

ГИДРОФОБНАЯ ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

*Кандидаты техн. наук, доценты КРЮЧКОВ Е. Н., ДЕБЕЛОВА Н. Н.,
докт. техн. наук, проф. ГОРЛЕНКО Н. П.,
канд. техн. наук, доц. ПОДШИВАЛОВ И. И., ЗАВЬЯЛОВА Е. Н.*

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (г. Горки),
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Томский государственный университет*

В настоящее время защита капиллярно-пористых строительных материалов от проникновения влаги является одной из актуальных проблем. Ее решают преимущественно путем применения различного рода синтетических гидрофобизаторов [1–3]. При этом выделяют гидрофобные материалы для поверхностного использования и объемной пропитки изделия. Поверхностную гидрофобизацию проводят на конструкции детали распылением, валиком или кистью, объемную гидрофобизацию – методом инъекций в шпury [4]. Общеизвестно, что второй способ гидрофобной защиты наиболее эффективен, так как долговечность и качество водоотталкивающих покрытий в большей мере зависит от глубины впитывания гидрофобизатора. Свои свойства при поверхностной обработке гидрофобизаторами материалы сохраняют не более 10–15 лет, а при объемной – в течение всего срока службы здания или конструкции. Объемную гидрофобизацию можно осуществлять и путем введения гидрофобизатора на стадии изготовления строительного материала. При этом допустимая концентрация добавки не должна превышать 0,6 %. Однако указанные условия не обеспечивают качественной гидрофобной защиты материала и нарушают его свойства.

Технология обработки строительных материалов гидрофобными жидкостями с использованием постоянного электрического тока также позволяет осуществлять объемную гидрофобизацию, однако данные методы не получили широкого развития. Это обусловлено, с одной стороны, протеканием сложных и часто неконтролируемых процессов переноса частиц в случайно организованной системе пористого материала, а с другой – относительно высокими затратами электрической энергии. Развитие тео-

ретических представлений об электрокинетических явлениях в капиллярно-пористой среде строительных материалов, разработка энергосберегающих технологий, применение модифицированных гидрофобизаторов позволят не только повысить качество защиты строительных материалов и изделий от влаги, но и найти пути снижения экономических затрат.

Цель работы заключается в повышении качества гидрофобной защиты строительных материалов путем пропитки водорастворимыми кремнийорганическими жидкостями объема строительного материала с применением электрохимических методов.

Несмотря на широкий выбор гидрофобных материалов, в настоящее время водорастворимые кремнийорганические соединения нашли широкое практическое применение [5–7]. В данной работе в качестве гидрофобной жидкости был выбран водорастворимый метилсиликат калия (МСК). Его выбор обусловлен тем, что он имеет наиболее высокие значения проводимости раствора по сравнению с другими гидрофобизаторами, доступен, малотоксичен, при взаимодействии с гидроксилатными группами поверхности образует гидролитически устойчивую систему связей, взрыво-, пожаро- и экологически безопасен, так как в качестве летучих компонентов содержит только воду и может быть использован в технологиях объемной гидрофобной защиты строительных материалов с применением электрохимических методов. В качестве модельного объекта исследования был выбран цементный камень, так как цемент, во-первых, является наиболее широко применяемым материалом в производстве строительных материалов, а во-вторых, проявляет гидрофильные свойства, в то время как основ-

ные заполнители (песок, гравий, щебень) – гидрофобные свойства.

При использовании постоянного электрического тока при обработке объема капиллярно-пористой среды строительного материала гидрофобной жидкостью определяющую роль играют электроосмотические явления. В качестве дисперсионной фазы здесь выступают в совокупности: водно-солевой раствор, компоненты гетерогенной среды строительного материала и продукты взаимодействия раствора с твердой фазой. Согласно [8, 9] условная схема распределения зарядов в структуре капиллярно-пористого материала, например бетона, представлена на рис. 1. За счет существования системы капилляров в бетоне водный раствор проникает в объем изделия, образуя границу влагонасыщенного и сухого бетона. Известно, что влажная часть стены заряжена отрицательно, это обусловлено присутствием анионов солей, таких как нитраты, хлориды, фосфаты, сульфаты и молекул воды. Как правило, отрицательный заряд существует до верхней линии воды, которая является условным уровнем линии нулевого потенциала, выше которой экспериментально определяется положительный потенциал.

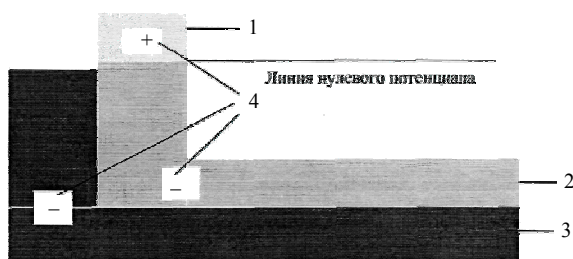


Рис. 1. Схема распределения зарядов в бетоне при различных условиях его контакта с окружающей средой: 1 – сухой бетон; 2 – влагонасыщенный бетон; 3 – источник влаги (грунт); 4 – знак потенциала

Для обеспечения эффективности процесса массопереноса гидрофобизатора по капиллярам строительного материала под действием постоянного электрического поля необходимо создать следующие условия: 1) значение проводимости гидрофобной жидкости должно быть по возможности максимальным; 2) значение проводимости в объеме среды капиллярно-пористого строительного материала, в том числе в области линии нулевого потенциала, должно

быть достаточным для обеспечения миграционного движения заряженных части; 3) напряженность электрического поля не должна превышать значений, приводящих к интенсивным процессам электролиза на электродах; 4) материал электродов является антикоррозионным, а их конструкция обеспечивает свободное перемещение жидкости через плоскость электродов.

С учетом предложенных условий проведения процесса гидрофобной обработки строительного материала с применением постоянного электрического тока и результатов исследований [10] предлагается комбинированный способ изоляции строительных сооружений от влаги. Принципиальная технологическая схема приведена на рис. 2.



Рис. 2. Принципиальная технологическая схема комбинированного способа гидрофобной защиты строительного изделия

Так как геометрические параметры пор согласно уравнению Гельмгольца – Смолуховского не влияют на процессы электроосмоса, методы с использованием постоянного электрического тока применимы для широкого ряда строительных материалов, содержащих в своей структуре сообщающиеся капилляры и пронизываемые диафрагмы. Ограничением является размер пор, который должен превышать толщину диффузионного слоя на границе раздела фаз (более 1 мкм).

Технологические операции включают в себя выполнение в шахматном порядке двух рядов

отверстий диаметром 0,5–1,0 см и глубиной не менее 0,15 м и не более 80 % от толщины тела строительного материала или изделия и установку в них упругих сетчатых электродов из меди или нержавеющей стали, которые подсоединяют к источнику электропитания (рис. 3). При вертикальном расположении плоскости конструкции отверстия выполняют с наклоном 30–45°.

Технология гидрофобной защиты капиллярно-пористых строительных материалов и изделий на их основе с использованием постоянного электрического тока включает следующие стадии:

1. Предварительное удаление избыточной влаги. Метод используется при содержании влаги более 40 %. Для этого в теле строительного изделия, имеющего постоянный контакт с влагой, выполняют отверстия диаметром 0,5–1,0 см (рис. 3).

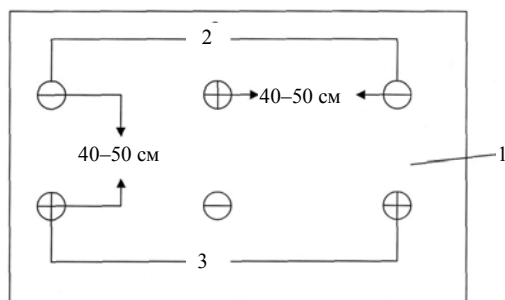


Рис. 3. Схема расположения электродов в стене здания: 1 – строительное изделие; 2 – катод; 3 – анод

В отверстия помещают электроды из сетчатой упругой фольги и подают постоянный электрический ток с напряженностью 60–80 В/м. Чтобы добиться состояния пониженной влажности, необходимо понизить линию нулевого потенциала. Это осуществляется при помощи наложения электрического поля с подачей на электроды положительного и отрицательного зарядов. Грунт и влагонасыщенный капиллярно-пористый строительный материал служат катодом, и на них в нижней части конструкции с помощью генератора подается отрицательный потенциал. Положительный заряд электрического тока может подаваться от уровня линии нулевого потенциала и ниже. Избыточная влага накапливается в области катодного пространства и удаляется из него доступными методами. Процесс проводят до степени влажности, при

которой удельная проводимость среды в объеме изделия не превышает 10 Ом·м.

2. Объемная гидрофобизация материала раствором метилсиликоната калия. Полость анодного пространства заполняется раствором гидрофобной жидкости, и подается электрический ток напряженностью 60–80 В/м.

Под воздействием электрического поля влага, находящаяся в капиллярах и порах материала, перемещается и одновременно увлекает в них гидрофобную жидкость, тем самым пропитывая обрабатываемый объем капиллярно-пористого материала. В гидрофобную жидкость перед заполнением ею отверстий дополнительно вводят соль железа (азотнокислое железо) в концентрации 6 %. Это приводит, во-первых, к увеличению проводимости раствора и, следовательно, к интенсификации процесса массопереноса частиц, а во-вторых, при повышенных значениях рН среды – к выпадению гидроксида железа и дополнительной коагуляции пор.

По окончании процесса гидрофобной защиты строительного изделия выполненные под электроды отверстия заделывают цементно-песчаным раствором с добавлением метилсиликоната калия в концентрации до 0,8 % от общей массы смеси.

В табл. 1 приведены значения водопоглощения и относительного изменения морозостойкости гидрофобизированных образцов цементного камня по сравнению с контрольными (негидрофобизированными).

Таблица 1

Некоторые характеристики гидрофобизированного раствором метилсиликоната калия цементного камня

Вид обработки	Время испытания образцов			Относительное изменение морозостойкости обработанных образцов по сравнению с контролем
	1 мин	20 мин	24 ч	
	Водопоглощение, г/(м ² · сут.)			
1	2			3
Контрольный образец	2650	3411	3411	1
Обработка раствором МСК поверхности цементного камня методом окунания	64	83	356	1,21

Окончание табл. 1

1	2			3
Электрохимическая обработка объема цементного камня МСК	41	56	186	1,26

Электрохимическая обработка объема цементного камня раствором МСК с добавлением раствора Fe(NO ₃) ₃	39	52	171	1,35
--	----	----	-----	------

Примечание. Напряженность электрического поля – 60 В/м, концентрация раствора соли железа – 6 мас. %.

ВЫВОДЫ

1. Предложена технология гидрофобной защиты капиллярно-пористых строительных материалов и изделий на их основе с использованием электрохимических методов, и определены условия ее осуществления. Технология может применяться для решения проблем осушения и более качественной водозащиты ограждающих конструкций.

2. Показано, что объемная и поверхностная гидрофобизация цементного камня модифицированным раствором метилсиликоната калия по сравнению с негидрофобизированными образцами приводит к уменьшению значений водопоглощения (до 98 %) и увеличению морозостойкости (до 35 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Синявский, В. В.** Материалы для гидроизоляции и гидрофобизации сооружений / В. В. Синявский // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI в. – 2003. – № 6. – С. 22–23.
2. **Органосиликатные материалы, их свойства и опыт применения: материалы краткосрочного семинара.** – Л., 1977. – 113 с.
3. **Эффективность влагозащитных покрытий на конструкциях из ячеистых бетонов** / Х. Ф. Иоости [и др.] // Строительные материалы. – 1969. – № 10. – С. 28–29.
4. **Экспресс-информация** // Строительство и архитектура. – М., 2001. – Вып. 3. – С. 22–23.
5. **Вершинина, С. С.** Применение кремнийорганических соединений в строительстве / С. С. Вершинина. – М., 1989. – 62 с.
6. **Гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости.** – М.: Химия, 1967. – 7 с.
7. **Химия и практическое применение кремнийорганических соединений: тез. докл. 7-го совещания** / под ред. В. О. Рейхсфельд. – Л.: Наука, 1988. – 181 с.
8. **Новожилов, Ю. Н.** Осушение стен с помощью электроосмоса / Ю. Н. Новожилов // Промышленная энергетика. – 2003. – № 3. – С. 23–26.
9. **Романовский, С. Г.** Тепло- и массоперенос в капиллярно-пористых материалах при сушке в электромагнитном поле / С. Г. Романовский // ИФЖ. – 1965. – Т. IX. – № 4. – 496 с.

10. **Дебелова, Н. Н.** Гидрофобная защита капиллярно-пористых материалов с использованием постоянного электрического тока / Н. Н. Дебелова // Вестник ТГАСУ. – 2006. – № 1. – С. 68–73.

Поступила 19.11.2009