

# РАЗРАБОТКА СМЕШАННЫХ ВЯЖУЩИХ С ПОВЫШЕННЫМИ ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Современная архитектура зданий и сооружений уже немислима без применения эффективных отделочных материалов. Использование сухих строительных смесей различного назначения позволяет комплексно и мобильно выполнять элементы, определяющие как внешний облик конструктивных узлов, так и внутренний микроклимат помещений.

Основным компонентом смеси является вяжущее вещество, которое определяет комплекс физико-механических, структурных и реологических свойств композиционного материала. Поэтому стойкость вяжущего к агрессивным воздействиям влияет на долговечность и эксплуатационную пригодность всего сооружения. В связи с тем, что камень, получаемый на основе портландцемента, представляет собой капиллярно-пористое тело с наличием различных дефектов и локаций, возникающих в процессе гидратации, наиболее агрессивным фактором по отношению к нему является вода. Миграция воды в полости материала может привести к разрушению вследствие воздействия растворенных веществ на минералы портландцемента. Поэтому важной задачей является повышение гидрофобных свойств вяжущей системы.

В данной работе исследованы минеральные системы на основе портландцемента, модифицированные гидрофобными добавками. Еще совсем недавно в практике строительства для этой цели традиционно

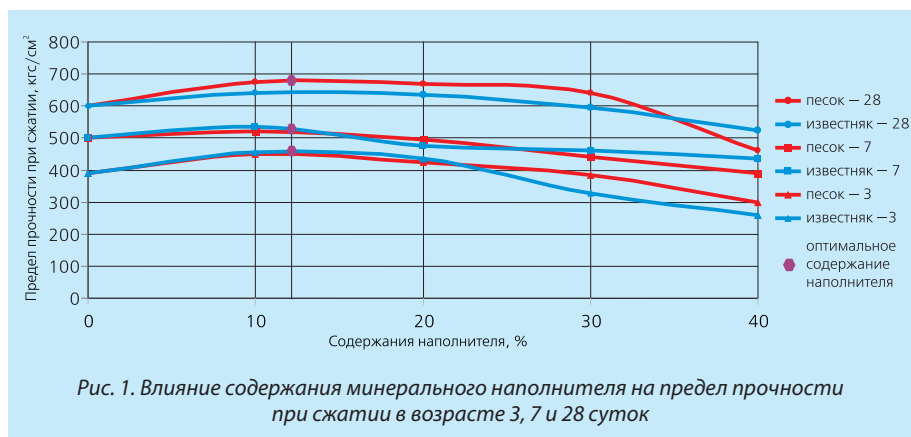


Рис. 1. Влияние содержания минерального наполнителя на предел прочности при сжатии в возрасте 3, 7 и 28 суток

применяли кремнийорганические жидкости. На сегодняшний день перспективным способом повышения водоотталкивающих свойств камня является введение эффективных порошковых гидрофобизаторов, из которых наиболее распространены соли жирных кислот и комплексы на их основах (см. фото).

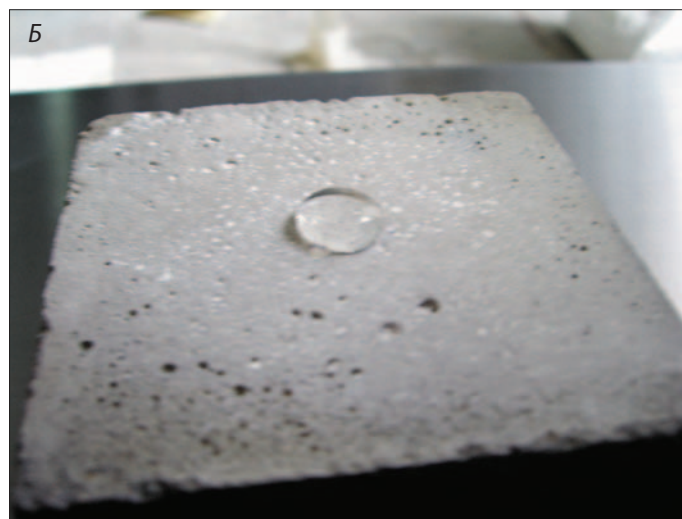
Основной принцип гидрофобизации заключается в значительном увеличении угла смачивания жидкости на поверхности камня. Это позволяет силе поверхностного натяжения жидкости на поверхности с твердым телом преобладать над силами поверхностного натяжения на границе «твердое тело — газ» и гидростатического давления жидкости, что приводит к стягиванию капли к ее центру [1].

Важным фактором эффективного применения различных гидрофобных добавок является специфика их взаимодействия с

компонентами минеральной части, поэтому на первом этапе разрабатывались смешанные связующие с добавлением в качестве наполнителя известняка и песка. Данные материалы вводились в тонкоизмельченном виде с удельной поверхностью, сопоставимой с дисперсностью портландцемента ( $S_{уд} = 3\,800 - 4\,200 \text{ см}^2/\text{г}$ ).

Как показано на рисунке 1, введение наполнителей до 12% приводит к повышению прочности камня на 8–10% (по сравнению с бездобавочным цементом) во все сроки твердения. Это объясняется спецификой процессов гидратации минералов портландцемента вследствие образования активных центров гидратации и оптимизацией порового пространства твердеющей системы.

Дальнейшее повышение содержания наполнителей приводит к снижению прочностных показателей, и при введении 40% прочность снизилась: на 15% — при добав-



Внешний вид и применение порошкового гидрофобизатора:

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

лении известняка, на 26% — песка (по сравнению с бездобавочным цементом). Состав, содержащий 12% наполнителя, принят за оптимальный, который взят в качестве минеральной основы при исследовании гидрофобных добавок. Следующим этапом стало изучение объемной гидрофобизации вяжущих, наполненных различными химическими добавками. Для модификации использовались чистые химические реактивы, которые применяются для изготовления гидрофобных добавок (барий стеарат, кальций стеариновокислый, цинк стеарат, натрий стеариновокислый — на основе стеаратов; литий олеат, натрий олеат — на основе олеатов, а также один комплекс, состоящий из стеаратов и олеатов). Гидрофобные добавки представляют собой дисперсные порошки белого цвета, их удельная поверхность

— 1 500–3 600 см<sup>2</sup>/г, молярная масса — от 591,27 до 877,39 г/моль.

Представленные гидрофобизаторы вводились в порошковом виде в количестве 0,25–1,00% по массе и перемешивались в быстроходном смесителе до однородного состояния. Исследования модифицированных смешанных вяжущих проводились при постоянном водотвердом отношении. Было отмечено, что введение добавок практически не отражается на реологических свойствах цементно-песчаного и цементно-известнякового связующих, что согласуется с работами М. И. Хигеровича [2]. Однако существенным образом изменяются физико-механические и структурные показатели камня на их основе. Кинетику набора прочности можно проследить по диаграммам (см. рис. 2), на которых видно,

что максимальными прочностными показателями обладают немодифицированные составы.

В связи с тем, что данные гидрофобизаторы являются поверхностно-активными веществами, они, адсорбировавшись на поверхности минеральных частиц, препятствуют гидратации клинкерных минералов. Это повлияло на снижение прочности камня во все сроки твердения. Минимальная величина предела прочности при сжатии, как в цементно-песчаных, так и цементно-известняковых, отмечена при вводе стеарата Zn независимо от содержания. При вводе других четырех модификаторов выражена особенность снижения прочности в зависимости от вида минерального наполнителя. Т.е. гидрофобизатор с различным ионом металла проявляет определенное сродство с карбонатным или кремнеземистым наполнителем. Так, при дозировке стеарата Ba 0,25% падение прочности в цементно-известняковом связующем составляет более 70 кгс/см<sup>2</sup> на различных сроках твердения, в то время как в цементно-песчаном связующем прочностные показатели остаются на уровне минеральной части. Напротив, натрий стеариновокислый проявляет сродство к известняковому наполнителю, падение прочности практически отсутствует, в то время как в цементно-песчаном связующем снижение — более 20%. Несмотря на то, что прочностные показатели являются важными для вяжущих систем, при вводе гидрофобизаторов преследуется цель улучшения гидрофизических свойств, которые и будут определяющими при выборе вида и дозировки того или иного модификатора.

Исследование водопоглощения и кинетики водопоглощения, а также показателей структуры проводилось по нормативной методике [3]. В большинстве случаев при вводе добавок наблюдается снижение скорости поглощения влаги. Четко выражены оптимальные интервалы дозировок, при которых системы обладают наилучшими гидрофобными свойствами. В каждом конкретном случае оптимальное содержание добавки в меньшей степени влияет на снижение прочностных показателей. Передо-

*Оптимальные дозировки модификаторов с учетом физико-механических и гидрофизических свойств*

Наименование гидрофобизатора	Цементно-известняковая система	Цементно-песчаная система
Барий-стеарат	0,35	0,25
Кальций стеариновокислый	0,5	0,4
Цинк-стеарат	0,3	0,5
Натрий стеариновокислый	0,25	0,5
Олеат натрия	0,35	0,5

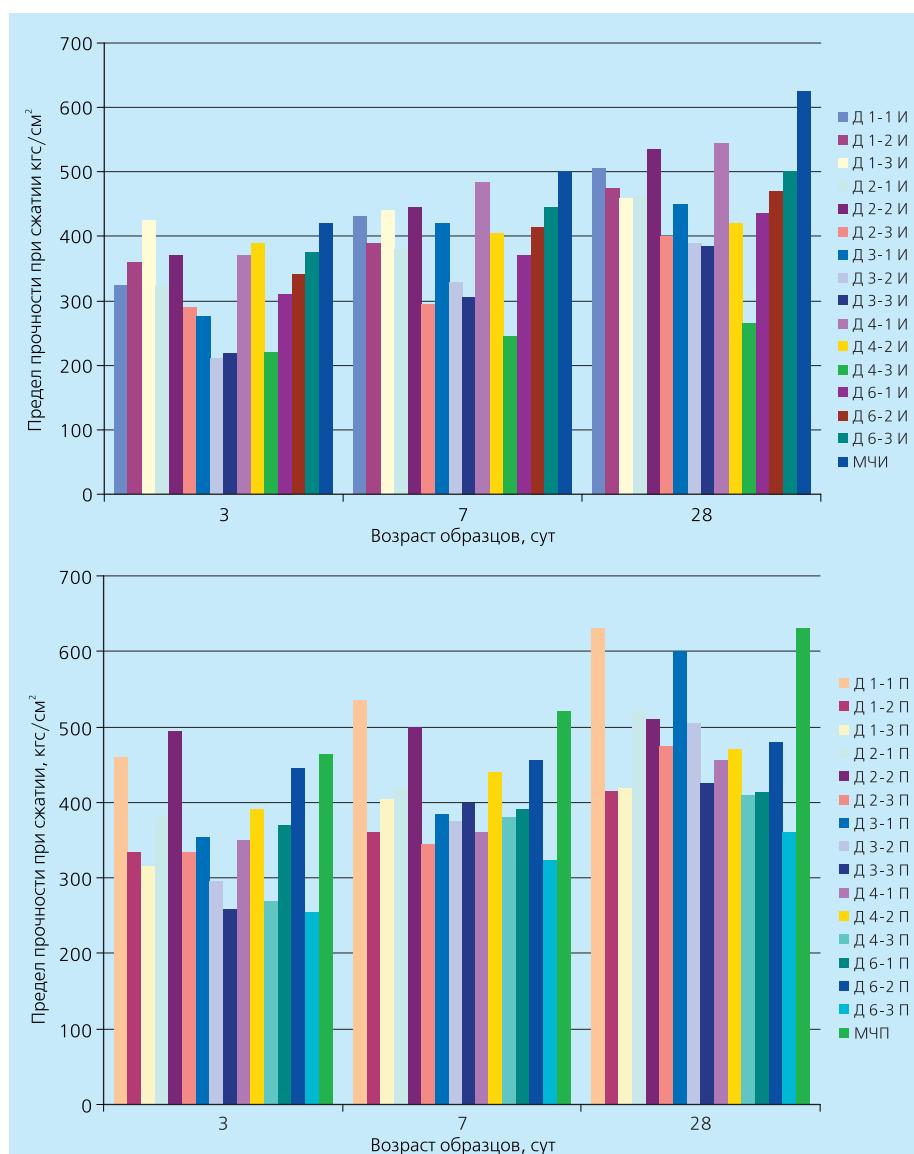


Рис. 2. Кинетика прочности гидрофобизированных цементно-известняковых и цементно-песчаных вяжущих:

1 — барий-стеарат; 2 — кальций стеариновокислый–1 (дозировка 0,25%); 3 — цинк-стеарат–2 (дозировка 0,5%);

4 — натрий стеариновокислый–3 (дозировка 1,0%); 6 — олеат натрия;

Д — модифицированный состав; И — цементно-известняковое связующие;

П — цементно-песчаное связующие; МЧИ — немодифицированное цементно-известняковое связующие; МЧП — немодифицированное цементно-песчаное связующие.

зировка модификаторов сверх интервалов практически не повышает гидрофобность, значительно снижает прочность камня и существенно ухудшает значения коэффициентов однородности и среднего размера открытых капиллярных пор [4]. В ряде работ отечественных и зарубежных авторов отмечено, что введение гидрофобных добавок снижает кинетику водопоглощения, но не отражается на значении самого водопоглощения. Как показали наши результаты, представленные на рисунке 3, в большинстве случаев величина водопоглощения модифицированных составов меньше, чем минеральной части.

При анализе полученных зависимостей были выявлены оптимальные дозировки модификаторов (см. табл.).

В заключение можно сказать, что введение добавок приводит к удорожанию исходного продукта, однако увеличение долговечности связующих позволит продлить срок службы и повысить стойкость камня к агрессивному воздействию влаги. Исследования стойкости гидрофобизированных минеральных систем к агрессивным средам является темой дальнейшей работы. ●

**С. А. ДЕРГУНОВ, старший научный сотрудник НИИ «Строительное материаловедение»,**

**С. А. ОРЕХОВ, аспирант кафедры технологии строительных материалов и изделий**

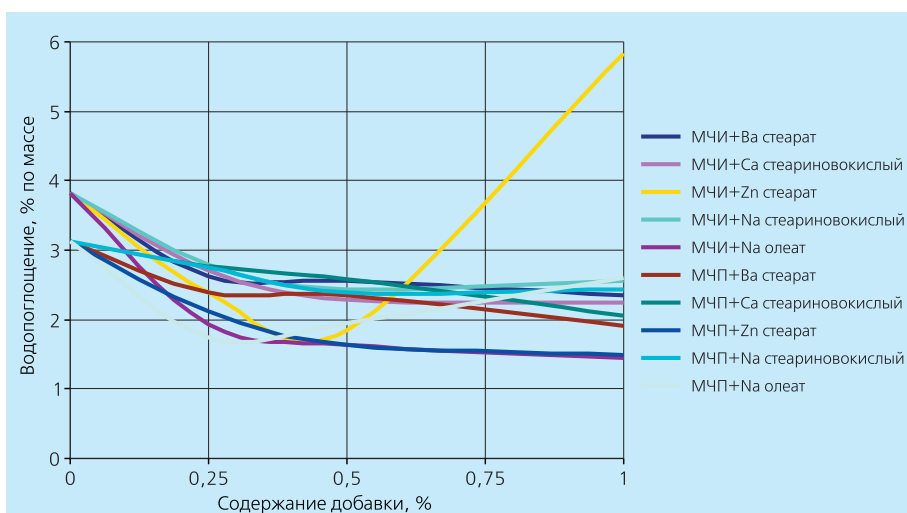


Рис. 3. Влияние гидрофобных добавок на водопоглощение наполненных вяжущих

#### Литература

1. Корнеев В. И. «Что» есть «что» в сухих строительных смесях». / В. И. Корнеев, П. В. Зогуля // Словарь. — СПб: НП «Союз производителей сухих строительных смесей», 2005 г.
2. Хигерович М. И. «Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов». / М. И. Хигерович, В. Е. Байер / — М.: Стройиздат, 1979 г.
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. Дергунов С. А. «Гидрофобизация минеральных систем». / С. А. Дергунов, С. А. Орехов // Материалы XV Академических чтений РААСН Международной научно-технической конференции «Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии». // Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Т. 1, Казань, 2010 г.

## Информационно-справочный портал

Проектирование  
Изыскания  
Строительство



ЦЕНТР  
СОВРЕМЕННОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА



[www.stroy-infoteka.ru](http://www.stroy-infoteka.ru)

- ➔ База данных по строительным материалам и оборудованию;
- ➔ Инфотека – база организаций, оказывающих услуги на архитектурно-строительном рынке;
- ➔ Разделы, содержащие нормативные документы, технические публикации, новости и др.

Материалами портала уже сегодня пользуются многие тысячи архитекторов и строителей. Завтра их будет сотни тысяч! Приглашаем Вас принять участие в развитии единого информационного пространства в сфере архитектуры и строительства России!

Дополнительную информацию Вы можете получить по телефонам: (495) 64-507-64, (495) 251-55-25