

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

Опыт строительства и эксплуатации подземных частей зданий и сооружений, а также транспортных и коммуникационных тоннелей свидетельствует о недостатках, связанных либо с нарушениями гидроизоляции, либо с неверно принятыми проектными решениями.

Многочисленные протечки при эксплуатации, а также огромные средства на их ликвидацию ставят задачу правильного и эффективного применения современных гидроизоляционных материалов при строительстве подземных частей зданий и сооружений. В настоящее время для гидроизоляционных работ применяют битумные, полимерные, полимерные гидроизоляционные, битумно-полимерные композитные экраны и шпонки.

Традиционные, наиболее широко применяемые в строительстве гидроизоляционные оклеечные материалы — листовые, рулонные и мастичные на основе полимеров и битумов. При своих несомненных достоинствах — водонепроницаемости и химической стойкости — они имеют и серьезный недостаток: они существуют как бы отдельно от бетона и кирпича в силу различий в химической природе, что приводит к их отслаиванию в процессе эксплуатации и потере конструкцией гидроизоляционных свойств.

Основным недостатком штукатурных покрытий на основе цементных и полимерных вяжущих, жидкого стекла, битума и уплотняющих пропиток химически стойкими материалами является их разрушение в результате гидролиза в процессе эксплуатации.

Более перспективными и широко применяемыми сегодня являются цементно-песчаные штукатурные покрытия проникающего действия, химически активные минеральные компоненты которых под действием осмотического давления проникают в поры и капилляры бетона, взаимодействуют с цементным камнем, заполняют (кольматируют) поры и капилляры нерастворимыми кристаллами и перекрывают доступ для воды, сохраняя при этом паропроницаемость бетона.

Защитная композиция кольматирующих, пенетрирующих составов (в том числе класс антигидрон) предназначена для восстановления прочностных и антикоррозионных свойств бетона, железобетона и кирпичной кладки. Теоретические основы этой разработки и лабораторные исследования были начаты в 1982 г. в лаборатории Академии транспорта (г. Хабаровск, СССР) и полностью завершены в 1988 г. в Научно-исследовательском институте строительной физики (НИИСФ, Москва).

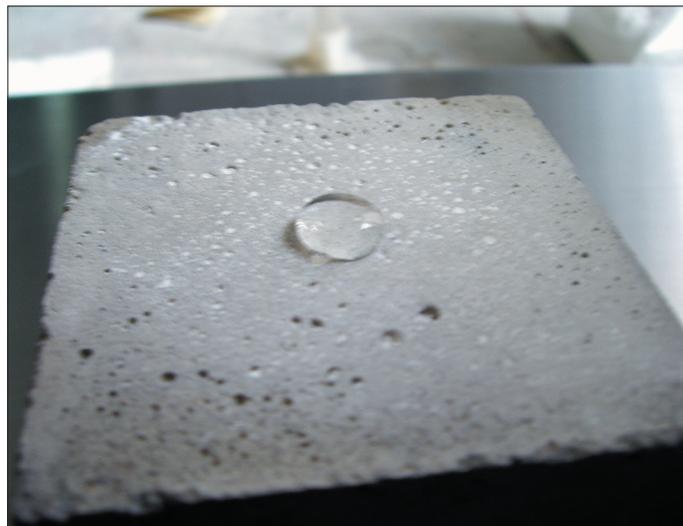
Широкое индустриальное производство и применение состава с защитной композицией начато в 1992 г. в Хабаровске. Область применения его широка благодаря доступности использования как в виде добавки в бетоны и растворы, так и в качестве защитного покрывочного слоя. Одно из отличительных свойств — простота технологии подготовки конструкций — весьма существенно для ремонта бетонов.

Ремонт и восстановление бетонных конструкций является новой областью науки о бетоне. На стыке физики, химии и математики рождается почти медицинский аналог проблемы регенерации структуры. Именно в этот период появляются первые гипотезы, практические решения и множество разночтений в сущности одних и тех же нерегулируемых процессов созревания и старения бетона.

Как известно, тяжелому бетону для приобретения свойств долговечности недостаточно времени для полноценного созревания структуры. Это время есть в резерве сроков «эстафетных» реак-

ций, начиная с гидратации цемента. Представление о процессах восстановления бетона заключается в растворении исходных метастабильных вяжущих. Скорость и объем растворения зависит от энергетических характеристик растворителя и степени разрушения связей между вяжущим и заполнителем. Продукты растворения образуют пересыщенные растворы, из которых возникают более термодинамически устойчивые гидратные новообразования. Эти гидратные новообразования характеризуются меньшей растворимостью, большей площадью поверхности и высокой плотностью.

Очевидно, что создание универсальной защитной композиции невозможно, поскольку в зависимости от начальных характеристик, условий эксплуатации и возраста на момент ремонта бетон имеет непредсказуемую степень износа. А поскольку невозможно статистически устойчиво оценить хотя бы удельные соотношения кристаллических и аморфных фаз в цементном камне, то это лишает исследователей возможности создать аппарат расчета с достоверной вероятностью межремонтной долговечности для нециклических процессов.



Совместимость защитных композиций с защищаемым материалом называется свойство образовывать в результате их реакций продукт с реологическими свойствами, подобными защищаемому материалу.

Сольватная теория процессов твердения цементного камня хорошо описывает причины его несовершенств — они заключаются в цепной незавершенности реакций гидратации. Затвердение цементного теста происходит за одну стадию, а реакции растворения вяжущего и его схватывания в удельном объеме смеси протекают эстафетно. Именно поэтому в бетоне присутствуют продукты незавершенных фазовых состояний, которые по своей физической природе могут сосуществовать только в условиях стабильного гигротермического равновесия со средой. В реальных условиях стабилизация завершается разрушением бетона.

Проникание защитной композиции в структуру бетона, растворение фазовых продуктов цементного камня и глубинная кольматация пор и полостей позволяют восстановить свойства бетона однородным ему материалом. Совместимость композиции с бетонами обусловлена его кристаллохимическим происхождением из продуктов пост- и межфазовых состояний цементного камня.

Безусловно, обеспечение совместимости композиции с бетоном возможно при надежной способности проникания ее жидкой и газообразных фаз в капиллярно-пористую структуру бетона.

Для бетонов плотностью до 2 200 кг/м³ глубина проникания составляет не менее 150 мм, а для бетонов плотностью 2 400 кг/м³ эта величина находится в пределах от 5 мм до 28 мм. Этот эффект позволяет избежать традиционной подготовки конструкции зачисткой до структурно чистой поверхности. Достаточно смачивания поверхности водой.

Представления о непроницаемости капиллярно-пористых тел обычно связано с достижением максимального заполнения пор как с поверхности (обмазочная и оклеечная изоляции), так и внутрь поровой системы (торкрет, инъекция и кофировочные составы).

Непроницаемость жидкостей с высокой поверхностью раздела — щелочей, кислот и нефтепродуктов — может быть обеспечена либо присутствием газов в капиллярно-пористой системе бетона, либо противопоставлением площади поверхности жидкости суммарной площади поверхности всей системы. Таким образом, более существенным является тип кристалла новообразования в порах бетона, и для непроницаемости не важно, насколько плотно они заполнены: площадь поверхности смачивания важнее объема заполнения пор.

Главное требование, предъявляемое к сухой строительной смеси для гидроизоляционных работ — после затворения водой и последующего твердения смесь должна образовывать непроницаемое покрытие (марка по водонепроницаемости — не менее W4) [1–3].

Как правило, поверхностная штукатурная гидроизоляция изготавливается на основе высокопрочного или быстротвердеющего бездобавочного цемента (ПЦ Д0) марок 500 и выше. В качестве заполнителя используют фракционированный песок, приближающейся по гранулометрии к идеальной кривой отсева [3]. Основные свойства сухой смеси для гидроизоляционных работ представлены в таблице.

Покрываются из гидроизоляционных составов выдерживают давление воды 0,8–1,2 МПа и более. В результате применения таких материалов водонепроницаемость бетонных или железобетонных конструкций повышается на 2–3 ступени, морозостойкость увеличивается в 1,5 раза, прочность повышается на 10–20%, к тому же конструкции приобретают защитные свойства к агрессивному воздействию кислот, солей и нефтепродуктов.

В отечественном строительстве для гидроизоляции сооружений широко используются отечественные и зарубежные сухие растворные смеси проникающего действия. Эти материалы, независимо от производителя, построены по единому материаловедческому принципу и представляют собой сухие смеси из цемента, фракционированного кварцевого песка и активной химической гидроизоляционной добавки, состав которой каждый производитель сухих смесей держит в секрете.

Технология приготовления — затворение сухой смеси водой до нужной консистенции; способ подготовки поверхности бетона — удаление цементной пленки и увлажнение обрабатываемой поверхности; способ нанесения растворной смеси — кистью, шпателем или распылителем. Всё это является общим для материалов всех фирм-производителей.

Основные свойства гидроизоляционных составов

Наименование показателя	Значение показателя	
Прочность при сжатии, МПа	1 сут.	8–10
	28 сут.	40–80
Прочность при изгибе в возрасте 28 сут, МПа	5–10	
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,5–3	
Деформация при твердении, Δ l/l, %	±0,05	
Водонепроницаемость, W, МПа	>0,6	
Морозостойкость, класс	>F200	

Физический принцип работы всех этих материалов тоже идентичен: через систему пор и капилляров активные химические вещества самопроизвольно диффундируют (проникают) в структуру бетона и создают нерастворимые кристаллические образования, которые кофатируют поры, капилляры и микротрещины бетона и делают бетон непроницаемым.

Процесс диффузии и кристаллизации протекает несколько суток. В этот период покрытие поддерживается во влажном состоянии.

После высыхания покрытия рост кристаллов прекращается вследствие отсутствия воды, являющейся средой, необходимой для протекания диффузионных процессов, — наступает так называемый диффузионный контроль.

Однако при появлении в конструкции трещин (вследствие реализации усадочных напряжений) или возникновении деформаций (в результате подвижки отдельных частей строительной конструкции) при возможном появлении воды наблюдается эффект «самозалечивания» — диффузионные процессы возобновляются, вновь начинается рост кристаллов и дополнительное локальное уплотнение бетона.

Принцип действия материалов носит комплексный характер: они улучшают структуру бетона с одновременным созданием на поверхности бетонной конструкции непроницаемого защитного покрытия, полностью совместимого с бетоном, и сочетают в себе полезные свойства проникающей, обмазочной и штукатурной гидроизоляции, а именно:

- содержащиеся в растворной смеси химические добавки образуют в порах и капиллярах бетона нерастворимые кристаллы и повышают плотность, водонепроницаемость и морозостойкость;
- слой гидроизоляции толщиной 2–3 мм уже через 5–7 сут. После нанесения выдерживает гидростатическое давление до 0,8–1,2 МПа;
- растворная смесь заполняет раковины, швы и трещины, выравнивает поверхность и может выполнять функцию финишного штукатурного покрытия.

В основном гидроизоляционные проникающие составы применяются для внутренней и наружной гидроизоляции бетонных и оштукатуренных поверхностей подземных и наземных конструкций: фундаментов, цоколей, сливов, подвалов, гидросооружений.

Причем в каждом конкретном случае следует подбирать соответствующую технологию и состав с требуемыми характеристиками.

При проектировании составов сухих строительных смесей основными условиями для обеспечения необходимого уровня свойств растворных смесей и затвердевших растворов являются: а) выбор вяжущей системы (вяжущих веществ заданных характеристик, смесей вяжущих веществ), вида и гранулометрии наполнителей и б) обоснование применения функциональных добавок. Эти условия являются равноценными для гарантии получения заданного уровня свойств.

**В. Ф. КОРОВЯКОВ, д. т. н.,
Б. В. ЛЯПИДЕВСКИЙ, к. т. н.
ГУП «НИИМострой»**

Литература

1. Урецкая Е. А., Батыновский Э. И. «Сухие строительные смеси: материалы и технологии». Научно-практическое пособие. — Минск: НП ООО «Стринко», 2001 г.
2. Дергунов С. А., Рубцова В. Н. «Модификация сухих строительных смесей». Сборник докладов 6-й Международной научно-технической конференции «Современные технологии сухих смесей в строительстве: MixBUILD». — СПб, 2004 г.
3. Словарь «“Что” есть “что” в сухих строительных смесях». Корнев В. И., Зозуля П. В. — СПб, НП «Союз производителей сухих строительных смесей», 2004 г.