

## ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Козлов Н. В.,

научный руководитель д-р техн. наук, проф. Панченко А. И.

*ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»*

Гипсовые материалы по сравнению с гидравлическими вяжущими отличаются пониженными показателями прочности и водостойкости, что ограничивает их применение областью внутренней отделки помещений с относительной влажностью не более 60 %.

В настоящее время наметились три основных направления повышения водостойкости гипсовых изделий: 1) уменьшение растворимости затвердевшего гипса; 2) изменение капиллярно-пористой структуры гипсового камня с целью уменьшения водопоглощения и водопроницаемости; 3) поверхностная гидрофобизация, пропитка и поверхностная защита материалами, препятствующими водонасыщению гипсовых изделий и конструкций.

Представляется, что более перспективны первые два пути, так как в этих случаях повышается водостойкость материала по всему объему и его эксплуатационная надежность независимо от случайных повреждений поверхности изделия.

Для реализации этой задачи используются различные добавки, но наиболее эффективными следует считать те, которые позволяют одновременно снизить растворимость гипса и уменьшить водопроницаемость гипсового камня или бетона.

Введение техногенных отходов и побочных продуктов различных производств в состав минеральных вяжущих и материалов на их основе позволяет повысить экономическую, технологическую и экологическую эффективность их применения. Наиболее эффективным использование техногенных отходов или побочных продуктов можно считать, когда одновременно появляется возможность управления структурой и свойствами строительных материалов.

Для выполнения вышеупомянутых задач в настоящей работе предлагается возможность использования добавки к гипсовому вяжущему на основе микрокремнезема или биокремнезема и карбидного ила, пластифицирующей добавки, хотя с разной эффективностью (рисунок 1).

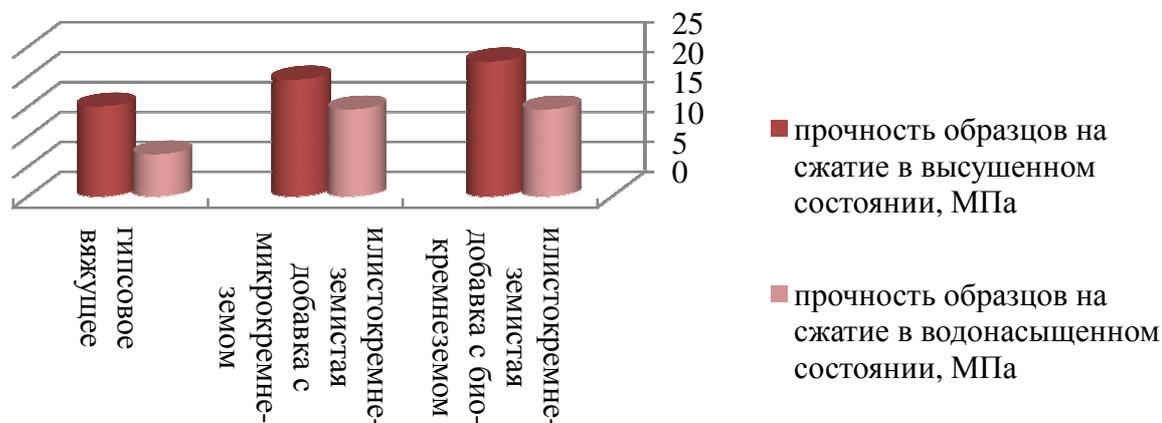
Все составы многокомпонентных гипсовых вяжущих приготавливались из теста нормальной густоты исходного гипса. Испытания гипсовых вяжущих осуществлялось по ГОСТ 23789-79 «Вяжущие гипсовые. Методы испытаний». Коэффициент размягчения гипса и многокомпонентного гипсового вяжущего определялся по ТУ 21-31-62-89.

В результате чего, получен материал, отличающийся от исходного гипса повышенными прочностными характеристиками и водостойкостью. Данный эффект обеспечен более мелкопористой структурой затвердевшего камня с меньшим количеством пор и капилляров, сообщающихся с внешней средой в сравнении с исходным гипсовым вяжущим. А так же образованием за счет взаимодействия активных  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Ca(OH)}_2$ , входящих в состав добавки, малорастворимых низкоосновных гидросиликатов кальция, затрудняющих проникновение влаги извне в гипсовый камень.

При оптимальном соотношении компонентов добавки использование микрокремнезема и карбидного ила позволяет повысить прочность исходного гипса в водонасыщенном состоянии в 2,1 раза, прочность в высушенном состоянии в 1,4 раза, а

при использовании биокремнезема и карбидного ила в 2,1 и 1,5 раза - соответственно в водонасыщенном и высушенном состояниях.

**Рисунок 1. Сравнение эффективности использования микрокремнезема и биокремнезема в качестве компонентов илестокремнеземистой добавки**

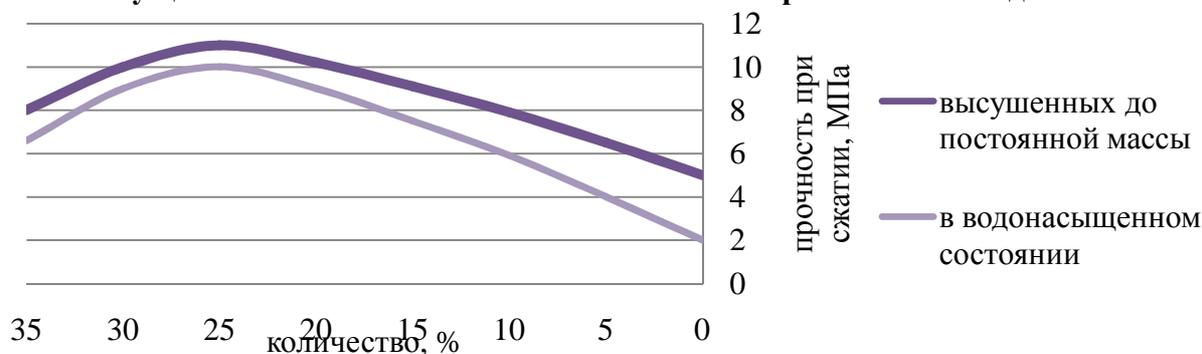


В ходе эксперимента были подготовлены образцы на основе полуводного гипса марки Г5, карбидного ила, кремнеземистой составляющей (микрокремнезем и биокремнезем) и пластифицирующей добавки в различных пропорциях. Исследование чистых смесей кремнеземистой составляющей (микрокремнезем и биокремнезем) и карбидного ила показало, что наибольшей прочностью обладают смеси в диапазоне  $\text{SiO}_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$  от 1 до 1,2 – для илестокремнеземистой добавки с использованием микрокремнезема и карбидного ила и в диапазоне  $\text{SiO}_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$  от 0,5 до 0,7 – для илестокремнеземистой добавки с использованием биокремнезема и карбидного ила, что соответствует и результатам стехиометрического расчета количества вступающих в реакцию  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Для установления оптимума количества вводимой в гипс илестокремнеземистой добавки с целью получения водостойкого (с коэффициентом размягчения более 0,8) гипсового вяжущего были исследованы прочностные характеристики в зависимости от дозировки добавки. В ходе эксперимента дозировка илестокремнеземистой добавки варьировалась от 5 до 35 % от массы исходного полуводного гипса.

Основываясь на накопленных в ходе исследования рецептурах многокомпонентного гипсового вяжущего было установлено, что оптимальное количество вводимой в гипс илестокремнеземистой добавки находится в пределах от 20 до 30% от массы гипсового вяжущего.

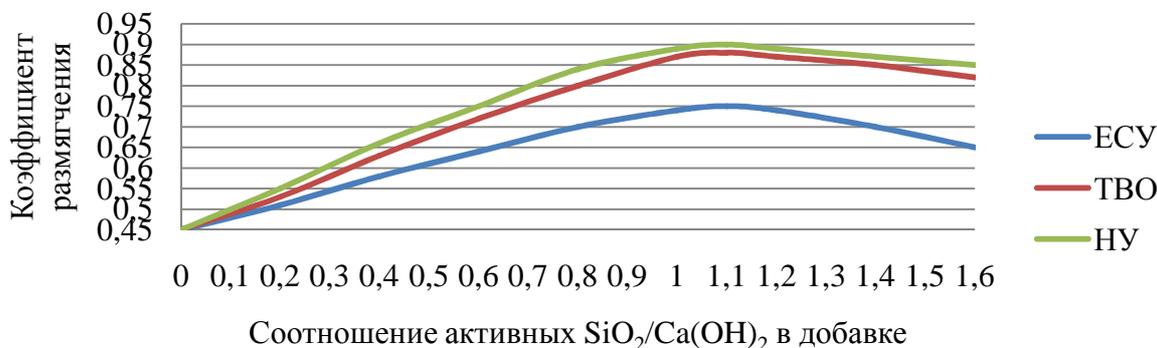
**Рисунок 2. Прочность при сжатии образцов многокомпонентного гипсового вяжущего в зависимости от количества илестокремнеземистой добавки**



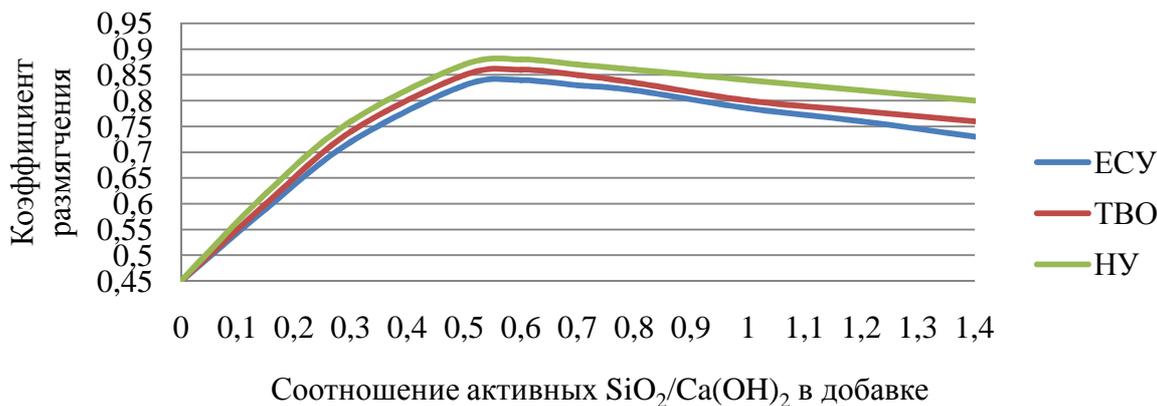
Для определения влияния условий твердения на свойства гипсовых вяжущих на основе промышленных отходов были выбраны различные условия твердения: 1) естественно-сухие условия 28 суток – ЕСУ; 2) тепло-влажностная обработка при

температуре 80 °С(8 часов) – ТВО; 3) нормальные условия (камера нормального твердения) 28 суток – НУ.

**Рисунок 3. Изменение прочности водонасыщенных образцов с добавкой на основе микрокремнезема и карбидного ила при различных условиях твердения в зависимости от соотношения активных  $\text{SiO}_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$  в добавке**



**Рисунок 4. Изменение прочности водонасыщенных образцов с добавкой на основе биокремнезема и карбидного ила при различных условиях твердения в зависимости от соотношения активных  $\text{SiO}_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$  в добавке**



Установлены закономерности влияния условий твердения на физико-механические свойства затвердевших гипсовых вяжущих повышенной водостойкости на основе промышленных отходов, при которых для получения материала с повышенной водостойкостью при использовании илестокремнеземистой добавки на основе микрокремнезема и карбидного ила требуется проведение ТВО или его выдержка в нормальных условиях в течение 28 суток. Применение илестокремнеземистой добавки на основе биокремнезема и карбидного ила не требует особых условий твердения.

Замедленная скорость сушки и кинетика водопоглощения образцов гипсового вяжущего повышенной водостойкости на основе промышленных отходов позволила сделать предположение, что структура затвердевшего материала более мелкопористая с меньшим количеством пор и капилляров, сообщающихся с внешней средой. Результаты исследований поровой структуры, проведенных на анализаторе удельной поверхности и размеров пор показали, что основной объем пор многокомпонентного гипсового вяжущего составляет 0,019 - 0,075  $\text{см}^3/\text{г}$ , а у исходного гипса – 0,141  $\text{см}^3/\text{г}$ , что позволяет характеризовать структуру материала с применением илестокремнеземистой добавки как мелкопористую. Общая пористость гипсового камня на основе многокомпонентного гипсового вяжущего приблизительно одинакова с общей пористостью обычного гипсового камня (37% и 36% соответственно), но открытых пор у гипсового вяжущего на основе промышленных отходов (с добавлением



более 60 %, так и для ограждающих конструкций (с коэффициентом размягчения более 0,8 при оптимальном соотношении компонентов).