

3. Юнусова С.С. Композиционные стеновые материалы и изделия на основе фосфогипса, получаемые способом полусухого прессования. Диссертация на соискание ученой степени к. т. н. Уфа: 2004.

4. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: Учеб. Для вузов. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1986.

УДК 691.327:666.923

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

¹ПОЛЕЙКО Н. Л., ¹ЛЕОНОВИЧ С. Н., ²ЖУРАВСКИЙ С. В.

¹Белорусский национальный технический университет

²ЧП «Кальматрон-М»

Минск, Беларусь

Введение. Бетонные и железобетонные конструкции, подвергающиеся многолетним воздействиям атмосферных и подземных вод, водяного пара, солей антиобледенителей и т.п. с циклическим замораживанием и оттаиванием, особенно в странах с континентальным и резко континентальным климатом, существенно снижают свои технические характеристики, в том числе долговечность, морозо- и коррозионную стойкость, в большинстве случаев уже через 5–10 лет с момента ввода в эксплуатацию.

Восстановление старых или устройство новых защитных покрытий в действующих сооружениях представляет собой сложную инженерную задачу. В связи с этим особый интерес представляют материалы и технологии, обеспечивающие нормальную работу конструкций в зоне и условиях негативных воздействий.

Виды защитных покрытий. Вопросы защиты регламентируются рядом нормативных документов, и если на территории России – действуют СНиП 2.03.11-85 [1], Изменения №1 к СНиП 2.03.11-85, СНиП 3.04.03-85 [2], а также введенный европейский стандарт EN 1504, то в Республике Беларусь нормативная база обновлена

более существенно: ТКП 45-2.01-111–2008 [3], ТКП 45-5.03-33–2006 [4], СТБ EN 1504–2009.

Согласно [2] и [4] защитные покрытия бетонных конструкций в зависимости от вида защитного покрытия подразделяются на:

1. Лакокрасочные;
2. Оклеечные;
3. Мастичные, шпатлевочные и наливные на основе синтетических смол;
4. Футеровочные и облицовочные;
5. Покрытия, нанесенные гидрофобизацией;
6. Покрытия, уплотняющиеся пропиткой химически стойкими материалами;
7. Покрытия биоцидными материалами [1, 3].

Стандарт СТБ EN 1504-2–2009 подразделяет системы защиты поверхности на три группы, в зависимости от механизма действия и области применения [5]:

1. Гидрофобизаторы (обработка бетона для получения водоотталкивающего эффекта поверхности);
2. Пропитывающие составы (обработка бетона для снижения пористости и упрочнения поверхности);
3. Покрытия (обработка бетона для получения сплошного защитного слоя).

В последние годы некоторые виды защитных покрытий утратили свою актуальность в силу ряда объективных причин, таких как высокая стоимость материалов и работ, большие трудозатраты и сложность реализации, моральное устаревание материалов и методов. В то же время появилось большое количество новых материалов по вторичной защите, в том числе зарубежных, российского производства и отечественных.

Виды материалов для защитных покрытий. Системы защитных покрытий можно разделить на четыре группы [7]:

1. Пленочные (традиционные лакокрасочные материалы);
2. Пропиточные полимерные системы;
3. Полимерные эластичные покрытия;
4. Интегральные капиллярные системы на минеральной основе.

Если рассматривать материалы для защитных покрытий с позиции применяемых вяжущих в системах, обеспечивающих изоляцию поверхности, то можно выделить две группы:

1. материалы на основе органических вяжущих (битумные, дегтевые, полиуретановые, эпоксидные смолы и т.п.);
2. материалы на основе минеральных вяжущих.

Материалы на основе органических вяжущих. Традиционные материалы на основе органических вяжущих хорошо изучены [8], в том числе известны их основные недостатки:

- необходимость нанесения только со стороны позитивного давления грунтовых вод;
- отслоение покрытия под давление паров воды, мигрирующих к поверхности бетона;
- высокие требования к подготовке поверхности;
- необходимость высушивания бетонного массива до остаточной влажности (не более 5%);
- снижение эластичности покрытия со временем (старение);
- разрушение под воздействием ультрафиолета, микроорганизмов и грунтовых вод, загрязненных углеводородами;
- низкая ремонтоспособность.

Тем не менее с не меньшей интенсивностью происходят дальнейшее изучение возможностей известных и разработка новых составов на основе органических веществ, о чем свидетельствуют публикации, научные работы и составы на рынке строительных материалов: защитные покрытия, модифицированные полимерами [9], новые составы группы «ЗПСМ» [10], полиуретановые полимерные композиции [11] (появление на рынке новых материалов «КОНСОЛИД» и «ВУК»), материалы на основе олигомеров [12], лигнополимерсиликатная композиция [13], материалы на основе полимерных отходов [14], полимерсиликатные композиции [15], материалы на основе низкомолекулярных олигодиенов [16] и др.

Материалы на основе минеральных композиций. Материалов на основе минеральных вяжущих с минеральными компонентами существенно меньше, и представлены они значительно хуже [8], [17] (хотя торговых марок достаточно много), несмотря на наиболее известных и распространенных) появилась в Дании еще в начале 50-х годов 20-го века. Фирма VANDEX первой получила

одноименный материал, позже на базе этой разработки появились пенетрирующие системы под названиями THORO, PENETRON (США), ХУРЕХ (США, Канада), DRIZORO (Италия) и др. В СССР в 80-х годах проводились исследования, результатом которых стало появление материалов КАЛЬМАТРОН, АКВАТРОН, позже КОРАЛЛ, ЛАХТА, ГИДРОХИТ и т.д.

В середине 90-х годов на российском рынке закрепились материалы группы PENETRON (США). На рынке строительных материалов Республики Беларусь составы на основе минеральных вяжущих КАЛЬМАТРОН и PENETRON (США) обосновались примерно в одно время – в начале 2000-х годов.

К 2016 году на российском рынке строительных материалов составы на минеральной основе представлены уже как зарубежными, так и собственными (российскими) производителями весьма обширно:

- ООО «Защита КОНструкций-М» предлагало среди защитных материалов следующие: КАЛЬМАТЕРМ; ГАМБИТ А-1; ГАМБИТ В-2; КАЛЬМАТРОН И КАЛЬМАТРОН-ЭКОНОМ.

- Группа WASCON предлагала сухие строительные и гидроизоляционные смеси: WASCON MSI, WASCON MS2; WASCON MF3, WASCON MP4 и WASCON MP6 (гидропломба).

- Группа компаний «Эттрилат» специализировалась на разработке, производстве и реализации высокотехнологичных строительных материалов, гидроизолирующих и специальных строительных смесей, таких как: «ГИДРО S»; ЭТТРИЛАТ; ПЛАСТ-ГИДРО; «ГИДРОТЭКС», «ЛАХТА», «ХУРЕХ» (КСАЙ-ПЕКС) ПЕНЕТРОН.

- Компания ООО «Консолит» разрабатывала и производила следующий ряд подобных материалов: CONSOLIT 540; БАРСВ45т и В45л; БАРС В60т и В60л; CONSOLIT 140 ГИДРОПЛАГ.

- Торгово-строительная компания «ТРИГЛАВ» предлагала следующие составы, производимые в Словении фирмой «КЕМА»: НИДРОКИТ; НИДРОЗАТ; НИДРОТЕС 94 и КАЛЬМАТРОН.

- ООО «Торговый дом СТРИМ» предлагало комплексную защиту зданий и сооружений, в том числе гидроизоляционные составы: СТРИМСМЕСЬ и СТРИМПЛАГ.

- ЗАО «САЗИ» предлагало: ГИДРОХИТ проникающий; ГИДРОХИТ шовный и ГИДРОХИТ пломба.

– ООО «ПОЛИЭКС-центр М» производило «Полиакватрон Ф» – гидроизоляционный материал проникающего действия, который выпускается по технологическому регламенту, разработанному ГУП НИИМосстрой.

– Среди гидроизоляционных смесей марки Garant использовались следующие материалы: GYDROISOL; GYDRISTOP.

– Сухие смеси фирмы «БИРСС» для гидроизоляции следующие: БИРСС Дихтунгшлам; БИРСС Дихтунгшлам-ТW; БИРСС Гидромиг-63.

– Торговый дом «НИИЖБ-трейдинг» предлагал ряд цементов и гидроизоляционных смесей для бетонных и железобетонных конструкций: цемент серии ГИДРО-S; напрягающий цемент НЦ; смеси проникающего действия ГИДРО-S; Гидротэкс; ГидроСИЛ-15; ГИДРОФЛЕКС и АКВАТРОН-6.

– Компания Ceresit предлагала гидроизолирующую массу для устройства жестких гидроизоляционных покрытий CR 65.

– На рынке Республики Беларусь на сегодняшний день составы проникающего действия на минеральной основе представлены намного скромнее в основном зарубежными или российскими производителями, а собственные (отечественные) производители практически отсутствуют:

– ЧП «Кальматрон-М» производит и предлагает составы КАЛЬМАТРОН, КАЛЬМАТРОН-ЭКОНОМ, КАЛЬМАТРОН-Д.

– ООО «ДаКроса» осуществляет поставки гидроизоляционной добавки ПЕНЕТРАТ (ПРОНИТРАТ).

– ООО «Пенетрон-Бел» (официальное представительство ГК «Пенетрон-Россия» на территории Республики Беларусь) поставляет ПЕНЕТРОН и ПЕНЕТРОН АДМИКС.

Несмотря на существенно меньшее разнообразие защитных составов с минеральными композициями (особенно проникающего действия) на белорусском рынке на фоне российского, даже в этом случае может возникнуть затруднение в правильном выборе защитного материала. Для оптимального выбора необходимо учитывать условия эксплуатации, конструктивные решения и свойства материалов: физико-механические, упруго-деформативные и прочностные характеристики, адгезию, технологичность при производстве работ, экологическую и гигиеническую безопасность, экономические показатели, долговечность и др.

Свойства минеральных составов. Проведенный анализ научно-технической документации показал, что в настоящее время нет единых унифицированных показателей, характеризующих качество систем защитных покрытий. В связи с этим на основании результатов многочисленных и многолетних исследований [18] были предложены для оценки защитных композиций следующие параметры:

1. Адгезия;
2. Диффузионная проницаемость для жидкости и газа;
3. Химическая стойкость;
4. Трещиностойкость;
5. Морозостойкость;
6. Водонепроницаемость.

Некоторые исследователи [19] придерживаются, что на первый план необходимо ставить требования по:

1. водонепроницаемости на прижим;
2. водонепроницаемости на отрыв;
3. паропроницаемости;
4. трещиностойкости при динамических нагрузках;
5. адгезионной прочности;
6. технологичности и простоте обработки;
7. долговечности и надежности;
8. возможности обработки влажной поверхности.

С учетом приведенной информации представляет практический интерес проведение сравнительного анализа некоторых составов на минеральной основе для ремонтных и противокоррозионных работ, поскольку научных публикаций, раскрывающих в существенном объеме свойства приведенных выше минеральных защитных композиций значительно меньше, чем публикаций о составах на основе органических веществ.

Лучше всего описаны характеристики составов линейки «Кальматрон» (публикации научных и научно-практических результатов исследований коллективов и отдельных авторов. Также можно ознакомиться с некоторыми результатами исследований по составу «Герсмесь», «Лахта» и с обзорной статьей общего представления о составе «Пенетрон Адмикс».

Критериями для сравнения характеристик следует принять основные свойства материалов:

- Стойкость к химическим агрессивным средам;
- Жизнеспособность раствора (время нахождения смеси в рабочем состоянии с момента затворения водой);
- Прочностные характеристики образцов;
- Морозостойкость;
- Водонепроницаемость;
- Толщина покрытия;
- Расход состава на кв.м.

Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица

Результаты сравнительных характеристик
минеральных составов проникающего действия

Вид состава	Стойкость к химически агрессивным средам	Жизнеспособность раствора, мин	Морозостойкость, циклов	Водонепроницаемость, W	Прочность сцепления с бетоном через 28 сут, МПа	Глубина проникновения, см	Толщина покрытия, мм	Расход, кг/кв.м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гидротэкс	+	5-60	От 300	6-10	2,6-4,8	Более 10	2-15	2,5-4,0
Акватрон	+	До 60	300	10-14	1,5-2,0	До 10	2	2-9
БАРС	-	15-30	200-300	10-16	2,5-3,0	-	-	30-40
HIDROTES	+	30	300	7	2,2	-	-	2,5-4
CONSOLIT	+/-	До 240	300	-	1,0	-	10-30	14-15
Гидро S	+/-	60	До 500	14-16	1,8-2,0	-	10-30	18-50
Эттрилат	+/-	40	До 500	12-18	2,5-3,0	-	10-20	8-18
Лакта	+	5-240	300	10-16	1,2-1,6	До 20	1,25	1-25
Пенетрон	+	30	До 300	До 14	1,7	До 25	1,2-2,0	1-2
Герсмесь	+	5-30	300	10-15	3,0	Более 10	2-4	2,4-6
Кальматрон	+	15-30	До 400	12-18	3,1	Более 15	1,5-5,0	2,4-5

Описания и технологические характеристики материалов линейки «Кальматрон». Линейка «Кальматрон» состоит: сухая смесь, состоящая из портландцемента, мелкого заполнителя (песок кварцевый) определенной granulometрии и комплекса запатентованных химически активных реагентов.

1. «Кальматрон» – гидроизоляционная смесь проникающего действия. Предназначен для гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций, сооружений и емкостей. Применение состава «Кальматрон» позволяет защитить бетон от воздействия агрессивных сред, повышению морозостойкости и прочности бетона. Бетон становится стойким к воздействию сульфатной, хлоридной, азотной и других видов агрессии. Разрешен к применению на объектах питьевого водоснабжения.

2. «Кальматрон-Эконом» – гидроизоляционная смесь предназначена для заделки швов, трещин и устройства защитных штукатурных покрытий по бетонным и кирпичным поверхностям, с обеспечением водонепроницаемости, прочности и морозостойкости. Материал обладает высокой адгезией к бетону, кирпичу, натуральному камню.

3. «Кальматрон-Д» – добавка кольматирующая для бетонов, предназначена для шумоизоляции всей толщи бетонных и железобетонных конструкций на стадии бетонирования. Использование добавки «Кальматрон-Д» позволяет исключить вторичную защиту бетона.

Заключение. По результатам можно сделать выводы:

При срочных ремонтных работах целесообразнее использовать «Кальматрон», «Гидротэкс», «Герсмесь»;

Наиболее высокое сцепление с бетонной поверхностью зафиксировано у составов «Гидротэкс», «Кальматрон», «Герсмесь», «Эттрилат»;

Морозостойкость практически у всех составов одинаковы (выдерживают до 300 циклов попеременного замораживания-оттаивания);

С позиции водонепроницаемости наилучшими в порядке убывания являются: «Кальматрон», «Эттрилат», «Гидро S», «Лахта»;

Расход материала составов (в порядке возрастания от наиболее экономных) «Лахта», «Пететрон», «Кальматрон».

Для защитных покрытий проникающего и поверхностного действия с целью получения лучшей по свойствам гидроизоляции рекомендуется применять следующие материалы: «Кальматрон», «Гидротэкс», «Герсмесь», «Лахта». При этом в случае возникновения необходимости проведения срочных работ лучше подойдет «Кальматрон» и «Гидротэкс».

Авторами не учитывался фактор стоимости составов для защитных покрытий, а также некоторые другие характеристики, которые могут повлиять на занимаемые позиции составов в текущем рейтинге их эффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии. – Введ.01.01.1986 – М:Госстрой СССР, 1985. – 55 с.
2. СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии. – Введ.01.01.1986 – М: Госстрой СССР, 1985. – 21 с.
3. Защита строительных конструкций от коррозии. Правила проектирования: ТКП 2.01-111-2008 – Введ.01.01.09 – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2009. – 130 с.
4. Антикоррозионные покрытия строительных конструкций зданий и сооружений. Правила устройства: ТКП 5.09-33-2006 – Введ.03.03.06 – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2006. – 21 с.
5. Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Определения, требования, контроль качества и оценка соответствия. Часть 2. Системы защитных покрытий для бетона: СТБ EN 1504-2-2009 – Введ.01.01.2010 – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2009 – 123 с.
6. Большаков, Э.Л. Сухие смеси для бетонов с повышенной водонепроницаемостью // Строительные материалы. – 1998. – №11. – С. 123-124.
7. Терехина, Г.С. Эффективные материалы отечественного производства для вторичной защиты железобетонных конструкций // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2009. №8. – С.8-10.

8. Железобетон в XXI веке: состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России / Госстрой России; НИИЖБ. – Москва: Готика, 2001. – 684 с.

9. Вавренюк, С.В. Эффективные защитные покрытия, модифицированные полимерами: дис. ... д-ра техн. Наук: 05.23.05 / С. В. Вавренюк. – Москва, 2006. – 241 с.

10. Зайцев, Г.Е. Новые составы и системы для защиты бетонных конструкций / Г.Е. Зайцев [и др.] / Проблемы долговечности зданий и сооружений в современном строительстве: материалы междунар. Конференции, Санкт-Петербург, 2007. – С. 344-347.

УДК 620.179.12

О «НАДЕЖНОСТИ» ГРАДУИРОВОЧНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ СКЛЕРОМЕТРИЧЕСКИХ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

СНЕЖКОВ Д. Ю., ВИТУШКО Т. В., ХАЛЕВО И. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Практика использования неразрушающего контроля прочности бетона в натуральных условиях показывает, что результат таких испытаний далеко не всегда соответствует данным экспертных методов, в частности, – метода отрыва со скалыванием и метода испытаний отобранных образцов-кернов. Ошибка может достигать 25–40%. Основная причина этого заключается не в отсутствии у пользователя так называемых «надежных» градуировочных зависимостей, связывающих косвенный параметр метода испытаний с прочностью бетона, а в принципиальной невозможности получить такие зависимости, не учитывая множество влияющих факторов имеющих место на строительной площадке: вариации состава бетона, условий транспортирования бетонной смеси и её укладки, температурных и влажностных условий твердения бетона, степени карбонизации и др.. Зачастую процедуру построения градуировочной зависимости, не позволяющей выполнить требования этих же нормативов по критерию статистической надежности. Стабильнее качество бетонной