

## УМНЫЙ ПОДХОД К РЕМОНТУ И УСИЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ



М.В. ЛЕДИНА, ООО «БАСФ Строительные системы», подразделение концерна BASF по производству строительной химии в России

**В статье рассматривается опыт применения европейского стандарта EN 1504 «Материалы и системы для ремонта и защиты бетонных конструкций» в современных российских условиях.**

Новый европейский стандарт EN 1504 «Материалы и системы для ремонта и защиты бетонных конструкций» представляет собой систему требований, методов и подходов для решения всевозможных задач по ремонту, защите, усилению и восстановлению бетонных конструкций и сооружений.

Компания ООО «БАСФ Строительные системы» более 5 лет занимается производством материалов для ремонта, защиты и гидроизоляции железобетонных конструкций. Все эти материалы разработаны с учетом требований стандарта EN 1504.

Концерн BASF пошел в вопросе испытаний готовой продукции по следующему пути: все выпускаемые нашей компанией на территории России материалы проверяются как по отечественным методикам, так и на соответствие требованиям европейского стандарта EN 1504. При этом коренное отличие данных подходов заключается в том, что если традиционные методы лабораторных испытаний направлены на определение физико-механических характеристик самого материала, то в стандарте EN 1504 впервые прописаны требования к композитной системе, состоящей из ремонтного материала, ремонтируемой поверхности и контактного слоя. Основным нормируемым показателем прочности этой системы является сохранение адгезии, так как сами по себе высокие физико-механические характеристики ремонтного материала не являются гарантией качественного ремонта. Только сохранение композитной системы может служить основой долговечности отремонтированной конструкции.

Потребителям предлагается следующая продукция для ремонта и восстановления железобетонных и бетонных конструкций.

EMACO® – восстановление и ремонт бетонных и железобетонных конструкций.

Материалы данной серии делятся на две группы:

- для конструкционного ремонта;
- для неконструкционного ремонта.

Первая группа материалов обладает следующими прочностными характеристиками:

- прочность сцепления с бетоном через 28 суток > 2,5 МПа;
- прочность на сжатие – через 1 сутки > 30 МПа, через 28 суток > 60 МПа;
- прочность на растяжение при изгибе через 28 суток > 8 МПа.

Данные материалы могут применяться при ремонте плит проезжей части, деформационных швов, тротуарных консолей, балок пролетного строения, ригелей, опор, в том числе в зоне переменного уровня воды (EMACO® S66, EMACO® S88, EMACO® S88C и т.д.).

Вторая группа материалов имеет более низкие прочностные характеристики и предназначена для восстановления защитного слоя бетона, устранения мелких дефектов, заделки трещин, то есть для устранения разрушений, не влияющих на несущую способность конструкции (EMACO® 90).

EMACO® (MASTERFLOW®) – высокоточная цементация и монтаж оборудования.

Эти материалы представляют собой специальные составы для подливки под опорные части мостов и установки ба-

рьерных ограждений и шумозащитных экранов со следующими характеристиками (см. табл.).

Применение подливочных составов позволяет значительно сократить сроки строительства и ремонта за счет того, что суточная прочность материала уже позволяет полностью передавать нагрузку от пролетного строения.

Одной из последних разработок концерна BASF является серия материалов EMACO® Fast, специально адаптированных к российским условиям. Они предназначены для ремонта в сжатые сроки, в том числе при отрицательных температурах. Создавались материалы с учетом всех требований стандарта EN 1504. Для максимального расширения диапазона применения материалы серии EMACO® Fast представлены тремя разными типами: тиксотропный (для применения на вертикальных и потолочных поверхностях без устройства опалубки или на горизонтальных поверхностях в случае необходимости создания разуклонки), наливной (для заливки в опалубку) и наливной фиброармированный. Все материалы обладают высокой прочностью на сжатие и предназначены для конструкционного



Производственный комплекс ООО «БАСФ Строительные системы» в Московской области

ремонта, то есть случаев, когда конструкция должна воспринимать и передавать высокие статические и динамические нагрузки. До внедрения в производство вся серия прошла испытания в нескольких лабораториях концерна, в том числе в лаборатории на заводе ООО «БАСФ строительные системы» в Подольском районе Московской области. Для определения диапазона применения материалов моделировались различные условия, варьировалась температура сухой смеси, воды для затворения и окружающей среды. Сравнительный анализ проведенных исследований показал высокую сходимость результатов лабораторных испытаний.

Последними тенденциями в области ремонта бетона стало применение нанотехнологий при создании материалов. Причем основным местом приложения данных технологий является не только сам материал, но и создание бездефектного контактного слоя. Это позволило, например, в EMACO® Nanocrete R4 увеличить площадь контактной поверхности на уровне нанометров в несколько десятков раз по сравнению с классическими ремонтными материалами типа EMACO® S88, производимого той же компанией. Таким образом, количество нанодефектов стало на несколько порядков ниже.

Выполняя текущий или капитальный ремонт железобетонных конструкций, в частности мостовых сооружений, нельзя не обратить внимание на проблему конструкционного усиления. Впервые технология усиления несущих конструкций путем закрепления стальных шин эпоксидным клеем на их растянутых поверхностях была применена в 1960-х годах французским инженером Лермитом. Данная технология при всей своей прогрессивности имела следующие недостатки:

- Из-за большого веса стальных пластин при их устройстве требовалось производить много дополнительной работы, включая создание поддерживающего приспособления, необходимого в процессе полимеризации смолы, что обуславливало высокую стоимость подрядных работ и большой срок их выполнения;
- Возникающая со временем коррозия стали требовала дополнительных расходов на защиту и уход.

В 1990-х эти проблемы легко решились с революционным развитием волоконных технологий благодаря предложению швейцарского профессора Майера использовать вместо стальных пластин фиброармированные полимеры, легкие по весу, эластичные, обладающие исключительными механичес-

№	Наименование показателя	Название материала		
		MASTERFLOW® 980 (EMACO® S33)	MASTERFLOW® 928 (EMACO® S55)	MASTERFLOW® 885
1.	Максимальная крупность заполнителя, мм	10,0	3,0	3,0
2.	Удобоукладываемость, мм	210-260	270-300	
3.	Сохраняемость удобоукладываемости, мин.	Не менее 30	Не менее 30	
4.	Прочность на сжатие, МПа, не менее: - через 24 часа - через 28 суток	30	28	49
		60	60	82
5.	Прочность на растяжение при изгибе, МПа, не менее: - через 24 часа - через 28 суток	5,0	5,0	
		8,0	8,0	
6.	Прочность сцепления с бетоном, МПа, не менее	1,5	1,5	

кими характеристиками и отличной износостойкостью. В то же время была разработана технология изготовления высоконаполненных однонаправленным волокном композитных материалов с постоянной поперечной структурой.

Замена традиционной техники плакировки стальными пластинами на усиление несущих конструкций системами на основе композитных материалов позволила:

- ускорить работы по ремонту и техобслуживанию и снизить их стоимость.
- повысить несущую способность конструкции, в том числе в сейсмически неблагоприятных условиях;
- уменьшить деформации от эксплуатационных нагрузок (повышение прочности);
- увеличить долговечность конструктивных элементов;
- ограничить распространение и/или заделать участки трещинообразования (увеличение срока службы).

Предлагаемая концерном BASF система композитных материалов MBrace® для усиления железобетонных конструкций, включает в себя следующие элементы:

- ламели – ленты, полученные по технологии пултрузии;
- холсты для перевязки («обертки») обжатых или гнуто-выпуклых элементов;
- стержни как полноценная замена стальной арматуры.

Элементы композитных материалов системы MBrace® устанавливаются на клей на эпоксидной основе. В систему входят также грунтовка и выравнивающая шпатлевка. Хотя все элементы системы MBrace® устойчивы к воздействию окружающей среды, рекомендуется применить защитное покрытие Masterseal®, не в последнюю очередь из соображений эстетического восприятия конструкции после усиления.

Различие свойств композитных материалов заключается в разнообразии типов волокон, лежащих в их основе. Волокна могут быть углеродными, арамидными (торговой марки Kevlar), базальтовыми или стеклянными. Сочетание типа волокна и вида композитного материала на его основе создает для проектировщика обширное поле деятельности с возможностью выбора наиболее приемлемого для той или иной конструкции типа усиления. В помощь проектным организациям предоставляется программа расчета для системы MBrace®, дающая возможность наглядного сравнения результатов в формате 3D до и после усиления. Система MBrace® является одним из наиболее прогрессивных решений вопроса усиления несущих конструкций различных, в том числе и мостовых сооружений.

Существующие в настоящее время материалы и технологии концерна BASF позволяют восстановить практически любое мостовое сооружение на любой стадии разрушения, исключив, таким образом, понятие «ремонтонепригодности». А использование системы MBrace® создает широкие возможности для усиления мостов, имеющих ограничения по грузоподъемности, и приведения их в нормативное состояние. Тем самым создаются предпосылки для продления срока службы мостовых сооружений, построенных в 60-70 годы прошлого века и даже раньше, без проведения их масштабной реконструкции, используя в каждом конкретном случае оптимальную технологию ремонта или усиления.

**119017, г. Москва,  
Кадашевская наб., д. 14/3  
(495) 225-64-36  
www.stroysist.ru**