

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПЫТАНИЕ 1-2 УСИЛЕННЫХ БАЛОК

Ашрабов А.А., Раджабов Т.Ю., Мирмухаммедов М.М. (ТИПСЭАД)

В дорожной отрасли Узбекистана, включающей в себя обширный комплекс вопросов, связанных с проектированием, строительством, ремонтом, реконструкцией и эксплуатацией сооружений, преимущественное распространение получила технология внешнего армирования мостовых конструкций с использованием металлических закладных (накладных) деталей. Совместная работа бетона со стальными армирующими элементами обеспечивается различными способами: анкерами и связями, концевыми упорами. Широкое распространение таких конструкций применительно к железобетонным балкам пролетных строений способствовала снижению трудозатрат по ремонту моста за счет передачи на металлический лист функций опалубки.

Однако не для всех конструкций указанная простота усиления рёбер (балок) реализуется. С увеличением толщины ребра, вызванным увеличением пролёта балки, работы по усилению усложняются и при длине балок 24 м и выше становятся сопоставимы по затратам с заменой балок на новые. Не всегда оказывается эффективным и усиление с использованием внешней напрягаемой арматуры (пучков и прядей) из-за большой стоимости подобной технологии.

В табл. 1, 2 представлены основные характеристики исходных волокон названной номенклатуры (основное волокно, используемое в зарубежной практике).

Таблица 1 - Характеристики волокон

Тип волокна	Модуль упругости – E, ГПа	Прочность при растяжении, Н/мм ²
Углеродное	240 – 640	2500 – 4000
Арамидное	124	3000 – 4000
Стекловолокно	65 – 70	1700 – 3000
Полиэфирное	12 – 15	2000 – 3000

Таблица 2 - Характеристики ламинатов

Характеристики	Значения характеристик
Модуль упругости – E, МПа	165000 . 300000
Прочность при растяжении, МПа	3100 . 1600
Плотность, г/см ³	1,5 . 1,6
Объем углеродных волокон в матрице, %	> 68
Термоустойчивость лент, .С	150
Предельная деформация при разрыве, %	1,7 . 0,45
Размеры, ширина/толщина, мм	50 - 120/1,2 - 1,4

При внешнем армировании тканые ленты и композиты на их основе приклеивают к бетону двухкомпонентным эпоксидным клеем. Характеристики одного из составов клея представлены в табл. 4.

Таблица 4 - Характеристики клея

Характеристики	Значения характеристик
Смешиваемые пропорции компонентов А – основа; В – отвердитель	А : В = 3 : 1
Плотность после перемешивания, кг/дм ³	1,77
Срок пригодности приготовленной смеси при +35 .С, ин	40
Усадка, %	0,04
Модуль упругости – Е, МПа	12800
Прочность на срез (приклейка к бетону), МПа	> 15
Коэффициент температурного расширения в диапазоне -10 .С . 40 .С	0,9·10 ⁻⁵

Механические свойства композитных материалов, армированных различными видами волокон, зависят от:

- механических свойств самого волокна;
- силы сцепления вяжущего вещества и волокна;
- объема армирующих волокон в композите;
- ориентации армирующих волокон в композитном материале.

В табл. 5 в качестве примера представлены характеристики (прочность на растяжение) шести видов КМ в сравнении с основными видами применяемых в мостостроении металлов.

Таблица 5 - Сравнение по прочности КМ и металлов

Виды материалов	Металлы			Композиты					
	Сталь	Al	Ti	Стекло-пластик E-glass	Стекло-пластик S-glass	Арамид	Углепластик класс HS	Углепластик класс IM	Базальтопластик
Прочность на растяжение, МПа	350÷1300	100÷400	450÷1000	150÷1100	430÷1800	400÷1600	700÷2100	800÷2700	550÷2000

В монографии [2] по применению КМФ подчёркнуто, что все решения по ремонту и усилению конструкций в каждом конкретном случае являются индивидуальными, имеющими свою специфику. Однако имеются и общие рекомендации по усилению. Например, в каких-то случаях предварительная (перед наклейкой КМФ) подготовка поверхности бетона может включать в себя инъектирование трещин, защиту оголённого арматурного каркаса, нанесение праймера на бетон, восстановление повреждённого бетона полимерными составами перед приклейкой композита.

Только после качественного выполнения работ по подготовке бетонной поверхности можно осуществлять усиление.

Основными областями усиления железобетонных элементов композиционными материалами на основе фибры (КМФ) по условиям работы конструкции являются:

-увеличение несущей способности изгибаемой железобетонной балки или плиты путём приклеивания композиционного материала в растянутой зоне сечения;

-увеличение несущей способности сечения балок на действие поперечной силы установкой КМФ на опорных участках конструкции, где существует риск возникновения и развития наклонных трещин;

-увеличение несущей способности внецентренно сжатых колонн приклеиванием КМФ по периметру конструкции

Использование тканей для усиления различных конструкций возможно. Область их применения может быть ограничена как длиной пролётов (например, не менее $l=12$ м), так и сечением усиливаемой конструкции. Уточнена она может на основании опыта эксплуатации усиленных ранее конструкций.

Литература:

1. «Рекомендации по применению композиционных материалов при ремонте железобетонных конструкций мостовых сооружений». Мосавтодор, -М., 2007.
2. Шилин А.А. и др. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами. М.; ОАО " Издательство «Стройиздат» ", 2004, - 144 с.
3. Шилин А.А. Стратегия ремонта железобетонных конструкций подземных сооружений с учётом их состояния и требуемого уровня надёжности // Научное обоснование подземного строительства: Избранные труды учёных МГГУ. –М.: Изд-во Академии горных наук, 2001, -С.301-344.
4. Шилин А.А. и др. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами. М., 2007.