

И. В. ПИЩ¹, Ю. А. КЛИМОШ¹, С. Е. БАРАНЦЕВА¹, А. Л. БЕЛАНОВИЧ²

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

¹УО «Белорусский государственный технологический университет»,
Беларусь, keramika@bstu.unibel.by

²УО «Белорусский государственный университет»,
Беларусь, Lab508@mail.ru

Разработан, испытан и внедрен состав импортозамещающего гидрофобизирующего покрытия для различных типов силикатных строительных материалов. Достоинствами и преимуществами разработанного гидрофобизатора являются сохранение газо- и паропроницаемости, повышение морозостойкости и коррозионной устойчивости, препятствие загрязнению, предотвращение появления высолов.

Введение. Фасады зданий и инженерных сооружений, памятники архитектуры и монументальная скульптура в условиях мегаполисов нуждаются в защите от агрессивных воздействий окружающей среды, в первую очередь воздействия влаги. Деструктивное действие воды, адсорбируемой в порах материала, усугубляется периодическим замерзанием и оттаиванием, что ведет к ухудшению его внешнего вида и постепенному разрушению.

В настоящее время в строительстве все большее распространение получает использование различных защитных водоотталкивающих покрытий, поэтому производство и потребление силиконовых гидрофобизаторов растет быстрыми темпами. На белорусский рынок поставляются импортные составы таких компаний, как Wacker, Daw Corning, Remmers, Типром, Аквафин-СМК, Пента-820 и др.

В практике строительства чаще всего применяются силиконовые гидрофобизаторы на основе алкилсиликонатов калия, алкоксисиланов, гидросодержащих силоксанов, гидроксилсодержащих силоксанов (каучуки).

Все материалы, применяемые при возведении зданий и сооружений (за исключением металла, стекла и сплошных пластиков), обладают (в большей или меньшей степени) пористой структурой. Наличие пор и капилляров позволяет строительной конструкции «дышать», обеспечивая поддержание микроклимата, благоприятного для здоровья человека.

Настоящее исследование направлено на разработку многофункционального защитного покрытия поверхности силикатных строительных материалов.

Методы исследования. При проведении исследований определялись характеристики разрабатываемого покрытия (краевой угол смачивания, плотность, вязкость, водородный показатель), а также основные эксплуатационные свойства строительных материалов, обработанных гидрофобизатором (водопоглощение, пористость, морозостойкость, механическая прочность, водоотталкивающая способность).

Экспериментальная часть. На первом этапе экспериментальных исследований предварительно был разработан опытный состав для гидрофобизации керамических стеновых материалов. В качестве компонентов покрытия нами использованы вещества различной природы в определенных сочетаниях.

В настоящее время широкое применение находят экологически чистые водно-дисперсионные лакокрасочные материалы. Они имеют в своем составе кальцийцинкборфосфатное связующее, ответственное за химическое взаимодействие наносимого состава и защищаемой поверхности с образованием нерастворимых фосфатных соединений. За счет химического взаимодействия с защищаемой поверхностью повышается адгезия покрытий, а также их долговечность [1–3].

Начальные испытания проводились на керамических стеновых материалах – лабораторных и производственных образцах ОАО «Керамин» (г. Минск) и ОАО «Керамика» (г. Витебск). Изучено влияние покрытий на состояние поверхности и основные физико-химические свойства образцов – водопоглощение, водоотталкивающую способность, впитываемость, механическую прочность при изгибе и сжатии, морозостойкость, колориметрические характеристики.

Изменение водопоглощения обработанного материала (керамического кирпича) в зависимости от природы гидрофобизирующего состава и времени насыщения приведено на рис. 1. Представлена кинетика изменения водопоглощения обработанного кирпича в зависимости от природы гидрофобизирующего состава, где отчетливо видно, что наиболее медленное насыщение образцов водой происходит после обработки 5%-ой эмульсией BS 1001, 40%

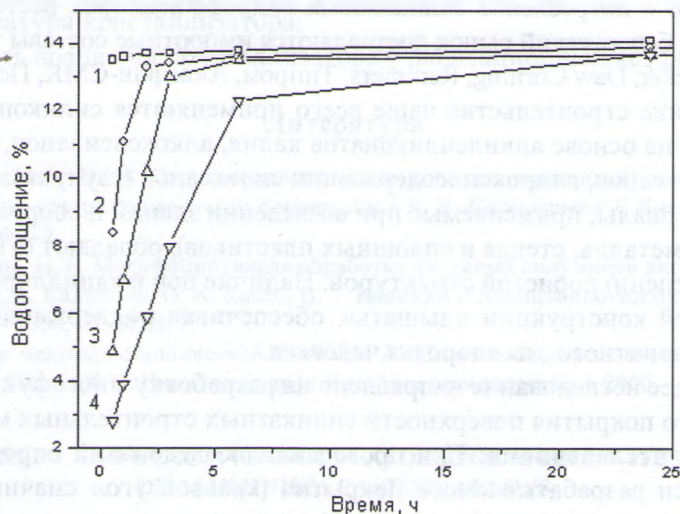


Рис. 1. Кинетика изменения водопоглощения в зависимости от природы гидрофобизирующего состава: 1 – необработанный кирпич; 2 – обработанный 5%-ой эмульсией BS 1001; 3 – 5%-ой эмульсией BS 1001 + 40% кальцийцинкфосфатного связующего; 4 – 5%-ой эмульсией BS 1001 + 40 % кальцийцинкфосфатного связующего + 4% нитрата алюминия

кальцийцинкфосфатного связующего и 4% нитрата алюминия. Через сутки водопоглощение по усредненным данным практически не отличается для всех исследуемых образцов, хотя следует отметить, что в некоторых случаях, когда исходные образцы кирпича имели минимальное количество дефектов, т. е. поверхность была гладкой и без видимых трещин, водопоглощение для обработанных образцов через 24 ч выдержки в воде составляло 6–9%.

Совместное использование силан-силоксановой эмульсии и фосфатного связующего холодного отверждения на основе кальция, цинка, бора и фосфора дает синергетический эффект, который приводит к увеличению водоотталкивающих свойств обработанной поверхности материала, а благодаря взаимодействию компонентов связки с компонентами основы увеличивается поверхностная прочность.

Дальнейшее исследование по оптимизации гидрофобизирующего состава для обработки стеновых керамических материалов и изучению его свойств состояло в замене силан-силоксановой эмульсии BS 1001 на гидрофобизирующую эмульсию Tego 6680, так как предполагалось улучшение водоотталкивающей способности, уменьшение капиллярной адсорбции воды за счет более высокого качества последней.

На основании экспериментальных исследований нами разработан оптимальный состав покрытия, включающий кальцийцинкборфосфатное связующее, алюминий азотнокислый 9-водный, силан-силоксановую эмульсию Tego Phobe 6600 (либо BS 1001) и воду. Обработка керамического кирпича разработанным составом гидрофобизатора позволила обеспечить необходимую влагоотталкивающую способность поверхности, хорошую адгезию с керамической основой, заданный краевой угол смачивания при сохранении комплекса физико-химических свойств керамического кирпича.

Основные технико-экономические показатели покрытия для обработки керамических стеновых материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные технико-экономические показатели покрытия для обработки керамического кирпича

Показатели	Значение	Метод испытаний
1. Внешний вид	жидкость серо-белого цвета	п. 5.2 ТУ ВУ 100354659.083–2010
2. Концентрация ионов водорода (pH), не менее	1,0	п. 5.3 ТУ ВУ 100354659.083–2010
3. Плотность при 20 °С, не менее, кг/м ³	1040	ГОСТ 18995.1–73
4. Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее	8,0	п. 5.5 ТУ ВУ 100354659.083–2010
5. Гидрофобность поверхности: время впитывания капли воды, мин, не менее	15	п. 5.6 ТУ ВУ 100354659.083–2010
6. Водопоглощение в течение 48 ч, %, не более	8	п. 5.7 ТУ ВУ 100354659.083–2010

Нанесение гидрофобизирующего раствора может производиться окунанием, напылением, покрытием кистями, щетками или валиком. Это может осуществляться на заводах-производителях строительных изделий и конструкций, на торговых базах строителей, на строительных площадках, а также при ремонте, реконструкции старого жилого фонда и реставрационных работах, направленных на сохранение исторически ценных объектов.

Достоинствами и преимуществами разработанного гидрофобизатора являются отличные водоотталкивающие свойства, сохранение газо-, воздухопроницаемости и внешнего вида материала, повышение его морозо- и коррозионной стойкости, трещиностойкости, препятствие загрязнению, предотвращение появления высолов, повышение общих теплоизоляционных свойств. Следует отметить, что разрабатываемый состав является гидрофобизирующим, а не гидроизоляционным, т. е. он способен отталкивать влагу от поверхности обработанного керамического материала, но при этом при постоянном напоре воды не препятствует проникновению влаги внутрь. Это обусловлено тем, что данный состав не закупоривает поры, а покрывает их внутренние стенки, что позволяет сохранить паропроницаемость керамического материала.

Результаты экспериментальных исследований, посвященных способности разработанного гидрофобизирующего покрытия защищать поверхность керамического кирпича от воздействия влаги, позволили сделать вывод о том, что одновременно улучшаются такие важные эксплуатационные характеристики, как морозостойкость, механическая прочность при сжатии, способность противостоять образованию высолов и выцветов, образующихся с течением времени эксплуатации керамических стеновых материалов.

Главным критериальным фактором оценки качества гидрофобизирующего раствора являются адгезионные характеристики поверхности обработанного строительного материала, которые включают способность не впитывать нанесенную жидкость в течение определенного времени, форму капли и показатель краевого угла смачивания [4–5].

Вышеприведенная многофункциональность гидрофобизирующего раствора предопределила его положительное воздействие и на поверхность других силикатных строительных материалов. При проведении эксперимента нами использовались образцы керамического и силикатного кирпича, бетона и асбестоцементного листа. На поверхность кистью наносился гидрофобизирующий раствор, после сушки при комнатной температуре в течение трех суток проверялась способность водоотталкивания жидкости и определялся визуально краевой угол смачивания. Результаты исследований приведены на рис. 2.

Разработанный состав гидрофобизатора в равной степени эффективен для всех изученных видов строительных материалов. Следует отметить, что влага не впитывается в образцы в течение длительного времени (3–4 ч), а с обработанной поверхности бетона и шифера капли, имеющие практически правильную сферическую форму, вообще скатываются, не задерживаясь.

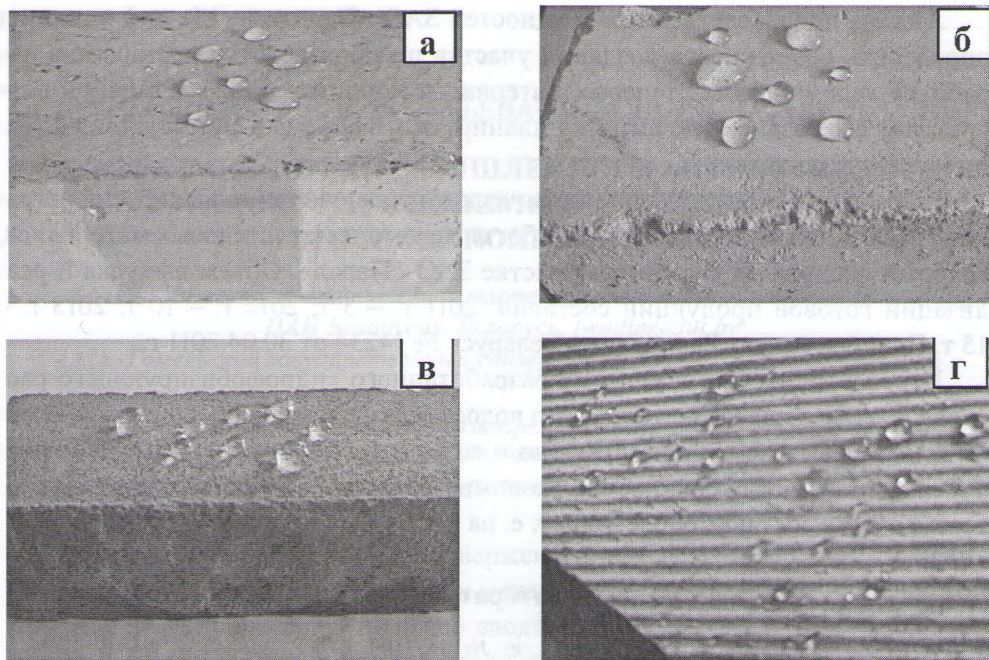


Рис. 2. Капли невпитываемой жидкости (влаги) на поверхности обработанных образцов строительных материалов: а – кирпич керамический; б – кирпич силикатный; в – бетон; г – асбестоцементный лист

Предварительные испытания подтвердили эффективность использования гидрофобизирующего раствора для обеспечения водоотталкивания на поверхности тротуарных плиток.

На основании проведенного исследования сделан вывод о высокой эффективности разработанного гидрофобизатора и его универсальности в плане использования для влагозащиты различных строительных материалов.

Закключение. В результате проведенных исследований разработан новый состав водного гидрофобизирующего раствора, состоящего из CaZnBP , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, эмульсии BS 1001 (или Tego 6600) и воды.

Установлено, что адсорбционная способность, водопоглощение, механическая прочность и морозостойкость керамического кирпича свидетельствуют об эффективности применения гидрофобизатора оптимального состава, способного колюматировать поры и проникать на глубину до ~ 400 мкм. Водоотталкивающая способность сохраняется на протяжении длительного времени водонасыщения, при этом на высушенных образцах нанесенные капли окрашенной жидкости имеют четкую сферическую форму без признаков ее впитывания. Значения водопоглощения керамических образцов не превышают 12%, а по механической прочности и морозостойкости соответствуют требованиям нормативной документации для керамических стеновых изделий.

Анализ производственных мощностей ЗАО «Парад» (г. Минск) позволил определить возможности создания участка по производству состава для обработки керамических стеновых материалов мощностью 0,2 т в смену и перспективу его развития по выпуску планируемого объема в соответствии с техническим заданием.

Разработаны и утверждены технические условия и технологический регламент производства состава для обработки керамических стеновых материалов, который внедрен на созданном участке ЗАО «Парад». Объем выпуска и реализации готовой продукции составил: 2011 г. – 5 т, 2012 г. – 10 т, 2013 г. – 15 т. Получен патент Республики Беларусь № 14234 от 30.04.2011 г.

Перспективность применения разработанного гидрофобизирующего раствора подтверждается не только его водоотталкивающей способностью, сравнительно невысокой стоимостью, но и возможностью импортозамещения зарубежных аналогов. Ожидаемая экономия валютных средств за счет импортозамещения составит около 9600 у. е. на 1 т.

Литература

1. Водоотталкивающая эмульсия: а. с. № 1471509 СССР, МКИ6 С 04 В 33/04. – № 36552467/29–33; заявл. 05.12.84; опубл. 12.09.86 / ГНИИ строительной керамики // Открытия. Изобретения. – 1986. – № 17. – С. 5.
2. Способ обработки поверхности стеновой керамики: пат. 2069201 Россия, МКИ6 С04 В 33/04. – № 4804287/33; заявл. 19.05.2002; опубл. 24.06.2004 / НИИ керамики и огнеупоров // Открытия. Изобретения. – 2004. – № 14. – С. 42.
3. Chiou, J. M. Improvement of the temperature resistance of aluminium-matrix composites using an acid phosphate binder / J. M. Chiou, D. D. L. Chung // Journal of materials science. – 1993. – Vol. 28. – P. 1485–1491.
4. Сумм, Б. Д. Гистерезис смачивания / Б. Д. Сумм // Соровский образовательный журнал. – 1999. – № 7. – С. 98–102.
5. Сумм, Б. Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б. Б. Сумм, Ю. В. Горюнов. – М.: Химия, 1976. – 232 с.

MULTIFUNCTIONAL PROTECTIVE COATING FOR BUILDING MATERIALS

Researches allowed to develop, to test and implement the composition of import-substituting water-repellent coatings for various types of silicate building materials. The benefits and advantages of the developed repellent are saving gas and water vapor permeability, increased frost resistance and corrosion resistance, an obstacle to pollution, prevention of efflorescence.