

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Руднев И.В., Токарева А.Р., Кондуров Н.К.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Современный уровень развития техники вызывает необходимость создания новых материалов, обладающих особыми, не присущими природным материалам свойствами. К таким новым материалам относят композитные материалы, которые за относительно короткий период времени превратились из материалов, предназначенных для военно-стратегических объектов в материалы широкого применения.

Современные композитные материалы на основе реактопластов, армированных волокнами, обладают свойствами, превышающими по некоторым показателям свойства традиционно применяемых материалов (стали, алюминиевых и титановых сплавов, древесины). Еще одним плюсом является то, что повышение удельных характеристик композитов, не влияет на увеличение их веса, а напротив, делает конструкцию легче и прочнее. Уникальность композитов заключается в том, что можно заранее запроектировать изделие с необходимыми свойствами, для конкретной области применения.

В строительстве они используются в качестве конструкционных и отделочных материалов. Самый известный строительный композит – искусственный камень, без которого сложно себе представить современные офисы, магазины и кухни. Благодаря легкости, прочности, долговечности, стойкости к огню и коррозии искусственный камень оказался на порядок более практичным и удобным в использовании, чем камень натуральный.

В гражданском строительстве композиты применяются в качестве конструкционных и отделочных материалов. Применение композитов обеспечивает сокращение общих расходов на строительство и последующую эксплуатацию, повышение производительности, теплоизолирующей способности, огнестойкости, снижение веса конструкций и изделий, долговечность конструкций и их устойчивость к коррозии, а также решает проблему изношенности трубопроводных систем. В промышленном строительстве композиты применяются при строительстве систем вентиляции и дымоотведения, водоснабжения, канализации и отвода сточных вод, шлакоудаления. Активно применяются композиты на предприятиях химической и нефтехимической, горно-обогатительной, целлюлозно-бумажной промышленности. Для обеспечения безопасности движения на дорогах композиты используют при установке пешеходных мостов через автомобильные и железные дороги, а также безопасных столбов освещения, информационных щитов и остановок общественного транспорта. Благодаря применению композитов, удастся в короткие сроки произвести монтаж таких конструкций и обеспечить необходимый уровень безопасности.

Одним из уникальных свойств композита можно считать способность перераспределять энергию удара, в результате чего, композитный элемент деформируется, гася приложенную силу удара. Это свойство используют при создании стеклокомпозитных опор сооружения. Немало летальных исходов происходит именно из-за столкновения транспортных средств с бетонными столбами, не способными к упругой деформации. Стеклокомпозитный столб перераспределяет энергию удара, деформируясь и смягчая удар при столкновении.

Применяются в строительстве и слоистые материалы. Примером является трехслойная стеклопластиковая панель с асбестоцементными обшивками на стальной раме. Сэндвич-панели потолочных перекрытий и стеновые панели с применением стеклопластиков обладают гораздо меньшим весом, в сравнении с железобетонными и кирпичными панелями.

В последние годы широко применяется система внешнего армирования строительных конструкций на основе углеродных лент и ламелей FibArm. Эта технология актуальна и эффективна как для ремонта существующих зданий, так и для усиления элементов конструкции строящихся объектов. Система внешнего армирования позволяет устранить ошибки проектирования или исполнения работ, увеличить эксплуатационные характеристики несущих железобетонных конструкций. Технология предполагает наклеивание высокопрочных материалов на поверхность усиливаемой конструкции с помощью эпоксидных компаундов. Преимуществами применения являются: сокращение временных и трудовых затрат, отсутствие необходимости в применении строительной техники, возможность проводить работы без остановки эксплуатации зданий и сооружений.

При расчете усиления углепластиком железобетонных балок применяются следующие формулы:

1) деформация в конструкции от действующих нагрузок:

$$\varepsilon_b = -\frac{M_0 \cdot x}{E_b \cdot I_{red}},$$

где M_0 – начальный максимальный изгибающий момент, x – высота сжатой зоны бетона, E_b – начальный модуль упругости бетона, I_{red} — момент инерции;

2) Расчетная прочность:

$$R_{ft} = -\frac{C_E}{\gamma_f} \cdot R_f,$$

где R_f — нормативная прочность углепластика на растяжение, C_E — коэффициент условия работ углепластики, γ_f — коэффициент надежности по материалу;

3) Коэффициенты условия работы:

$$K_m = \frac{1}{60 \cdot \varepsilon_{ff}} \cdot \left(1 - \frac{n \cdot E_{ff} \cdot t_f}{360000}\right) \leq 0,9 \text{ при } n \cdot E_{ff} \cdot t_f \leq 180000,$$

$$K_m = \frac{1}{60 \cdot \varepsilon_{ff}} \cdot \left(1 - \frac{90000}{n \cdot E_{ff} \cdot t_f}\right) \leq 0,9 \text{ при } n \cdot E_{ff} \cdot t_f > 180000,$$

где E_{ff} – модуль упругости углепластика, t_f – толщина слоя углепластика;

4) Напряжение в углепластике:

$$\sigma_f = \frac{\varepsilon_{bul} \cdot E_f}{1 - \frac{\omega}{1,1}} \cdot \left(\frac{\omega}{\xi_f} - 1\right) - \varepsilon_{bt} \cdot E_f,$$

где ε_{bul} – предельная относительная деформация бетона при непродолжительном действии нагрузки, E_f – расчетное значение модуля упругости углепластика; ω – характеристика сжатой зоны бетона, ξ_f – относительная высота сжатой зоны;

5) Предельный изгибающий момент:

$$M_{ult} = A_f \cdot \sigma_f \cdot (h - 0,5 \cdot x) + A_s \cdot R_s \cdot (h - 0,5 \cdot x) + A'_s \cdot R_{sc} \cdot (0,5 \cdot x - a'),$$

где A_f , A_s – площади сечения углепластика и арматуры соответственно, a, h – геометрические размеры сечения балки, R_s , R_{sc} – расчетные сопротивления арматуры.

Недавно в Башкирии пять мостов были усилены с помощью системы внешнего армирования продукцией производства «Препрег-СКМ». По мостам, которые прошли усиление несущих конструкций, было перевезено крупногабаритное оборудование ОАО «Газпром нефтехим Салават». Высота оборудования составляла 54 метра, а вес 91 тонна, а также по мостам на стройплощадку были доставлены колонны и тяжеловесные реакторы Р-101 весом 446,7 тонн и Р-102 - 349,2 тонн. Мосты были усилены без перекрытия движения. Ещё одним примером применения технологии является, осуществленное в 2015 году, усиление сводов первого корпуса Кремля.

Методом вакуумной инфузии на трассе Москва-Смоленск был построен первый в мире пешеходный мост. Существенно удешевляет строительство таких мостов тот факт, что их сборка занимает один-два дня.

Сегодня применение композиционных материалов в строительстве осложняется тем, что Главгосэкспертиза не пропускает инновационные проекты по причине отсутствия свода правил на новые технологии. Однако, использование композитных материалов в строительстве имеет большую перспективу.

Список литературы

1. Эрднэбилэг, С. Усиления железобетонных балок перекрытия углепластиком / Эрднэбилэг, С./ Молодой ученый. – 2015. – №11. – С. 477-481.
2. ЭЗКМ/Композитные материалы [Электронные ресурсы] Режим доступа. - URL: <http://ezkm.ru/kompozitnyie-materialyi-i-texnologii> - 15.12.2016.

