

НОРМАТИВНАЯ БАЗА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Гедулян С.И.

*Одесская государственная академия строительства и
архитектуры, г.Одесса, Украина*

В последние годы растущая потребность в обслуживании и ремонте строительных конструкций привела к определенному изменению в расходах на восстановление по сравнению с инвестициями в новые строения. Подсчитано, что в настоящее время в Европе инвестиции в обслуживание и ремонтные работы старых сооружений составляют около 50% общих расходов на строительство [1].

Такой быстрый рост в необходимости работ по восстановлению оказал большое влияние на формирование требований к техническим характеристикам ремонта и к материалам, используемым в обслуживании и ремонте разрушенных конструкций, так как в виду большого спроса рынок ремонтных материалов оказался буквально переполнен новыми продуктами, что не только значительно осложнило выбор наиболее подходящего материала для конкретных ремонтных работ, но так же помогло обращению на рынке продуктов, которые непригодны для ремонта железобетонных конструкций.

В июле 2005 года Европейским комитетом по стандартизации (The European Committee for Standardization, CEN) был утвержден единый нормативный документ, ставший итогом более чем 15 лет консультаций и работы профессионалов из всех областей индустрии ремонта бетона, – **Европейский стандарт EN 1504 «Материалы и системы для ремонта и защиты бетонных конструкций»**, регулирующий все аспекты процесса ремонта и защиты бетона, включая:

- определения и правила ремонтных работ;
- правильную диагностику причин повреждения;
- требования к техническим характеристикам материалов и методы их испытаний;

- контроль заводского производства и оценка соответствия, включая маркировку CE;
- методы применения на рабочей площадке и контроль качества производимых ремонтных работ.

Стандарт состоит из 10 частей, каждая из которых представляет собой отдельный структурированный документ [2].

Таблица 1. Структура стандарта EN 1504

| Номер документа | Содержание |
|-----------------|--|
| EN 1504-1 | Описывает термины и определения, принятые в стандарте |
| EN 1504-2 | Предусматривает технические требования к материалам / системам защиты поверхности бетона |
| EN 1504-3 | Предусматривает технические требования к конструкционному и неконструкционному ремонту |
| EN 1504-4 | Предусматривает технические требования к конструкционному усилению |
| EN 1504-5 | Предусматривает технические требования к инъектированию бетона |
| EN 1504-6 | Предусматривает технические требования к креплению арматурных стальных стержней |
| EN 1504-7 | Предусматривает технические требования к антикоррозионной защите арматуры |
| EN 1504-8 | Описывает контроль качества и оценку соответствия для компаний - изготовителей материалов |
| EN 1504-9 | Определяет общие правила применения материалов и систем для ремонта и защиты бетона |
| EN 1504-10 | Предоставляет информацию по применению на рабочем месте материалов и контролю качества работ |

Третья часть данного стандарта распространяется на ремонтные смеси и бетоны, используемые для восстановления объектов при конструкционном (где в проекте ремонта предполагается передача нагрузки) и неконструкционном (косметические работы) ремонте.

Документом определены 4 класса строительных ремонтных смесей: R4, R3, R2 и R1. Каждый класс отвечает индивидуальным требованиям по каждой из характеристик материала и предназначен для конкретных свойств исходного бетона в месте проведения работ для обеспечения соблюдения совместимости «ремонтный раствор – ремонтируемое основание». Несоблюдение этого условия ведет к преждевременному разрушению, к примеру, по причине различного термического расширения / сжатия и т.д.

Таблица 2. Классы ремонтных смесей и требования к их характеристикам

| Рабочие характеристики | Методы испытаний | Требования | | | |
|---|------------------|--------------------------------|----------------|-------------------|---------------------|
| | | Конструкционный | | Неконструкционный | |
| | | Класс R4 | Класс R3 | Класс R2 | Класс R1 |
| Прочность на сжатие | EN 12190 | ≥ 45 МПа | ≥ 25 МПа | ≥ 15 МПа | ≥ 10 МПа |
| Содержание ионов хлорида | EN 1015-17 | $\leq 0,05\%$ | | $\leq 0,05\%$ | |
| Адгезионное сцепление | EN 1542 | ≥ 2 МПа | $\geq 1,5$ МПа | $\geq 0,8$ МПа | |
| Ограниченное сжатие / расширение | EN 12617-4 | Определяется адгезией | | | Нет требований |
| | | ≥ 2 МПа | $\geq 1,5$ МПа | $\geq 0,8$ МПа | |
| Стойкость к карбонизации | EN 13295 | $d_k \leq$ контрольного бетона | | Нет требований | |
| Совместимость тепловых свойств (замерзание / оттаивание) | EN 12617-4 | Сила сцепления после 50 циклов | | | Визуальный контроль |
| | | ≥ 2 МПа | $\geq 1,5$ МПа | $\geq 0,8$ МПа | |
| Стойкость к ударам грозового дождя | EN 12617-4 | Сила сцепления после 30 циклов | | | Визуальный контроль |
| | | ≥ 2 МПа | ≥ 2 МПа | ≥ 2 МПа | |
| Совместимость тепловых свойств (циклы работы в сухом состоянии) | EN 12617-4 | Сила сцепления после 30 циклов | | | Визуальный контроль |
| | | ≥ 2 МПа | ≥ 2 МПа | ≥ 2 МПа | |
| Модуль упругости | EN 13412 | ≥ 20 ГПа | ≥ 15 ГПа | Нет требований | |

| | | | | |
|------------------------|------------|---|--|----------------|
| Стойкость к скольжению | EN 13036-4 | Класс I: > 40 ед. изм. при испытании в мокром состоянии | | |
| | | Класс II: > 40 ед. изм. при испытании в сухом состоянии | | |
| | | Класс III: > 55 ед. изм. при испытании в мокром состоянии | | |
| Капиллярная абсорбция | EN 13057 | $\leq 0,5 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}^{0,5}$ | $\leq 0,5 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}^{0,5}$ | Нет требований |

Ремонтные объекты представляют собой трехуровневую систему, состоящую из «старого» бетона (I), грунтовочного слоя (II) и совместимого ремонтного раствора (III).

Очень важно учитывать состояние ремонтируемого бетона и его основные характеристики (такие как модуль упругости) для разработки ремонтной смеси с соответствующими характеристиками, полностью совместимыми с исходными [2, 3].

Применяемые грунтовки позволяют улучшить сцепление ремонтного раствора с основанием за счет глубокого проникновения, обусловленного содержанием стирол-акрилатной дисперсии, и не учитывать различия в качестве его поверхности (пористости, рельефе поврежденности и т.д.) за счет ее полного покрытия перед нанесением ремонтного раствора.

Ввиду этого при разработке многокомпонентного состава ремонтных смесей необходимо учесть как минимум следующие условия, направленные на создание совместимых на всех уровнях систем (в технологическом и физико-химическом плане) «полимерцементный раствор – грунтовочный слой – поврежденная поверхность (основание)» [4]:

- реологические свойства, которые определяются методом ремонта;
- повышение адгезии к поверхности основания, в том числе за счет повышения проникающей способности;
- уменьшение усадочных деформаций, замедление влагопотерь и миграции влаги для предотвращения растрескивания материала и создания нормальных условий гидратации;
- сокращение времени твердения для скорейшего ввода объекта в эксплуатацию.

Для обеспечения данных условий целесообразно введение в состав сухих смесей твердообразных добавок, содержащих полимерные и минеральные компоненты, выполняющие соответствующие функции.

В качестве одного из наиболее эффективных методов регулирования реологических характеристик ремонтных смесей в настоящее время применяются химические добавки супер- и гиперпластификаторы на основе поликарбоксилатных эфиров, которые обладают высоким диспергирующим (пластифицирующим) эффектом, снижают вязкость, позволяют сформировать требуемую консистенцию раствора.

Для улучшения адгезии и проникновения раствора в поры и трещины ремонтируемого основания рекомендуется использовать эфиры целлюлозы, высокоактивный метакаолин, редиспергируемые порошки (РПП) и ультрадисперсный минеральный наполнитель, которые вследствие синергетического действия за счет высокой удельной поверхности и высокой водоудерживающей способностью позволяют повысить плотность структуры раствора, улучшить сцепление с основанием, исключить водоотделение и сегрегацию, повысить эффективность действия пластификаторов. Эфир крахмала обладает способностью снижать вязкость раствора при увеличении скорости сдвига, что особенно важно при нанесении ремонтной смеси методом распыления либо инъектирования. А введение небольшого количества эфира целлюлозы позволяет стабилизировать растворную смесь.

Снизить усадку в ремонтных растворах можно путем применения расширяющихся агентов – добавок, позволяющих компенсировать усадочные деформации и предотвратить растрескивания слоев материала, а так же при использовании порошков-суперабсорбентов (SAP), отдающих влагу в цементную матрицу раствора в процессе его твердения [5].

Ускорение структурообразования ремонтных растворов основано на способности добавок-«ускорителей» интенсифицировать, в основном, ионный обмен между активной поверхностью цемента и жидкой фазой. В качестве твердообразных добавок данного принципа действия применяются: формиат кальция, сульфат алюминия (сернокислый глинозём), формиат натрия, нитрат кальция, тиосульфат кальция, хлорид железа (хлорное железо) и др.

Помимо учета соответствующих классов ремонтных смесей, не менее важным является оценка воздействий, которым материал будет подвергаться после нанесения на ремонтируемое основание. Эти классы воздействий и соответствующие испытания растворов определяют срок службы систем с примененной ремонтной смесью.

Заклучение

Таким образом, тщательная диагностика и анализ основных причин возникновения повреждения, правильный выбор метода применения ремонтного раствора, проектирование его состава в зависимости от необходимого в использовании класса для обеспечения полной совместимости с основанием будут гарантировать высокое качество ремонтных работ и предотвращение дальнейшего разрушения строительных конструкций.

Summary

In article was analyzed the regulatory framework design of polymer blends for repair and restoration of construction sites.

Литература

1. Luigi Coppola. Concrete Durability and Repair Technology – Barcelona, Spain, 2005, p. 2-3.
2. Европейский стандарт EN 1504 «Материалы и системы для ремонта и защиты бетонных конструкций».
3. ДСТУ Б В.2.7-126:2011. Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови.
4. Sergey Gedulyan. Features of the Composition of Rapidly-hardening Non-shrinkage Polymer-cementitious Mortars for Repairing of Building Objects // Материалы международной конференции – Olsztyn, Poland, 2013.
5. Аль-Раммахи Наджах Наджм Абед. Высокопрочные самоуплотняющиеся бетоны с компенсированной усадкой для условий сухого жаркого климата. // ОДАБА, – О., 2013. - 20 с.

