

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ[®] № 10

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

ОКТАБРЬ 2004 г. (598)

ПО ИНДЕКСУ
87723
С ПРИЛОЖЕНИЕМ



География сухих смесей



УДК 666.96.15

О.С. МИСНИКОВ, О.В. ПУХОВА, кандидаты техн. наук,
Тверской государственной технической университет,
Д.Ю. БЕЛУГИН, технический директор, П.Ф. АЩЕУЛЬНИКОВ, генеральный директор,
ООО «Стройстрим» (Москва)

Гидрофобизация сухих строительных смесей добавками из органических биогенных материалов

Улучшение гидрофобных свойств сухих строительных смесей на основе цемента и других минеральных вяжущих необходимо прежде всего для увеличения сроков их хранения. Это особенно актуально для регионов с высокой относительной влажностью воздуха.

Длительное хранение цемента на складе после изготовления оказывает отрицательное влияние на его активность. Даже при невысокой относительной влажности воздуха цемент поглощает пары воды и углекислый газ, при этом на его поверхности образуются гидраты и карбонат кальция, снижающие прочность. Уже через три месяца хранения прочность изделий на основе такого цемента снижается на 15–20%, а через шесть месяцев — на 20–30%. Особенно резко снижается активность быстротвердеющих и тонкомолотых цементов: через 3–4 недели они переходят в разряд обычных. Установлено, что цементы, содержащие такие добавки, как трепел и опока, так же быстро теряют свою активность [1].

Кроме того, бетонные и цементные растворы из гидрофобизированных смесей обладают пониженным

водопоглощением, повышенной морозостойкостью и др. При этом снижается расход цемента при сохранении заданной пластичности раствора.

Особое внимание в исследованиях [2] обращается на использование гидрофобизирующих, а не гидрофобных добавок: первые придают гидрофобные свойства системе за счет взаимодействия вносимого компонента с минеральными зернами вяжущего, а вторые сами по себе являются водоотталкивающими.

В статье представлены результаты научно-исследовательской работы по приданию цементу и цементному камню водоотталкивающих свойств при помощи добавок, выделяемых при химической переработке органических и органоминеральных природных материалов биогенного происхождения, в частности торфа.

В связи со сложностью группового химического состава торфа различных типов и видов для гидрофобизации цемента и сухих смесей на его основе использовали органические добавки, которые выделялись из торфяного сырья с определенными физико-химическими характеристиками. Добавки вносились в цемент (сухую строительную смесь) в коли-

честве 0,5–10%. Соотношение компонентов зависело от вида добавки, необходимого гидрофобного эффекта и других качественных характеристик конечного продукта.

Существенное отличие от других технологий заключается в том, что для придания минеральному вяжущему максимального гидрофобного эффекта проводилась специальная активация органоминеральной смеси. При этом на внешней поверхности цементных зерен (или зерен заполнителя, например песка) образуется защитная водоотталкивающая пленка (рис. 1). Исследования позволяют утверждать, что здесь имеет место не хемосорбция (как у классического гидрофобного цемента) [2, 3], а физическая адсорбция активных компонентов на поверхности минерального дисперсного материала [4].

Для оценки водоотталкивающих свойств композиционных смесей были проведены эксперименты по смачиванию различных видов цементов, гидрофобизированных специальными добавками из торфа. Практически во всех случаях характер процесса впитывания капли воды, находящейся на поверхности гидрофобизированного цемента, оди-

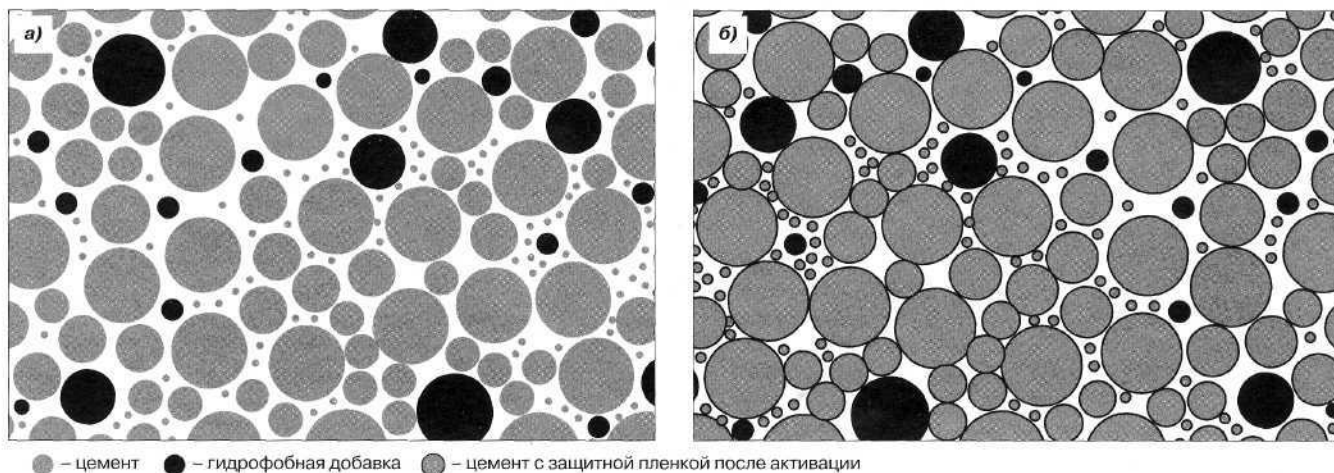


Рис. 1. Модель гидрофобной органоминеральной смеси: а — до активации; б — после активации

наков, однако качественные показатели эффективности применения материалов для гидрофобизации зависят не только от вида гидрофобизатора, но и от самого минерального дисперсного материала. Например, при использовании добавки, выделенной из верхового торфа, время смачивания поверхности гидрофобного портландцемента возрастает примерно в два раза, а при гидрофобизации глиноземистого цемента лучшими характеристиками обладают соединения, полученные на основе низинного торфа (рис. 2).

В этой связи для добавок такого типа применим термин «гидрофобно-гидрофобизирующие добавки», потому что, с одной стороны, они по своей природе обладают незначительными гидрофобными свойствами, а с другой — максимальный гидрофобный эффект появляется только после проведения активации органоминеральной смеси. При этом приобретаемые системой водоотталкивающие свойства велики (рис. 3). Практически во всех проведенных экспериментах наблюдается значительное превышение времени смачивания: по сравнению с ГОСТ 10178–85 в 2–144 раза в зависимости от вида и концентрации компонентов.

Согласно [5–7] снизить водопоглощение материалов на минеральной основе можно при выполнении следующих условий:

- ликвидации или значительном уменьшении количества и размеров транспортных пор в затвердевшем материале;
- закупоривании пор и капилляров различными коагулирующими составами или их изоляции;
- гидрофобизации элементов структуры цементного камня и его межструктурного пространства.

Выбор способа зависит от различных факторов, основными из которых являются вид строительного материала, обрабатываемого гидрофобизатором, место его расположения, условия эксплуатации и др. Наилучшего эффекта можно достигнуть при совместном применении методов.

Применение разработанного способа позволяет существенно снизить водопоглощение отвердевших растворов, бетонов и других строительных материалов за счет придания гидрофобных свойств их структурным элементам.

Определение водопоглощения отвердевших растворов на основе модифицированного и контрольного портландцементов позволило оценить степень их гидрофобности. Для лабораторных испытаний были сформованы образцы в деревянной (гидрофильной) и пластмассовой

(гидрофобной) опалубках. Заполнителем служил песок с размером фракций менее 1 мм. Применение гидрофильной опалубки дало возможность определить водопоглощительные свойства материалов в более жестких условиях. При твердении раствора на границе системы «раствор — дерево» происходит переход части влаги в деревянную опалубку. В результате на поверхности материала образуется значительное количество пор сравнительно большого диаметра, что должно отрицательно сказываться на его свойствах.

На кривых, отражающих кинетику водопоглощения образца, можно выделить три основные фазы. В первой фазе (0–3 ч) происходит капиллярно-сорбционное впитывание жидкости (рис. 4). На этом этапе гидрофобизированная поверхность и межструктурное пространство противостоят капиллярному подосу жидкости. Однако заметный эффект будет хорошо проявляться только при ограниченном количестве влаги. Если же образец полностью погружен в воду, то с течением времени происходит смачивание элементов структуры и порового пространства между ними. Эта стадия характеризуется наибольшим удельным весом впитываемой воды.

После заполнения ячеек порового пространства скорость впитывания воды заметно снижается. В этой переходной фазе (3–24 ч) вода проникает в микропоры и другие менее доступные участки микроструктур цементного камня.

В третьей фазе (более 24 ч) впитывание происходит очень медленно и количество впитываемой влаги увеличивается незначительно.

Таким образом, при использовании гидрофобизированных органомоноцементных композиций для приготовления составов с высокой водостойкостью необходимо стремиться к пролонгированию первой фазы. Но вместе с тем нужно добиваться и снижения максимальной емкости поглощения, которая во многом будет определяться пористостью материала.

Гидрофобные пленки, которые находились на поверхности цементных частиц, при перемешивании раствора распределяются по всему объему материала, создавая тем самым защитный барьер от проникновения влаги внутрь образца. Эффективность барьера зависит от того, насколько равномерно и упорядоченно они распределяются в растворе.

При виброуплотнении смеси возможна передислокация основной части добавок вверх образца, что положительно сказывается на гидрофобности его поверхности. Однако при наличии очень тонких капилляров в открытых

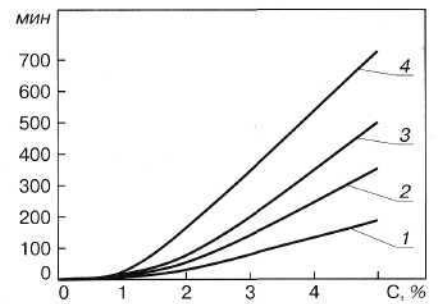


Рис. 2. Зависимость времени смачивания водой поверхности портландцемента (1, 2) и глиноземистого цемента (3, 4) от концентрации С гидрофобных добавок из низинного (1, 4) и верхового (2, 3) торфа

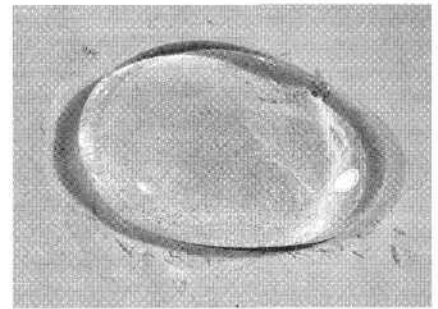


Рис. 3. Капля воды (около 5 мл) на поверхности гидрофобизированного глиноземистого цемента

(верхних) частях опалубки возникающее в них капиллярное давление может превышать гидрофобную составляющую структуры, и вода будет проникать в глубь образца.

В этом случае водоотталкивающие характеристики поверхности, соприкасавшейся с гидрофильной (деревянной) опалубкой, намного лучше. Вода на поверхности образцов может находиться длительное время, не проникая в цементный камень.

То же самое наблюдается и при попытках смачивания центральных зон образцов после их разрушения (рис. 5). Таким образом, нанесение гидрофобно-модифицированного материала на различные поверхности позволит защитить их от проникновения влаги. В том числе это касается крупнопористых строительных растворов, а также растворов с дефектами поверхности, образующихся в процессе нанесения и твердения (рис. 6).

Анализ кинетических кривых процесса смачивания, а также скорости водопоглощения (рис. 7) показывает, что разработанные составы позволяют существенно замедлять проникновение влаги внутрь материала. При этом скорость поглощения воды максимальна у контрольного образца, изготовленного на основе немодифицированного портландцемента, и составляет в момент времени $t=10$ мин $0,1\%/мин$, что существенно выше, чем у образцов, изготовленных на основе гидрофобизированного це-

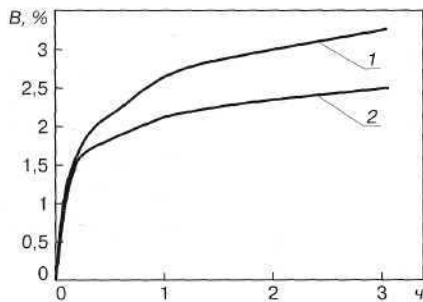


Рис. 4. Кинетика поглощения воды (первая фаза) образцом на основе цемента ПЦ-52,5 Б (г. Старый Оскол, Белгородская обл.) (1) и с 5%-ной гидрофобизирующей добавкой из верхового торфа (2)

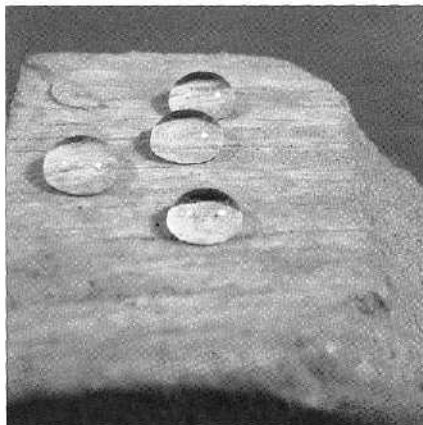


Рис. 5. Капли воды на поверхности образца из гидрофобизированного портландцемента

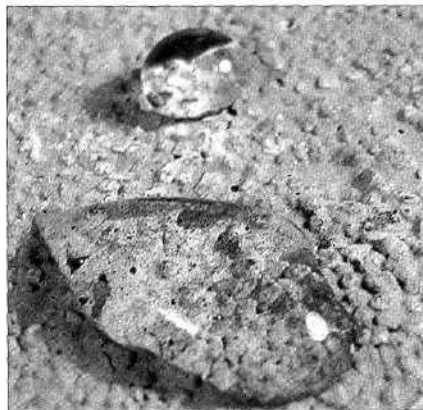


Рис. 6. Поверхность керамического кирпича, обработанная смесью на основе гидрофобизированного портландцемента и крупнопористого наполнителя (песок фракции 1–2 мм)

мента. Такая же закономерность соблюдается на протяжении всей первой фазы впитывания.

О влиянии гидрофобных добавок на поглощение влаги во второй фазе можно судить по данным, представленным на рис. 8. При меньшем (в среднем на 15–20%) водопоглощении материалами на основе гидрофобизированного цемента увеличение их влажности при выдерживании в воде 3–24 ч (вторая фаза) примерно в пять раз больше, чем в контрольном образце. Этот факт свидетельствует о воздействии гидрофобных веществ на весь процесс водопоглощения, а не

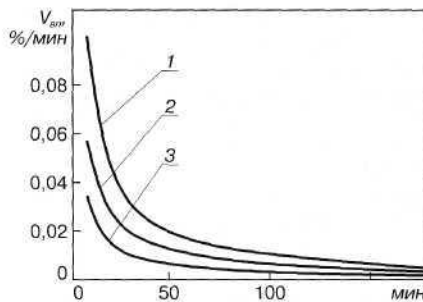


Рис. 7. Зависимость скорости водопоглощения $V_{впит}$ от времени смачивания t образцов на основе: 1 – портландцемента ПЦ-52,5 Б; 2 – портландцемента, гидрофобизированного 5%-ной добавкой на основе низинного торфа; 3 – портландцемента, гидрофобизированного добавкой на основе верхового торфа

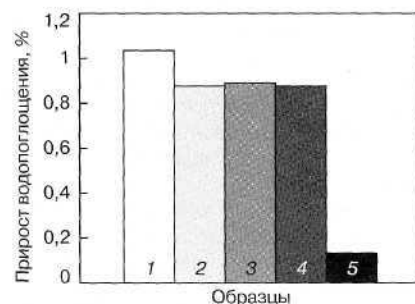


Рис. 8. Прирост водопоглощения при выдерживании образцов в воде 3–24 ч из портландцемента, гидрофобизированного добавками на основе: 1 – низинного торфа (10%); 2 – низинного торфа (5%); 3 – верхового торфа (5%); 4 – верхового торфа (4%); 5 – контрольного образца

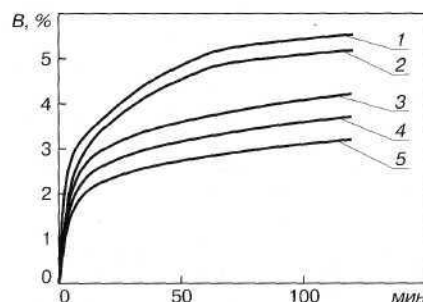


Рис. 9. Зависимость водопоглощения образцов, сформованных из поликомпонентной немодифицированной гидроизоляционной смеси (1) и с применением гидрофобной добавки, выделенной из низинного торфа в концентрациях: 1 (2), 3 (3), 4 (4) и 5% (5)

только на его первую фазу. То есть контрольный образец из немодифицированного портландцемента практически полностью насыщается водой в течение 2–3 ч. А при использовании гидрофобных добавок этот процесс идет значительно дольше (рис. 8).

Кинетические зависимости водопоглощения образцов, полученных из сухой строительной смеси с различными концентрациями гидрофобной добавки, свидетельствуют о том, что последняя позволяет успешно модифицировать структуру не только минерального вяжущего, например цемента, но и всей смеси в целом.

При общих тенденциях роста массы воды, впитываемой на протяжении всего эксперимента (рис. 9), процесс в гидрофобизированных образцах существенно затянут во времени. Причем с увеличением концентрации добавки с 1 до 5% общее водопоглощение уменьшается примерно на 80%.

Свойства отвердевших растворов на основе гидрофобизированного цемента после их полного насыщения водой и последующей сушки в естественных условиях заметно улучшаются. Это выражается в снижении скорости впитывания влаги и упрочнении материала.

Проведенные исследования позволили установить, что использование уникальных свойств некоторых соединений, извлекаемых при химической переработке торфа, позволяют успешно их применять для гидрофобизации минеральных дисперсных материалов. В первую очередь это касается сухих цементосодержащих строительных смесей, а также затвердевших растворов (бетонов) на их основе. Предварительные эксперименты показывают, что использование таких добавок позволяет увеличивать сроки хранения сыпучих строительных материалов без потери их потребительских свойств, в том числе и в неблагоприятных условиях (высокая относительная влажность воздуха, плохо оборудованные складские помещения и др.), более чем в пять раз. Поэтому перспективно широкое использование гидрофобно-модифицированных материалов для строительства во влажных климатических зонах и районах Крайнего Севера.

Список литературы

1. Пащенко А.А., Сербин В.П., Старчевская Е.А. Вяжущие материалы. Киев: Вища школа, 1985. 440 с.
2. Хигерович М.И. Гидрофобный цемент и гидрофобно-пластифицирующие добавки. М.: Гос. изд-во литературы по строит. материалам. 1957. 208 с.
3. Хигерович М.И., Байер В.Е. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов. М.: Стройиздат. 1979. 125 с.
4. Глембоцкий В.А. Физико-химия флотационных процессов. М.: Недра, 1972. 392 с.
5. Базов О.К. Водонепроницаемый бетон – надежная гидроизоляция // Строит. материалы. 1998. № 11. С. 18–19.
6. Пащенко А.А., Воронков М.Г., Михайленко Л.А., Круглицкая В.Я., Лаская Е.А. Гидрофобизация. Киев: Наукова думка. 1973. 240 с.
7. Вяжущие вещества, бетоны и изделия из них / Под ред. Г.И. Горчакова. М.: Высшая школа. 1976. 294 с.