столько больше чем у бетона, что разрушение усиленной углеволокном конструкции происходит по контактному слою, где нанесен эпоксидный клей, между элементом армирования и волокном. За исключением работы поперечных углеволоконных бандажей для колонн.

Главным же плюсом нетрадиционного усиления является:

- Прочность материалов составляет около 3000 МПа на растяжение
- Легчайшие ФАП (плотность 1,8 г/см<sup>2</sup>) –не утяжеляют конструкцию
- Толщина ламината (около 1 мм) позволяет сохранить объемно-планировочные решения

- ФАП имеет небольшие трудозатраты на производство работ (они не требуют сварки, инъектирования, зачеканки, подъемных механизмов)
- Можно продолжать работу во время усиления
- Сокращает сроки производства работ минимум в два раза

При этом процесс усиления значительно упрощается.

Нетрадиционный способ повышения прочностных характеристик конструкций наиболее оправдан при необходимости усилить уникальные или дорогостоящие конструкции такие как: памятники архитектуры, различные транспортные сооружения, а также гидротехнические сооружения, реконструкция которых другими способами затруднительна или невозможна вообще. Технологии нетрадиционного усиления являются, на сегодняшний момент, наиболее перспективным и практичным способом увеличения эксплуатационных характеристик конструкций.



Рисунок 3 – Усиление железобетонной балки углеволоконным пластиком

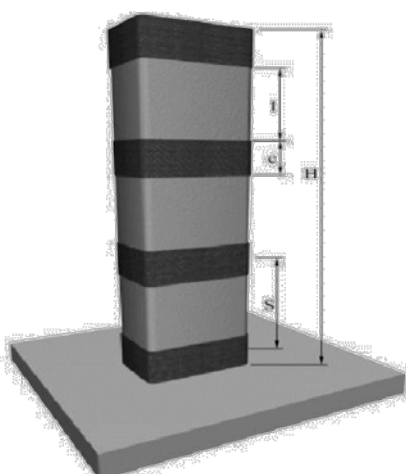


Рисунок 4 – Усиление колонны углеволоконными лентами

Частой причиной разрушения железобетонных конструкций является перегрузки отдельных элементов, коррозия, ошибки проектирования и производства, а также еще множество факторов. Особое внимание стоит обращать на те элементы, которые невозможно заменить, или на те, которые очень дорого приобретать. Это касается мостов, тоннелей, памятников архитектуры и гидротехнических сооружений. В таких случаях внешнее армирование углеволокном не заменимо. Так как материалы, применявшиеся в нетрадиционном методе, стоят дорого, то усиление рядовых конструкций таким способом не применяется.

С помощью внешнего армирования можно усиливать сжатые железобетонные элементы типа колонн, пилонов двумя способами. Первый: для усиления небольших (коротких) элементов применяют бандажи из углепластика, которые позволяют создать «обойму». Второй: установка холста из углеродного пластика вдоль сжатого элемента.

Также нестандартный способ армирования позволяет усиливать гибкие колонны. Для этого продольные элементы устанавливаются так, чтобы не изменилось расположение физической оси сечения.

### Заключение

В заключении можно сказать, что усиление углеродным волокном является отличной заменой традиционного усиления. Углеволокно является очень легким и прочным материалом, способным выдерживать большие нагрузки. Хотя оно и имеет свои недостатки, такие как: цена и низкая огнестойкость. В будущем эти проблемы скорее всего разрешатся, а это значит, что стоит продолжать исследования и применение данной технологии.

### Литература

1. Усиление конструкций зданий и сооружений. – 2010 г. – [http://rsustroy-servis.ru/uslugi/usilenie\\_konstrukcij\\_zdanij\\_i\\_sooruzhenij/](http://rsustroy-servis.ru/uslugi/usilenie_konstrukcij_zdanij_i_sooruzhenij/)
2. Усиление конструкций. – 2015 г. – <http://gidrobarrier.ru/strengthen.html>