

ГИДРОФОБИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ

В статье представлены результаты исследований влияния порошковых гидрофобных добавок на гидрофизические свойства строительного раствора. Изучена кинетика водопоглощения и рассмотрена структура порового пространства композитов на основе портландцемента.

Долговечность композиционных строительных материалов на основе вяжущих гидратационного твердения определяется рядом внутренних и внешних факторов. Многие из них трудно учесть в процессе эксплуатации, однако они существенно способствуют накоплению деструкций в камне. Особенности капиллярно-пористой структуры композитов часто являются причиной разрушения их в условиях средовых воздействий. Многими специалистами отмечается влияние влаги как наиболее весомого разрушающего фактора. Диффузия воды сквозь строительный раствор сопровождается массопереносом агрессивных агентов и растворенных соединений гидратированных образований цементного камня, что приводит к накоплению деструкций, ослаблению пространственной структуры и снижению надежности композита.

Для повышения долговечности камня в строительстве применяется комплекс ме-

роприятий по защите объектов от отрицательного воздействия влаги: это устройство искусственной вентиляции, гидроизоляция внешних контуров конструкций пропиточными полимерными составами и красками и т. д. Зачастую многие методы малоэффективны и затратны. Решением данной проблемы может стать применение гидрофобных бетонов и растворов как при возведении новых объектов, так и реконструкции уже имеющегося фонда [1]. Еще совсем недавно в практике строительства для этой цели традиционно применяли кремнеорганические жидкости. На сегодняшний день перспективным способом повышения водоотталкивающих свойств камня является введение в состав минеральной системы эффективных порошковых гидрофобизаторов, наиболее распространенные — это соли жирных кислот и комплексы на их основах (фото 1).

Введение гидрофобной добавки в состав минеральной системы приводит к значительному увеличению угла смачивания жидкости на поверхности камня. Т. е. позволяет силе поверхностного натяжения жидкости на поверхности с твердым телом преобладать над силами поверхностного натяжения на границе «твердое тело — газ» и гидростатического давления жидкости и стремится стянуть каплю к ее центру.

Важным фактором эффективного применения различных гидрофобных добавок является специфика их взаимодействия с компонентами минеральной части, поэтому целью исследований стало выявление особенностей поведения модификаторов в составе цементно-песчаной системы и определение характера их влияния на гидрофизические свойства камня на ее основе.

В работе исследованы наиболее распространенные гидрофобизирующие добавки для сухих строительных смесей (стеарат кальция, стеарат цинка, олеат натрия, два комплекса Ligaphob — на основе олеатов и Ceasit 1 — на основе стеаратов), представляющие собой дисперсные порошки белого цвета с удельной поверхностью 1 500 — 3 600 кв. см/г и молярной массой от 591, 27 г/моль до 877,39 г/моль.

В качестве минеральной основы для изучения поверхностной и объемной гидрофобизации использована система, содержащая по массе 25% цемента (ПЦ 500 — Д0) и 75% кварцевого песка.

На первом этапе исследований был проведен сравнительный анализ поверхностной гидрофобизации камня различными добавками. Для этого на поверхность капиллярно-пористого тела было распылено равнозначное количество порошков разного типа с последующим нанесением воды (фото 2).

Как видно на снимке, эффективность данных модификаторов при поверхностном нанесении различна. Добавки типа Стеарат Ca, Ceasit 1 и Стеарат Zn абсолютно препятствуют как растеканию влаги по поверхности, так и ее проникновению во внутренние слои раствора. Напротив, добавки Ligaphob и олеат Na оказались менее эффективными, наблюдалось растекание воды и ее медленное впитывание сразу после соприкосновения с гидрофобизированной поверхностью. Испытания, проведенные спустя 60 минут, показали, что



Фото 1. Внешний вид и применение порошкового гидрофобизатора:

А — внешний вид порошкового гидрофобизатора; Б — раствор, модифицированный гидрофобной добавкой

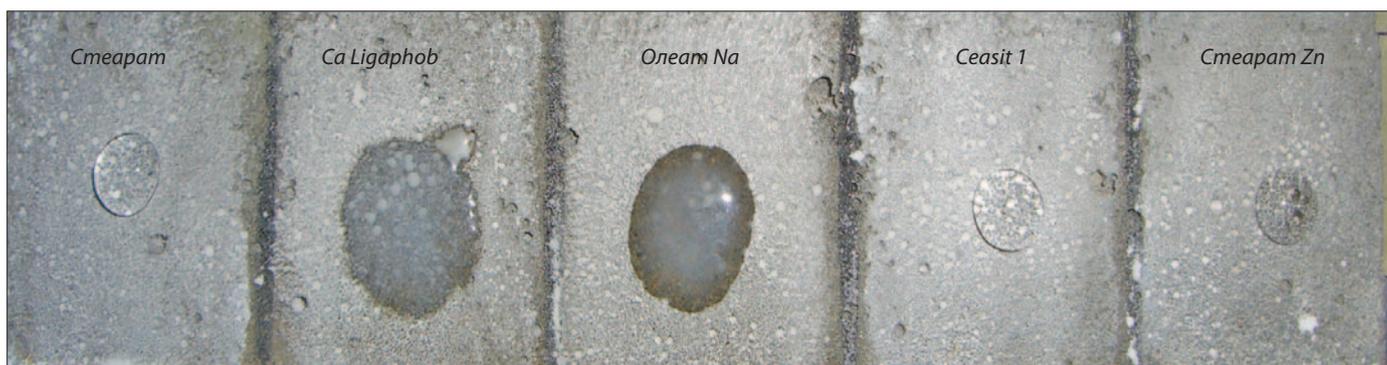


Фото 2. Поверхностная гидрофобизация цементно-песчаного композита

поверхности, на которых распылены первые три добавки, не снизили гидрофобных свойств, в то время как образцы с Ligorhob и олеат Na впитали всю влагу во внутренние слои.

Следующим этапом стало изучение объемной гидрофобизации различными добавками на кинетику водопоглощения и структуру порового пространства камня.

Исследования проведены методом математического планирования с реализацией двухфакторного плана [2]. В качестве варьируемых факторов выбраны: X_1 — содержание модификатора и X_2 — водотвердое отношение. Интервалы варьирования выбраны исходя из анализа технической литературы и рекомендаций [1]. Содержание гидрофобизаторов не превышает 2% от

массы вяжущего, а водотвердое отношение составляет обычно 0,16–0,20.

Кинетика водопоглощения цементно-песчаного раствора, а также коэффициенты, характеризующие средний размер и однородность открытых капиллярных пор, определены в соответствии с ГОСТ 12730.4-78 «Бетоны. Методы определения показателей пористости» [3].

На рисунке 1 представлены изолинии, характеризующие значения показателя однородности размеров открытых капиллярных пор (α). Как видно из графиков, тенденция снижения однородности размеров при вводе всех исследованных гидрофобизаторов однотипна и не зависит от водотвердого отношения. По-видимому, это связано с тем, что увеличение содержания доба-

вок препятствует смачиванию частиц минеральной системы при водозатворении, что в свою очередь ведет к неравномерной гидратации вяжущего вещества и искажению формирования первичной кластерной структуры.

На рисунке 2 отражено влияние добавок и водотвердого отношения на показатель среднего размера открытых капиллярных пор (λ). Введение модификаторов на основе стеаратов практически не сказывается на изменении показателя, характеризующего средний размер открытых капиллярных пор, при этом увеличение количества воды затворения снижает данную характеристику. Увеличение дозировки комплексной добавки на основе олеатов Ligorhob и водотвердого отношения имеют противоположное влияние на коэффициент среднего размера пор. Содержание модификатора при минимальном водозатворении значительно повышает средний размер пор, а по мере увеличения водотвердого отношения влияние становится менее значимым.

Особое внимание заслуживают добавки на основе чистых олеатов, в данном случае олеат Na, при увеличении содержания которой в составе минеральной части существенно увеличивается размер пор независимо от величины водотвердого отношения.

Такие тенденции изменения показателей пористости объясняются влиянием гидрофобизаторов различных химических основ на процессы гидратации вяжущего в составе композиционных материалов. Если порошковые модификаторы на основе стеаратов можно условно отнести к группе неактивных гидрофобных агентов, химически не взаимодействующих с компонентами растворной смеси, то рядом источников отмечается, что олеаты активно взаимодействуют с гидроксидом кальция, образуя нерастворимые соли (кальциевые мыла).

Активность добавок к компонентам минеральной системы определяет специфику их применения. Стеараты металлов препятствуют смачиванию компонентов на стадии водозатворения, что затрудняет равномерность гидратации клинкерных минералов. Модификаторы на основе олеатов не влияют на смачиваемость компонентов при изготовлении смеси. Это доказывает визуальная оценка добавок (фото 2). Однако они участвуют в формировании новых гидрофобных сростков при гидратации клинкерных минералов цемента. Можно предположить, что объемная гидрофобизация олеатами более эффективна по сравнению со стеаратами, в то время как для поверхностной приемлем обратный вариант. Для уточнения предварительных выводов необходимо провести оценку кинетики водопоглощения минеральных систем, модифицированных гидрофобными добавками различных химических основ.

Рис. 1. Показатель однородности размеров открытых капиллярных пор (α) камня на основе минеральной системы, модифицированной различными добавками

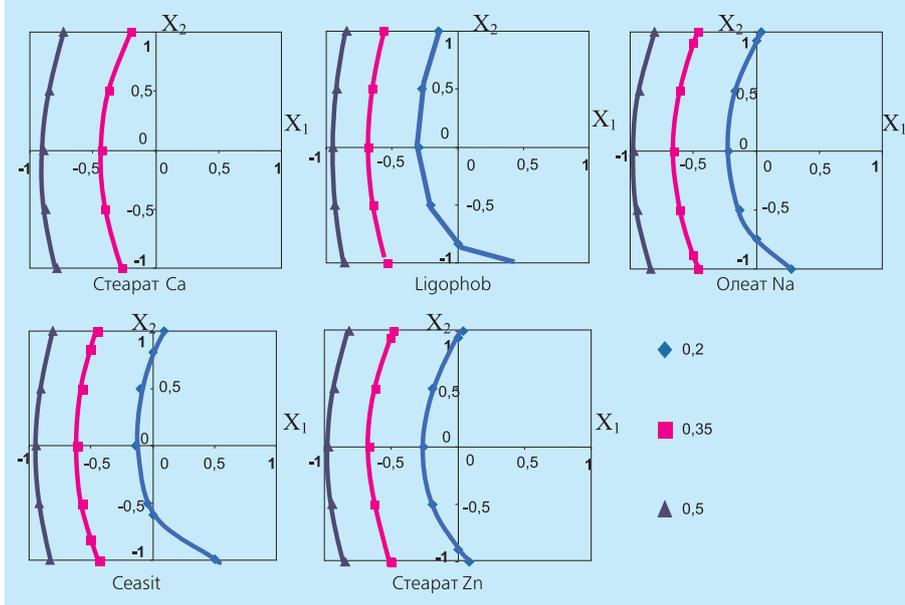


Рис. 2. Показатель среднего размера открытых капиллярных пор (λ) камня на основе минеральной системы, модифицированной различными добавками

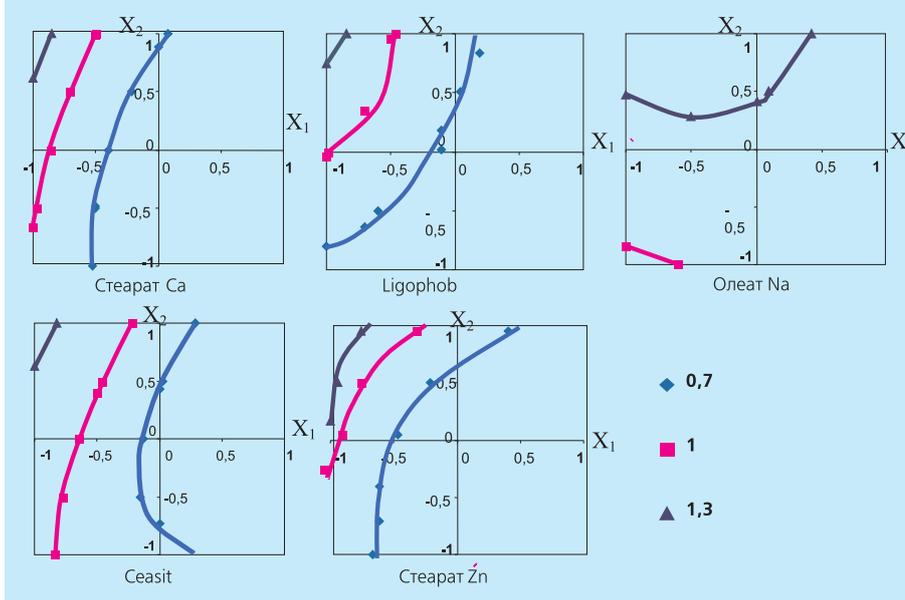
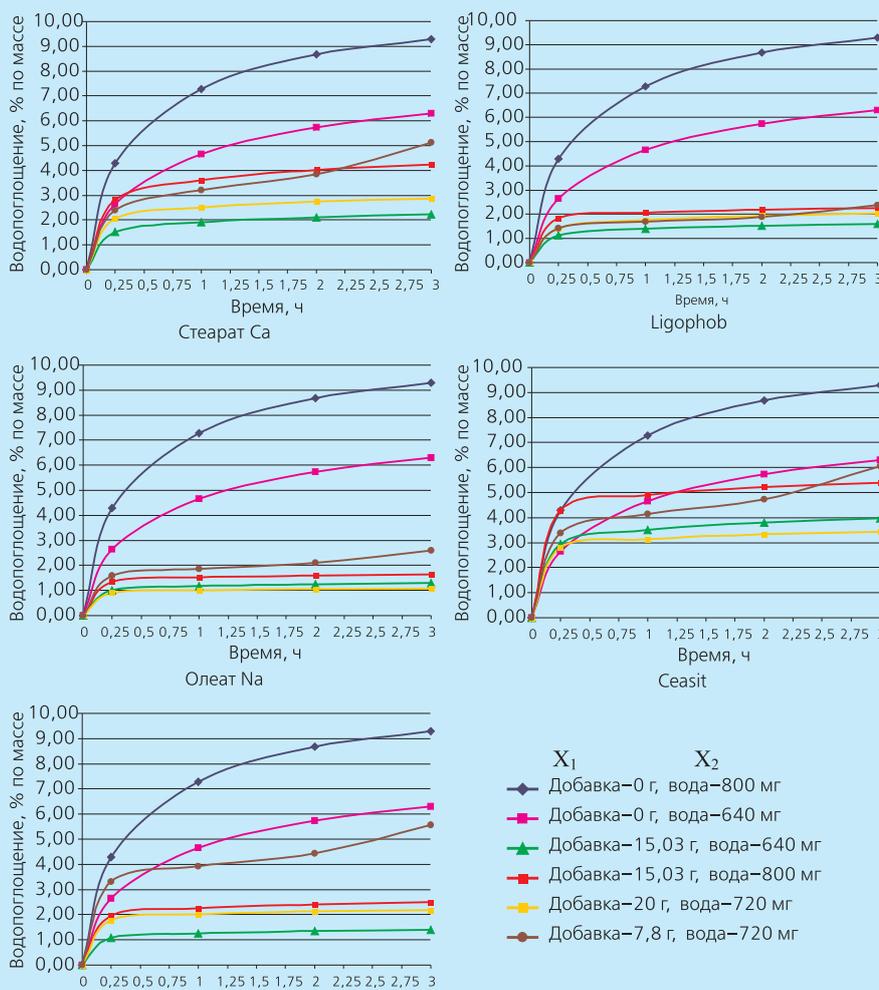


Рис. 3. Влияние гидрофобных добавок на кинетику водопоглощения камня



Кинетика водопоглощения цементно-песчаной системы с различными гидрофобизаторами представлена на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, наиболее весомым фактором, определяющим кинетику водопоглощения, является содержание гидрофобной добавки. Изолинии увеличения массы композита на основе немодифицированной цементно-песчаной системы по мере насыщения водой ограничивают верхний контур результатов эксперимента.

Причем интенсивность поглощения воды возрастает с увеличением водотвердого отношения.

Добавки на основе олеатов и их комплексов создают более эффективное препятствие проникновению влаги во внутренние слои раствора. В отличие от стеаратов, водотвердое отношение при этом практически не оказывает никакого влияния. Равномерное смачивание компонентов минеральной системы при водозатворении не

приводит к искажению формирования первичной кластерной структуры со временем. Участвуя в процессах гидратации, олеаты становятся частью уже гидрофобизированных новообразований цементного камня.

В заключение можно сказать, что добавки на основе олеатов и их комплексов мало применимы для поверхностной гидрофобизации строительных композитов, однако отлично подходят для объемной модификации. Напротив, добавки на основе стеаратов значительно препятствуют проникновению воды при поверхностном нанесении, эффективность же объемной гидрофобизации уступает олеатам и их комплексам.

С. А. ДЕРГУНОВ, к. т. н., старший научный сотрудник Управления научных исследований,

В. Н. РУБЦОВА, к. х. н., доцент, зав. кафедрой «Технология строительных материалов и изделий»,

С. А. ОРЕХОВ, инженер кафедры «Технология строительных материалов и изделий».

Оренбургский государственный университет

Литература

1. Корнеев В. И. «Что» есть «что» в сухих строительных смесях». / В. И. Корнеев, П. В. Зогула // Словарь. — СПб.: НП «Союз производителей сухих строительных смесей», 2005 г.

2. «Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей». / Под общей редакцией В. З. Бродского и др. // Справочное пособие. — М.: «Металлургия», 1982 г. с. 752.

3. ГОСТ 12730.4-78 «Бетоны. Методы определения показателей пористости». Введ. 1980-01-01 [Электронный ресурс] / Приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) //ООО «Альфа Кодекс» /Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) //ГОУ Оренбургский государственный университет /Мастер-версия: False.

4. ГОСТ 24211-91: «Добавки для бетонов. Общие технические требования». Введ. 1991-01-01 [Электронный ресурс] / Приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) //ООО «Альфа Кодекс» /Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) //ГОУ Оренбургский государственный университет /Мастер-версия: False.

Новости

КРУПНЕЙШЕЕ теплогенерирующее предприятие ТГК-5, которое обслуживает в основном коммунальный сектор в Кировской области, Удмуртской и Чувашской республиках, Республике Марий Эл, подвело итоги работы за первое полугодие 2009 года. Оказалось, что отпуск тепла не сократился, а даже вырос по сравнению с прошлым годом на 75 тыс. Гкал. Такого количества тепла достаточно для обогрева в течение полугодия города с населением несколько тысяч человек. И хотя сами энергетики объясняют это более холодной зимой, косвенно подобные цифры свидетельствуют о том, что программы энергосбережения в отечественном ЖКХ по-прежнему не выполняются. По закону, только новостройки должны оснащаться теплосчетчиками в обязательном порядке. В остальных домах решение этого вопроса остается на усмотрение жильцов. Расчеты за тепло по показанию счетчика

также не являются обязательными. «Именно отсутствие учета тормозит внедрение программ энергосбережения, — уверена Татьяна Кислякова, директор по продажам и маркетингу российского представительства Kamstrup. — Существующая до сих пор система нормативов похожа на средневековый оброк: потребителя обязывают платить определенную сумму, на размер которой он никак не может повлиять. А раз так, то нет смысла и экономить, вкладывая деньги в утепление здания, покупку пластиковых окон, установку тепловых пунктов». В Министерстве регионального развития полагают, что наряду с введением повсеместного учета необходимо создавать информационные базы о полном объеме полученных услуг и ресурсов в масштабах каждого муниципального образования. Такие действия позволят, по мнению чиновников, получить полную картину происходящего.