

УДК 691.263.5

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ  
НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ****В.П. ЗЛОТИНА, Д.И. МИЛОШ, А.С. КАТУЛЬСКАЯ**  
(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЁНОВА)

*Представлены составы и способы подготовки композитов добавок на основе промышленных отходов для улучшения физико-механических характеристик гипсовых вяжущих. Показано, что применение добавок позволяет прочностные характеристики гипсового камня.*

Повышение водостойкости, а также прочностных характеристик гипсовых вяжущих является актуальным направлением для расширения номенклатуры и области применения строительных материалов на основе гипса. Для повышения водостойкости гипсового вяжущего следует изменить капиллярно-пористую структуру гипсового камня. Для получения более плотной структуры используются добавки на основе промышленных отходов, которые при соответствующей подготовке способствуют снижению количества пор и формированию малорастворимых соединений.

Перспективным направлением для решения экологической проблемы, связанной с утилизацией промышленных отходов является их использование в качестве добавок в составе гипсовых вяжущих для улучшения их физико-механических характеристик.

В работе Нарышкиной М.Б. [1] был получен керамзитобетон на основе композиционного гипсового вяжущего, полученного путём совместного помола активной кремнезёмсодержащей добавки, портландцемента и суперпластификатора. Разработан оптимальный состав композиционного гипсового вяжущего, мас. %: гипсовое вяжущее (50–70), портландцемент (10–20), кремнеземистая добавка (10–30). В качестве кремнеземистой добавки использовались высокодисперсные наполнители – перлит, опока, глауконитовый песок, а также промышленные отходы, получаемые тонким измельчением исходных компонентов. Предел прочности композиционного гипсового вяжущего на сжатие составил 24 МПа, а коэффициент размягчения – 0,78.

Рассмотрена возможность использования цитрогипса – шламового отхода производства лимонной кислоты [2] в составе гипсовых вяжущих. Вяжущее было получено путём дегидратации суспензии цитрогипса в условиях автоклавной обработки при температуре 130 °С в течение 2 часов. Для модификации свойств применяли полиакриломид, который вводили в количестве 2,5 и 10% от массы цитрогипса. Введение полиакриломидов способствовало увеличению сроков схватывания гипсового вяжущего, расслоению смеси со значительным водоотделением. Прочность на сжатие при этом увеличилась на 31,3%.

Козлов Н.В. и Панченко А.И. получили материал [3], который отличается повышенными прочностными характеристиками и водостойкостью за счёт введения в состав гипсового вяжущего добавки на основе микрокремнезёма, карбидного ила и пластифицирующей добавки. Улучшение характеристик полученного вяжущего обусловлено снижением пористости структуры затвердевшего гипсового вяжущего, а также образованию малорастворимых низкоосновных гидросиликатов кальция, которые увеличили гидрофобность затвердевшего гипсового вяжущего.

Исследовалась возможность комплексного использования микрокремнезёма, который образовался в процессе газоочистки печей при выплавке кремниевых сплавов, в сочетании с углеродными нанотрубками в качестве модификаторов свойств гипсовых вяжущих. Установлено [4], что оптимальной концентрацией многослойных нанотрубок является 0,006% от массы гипса, а микрокремнезёма – 25% от массы портландцемента. Прочностные характеристики при введении такого рода добавок увеличиваются на 42%. Такой результат связан формированием гидросиликатных новообразований, которые блокируют поверхность кристаллогидратов гипса и одновременно увеличивают общую площадь контактов между ними, что вызвано при взаимодействии микрокремнезёма и цемента с нанодисперсными добавками.

Предложено использовать в качестве добавки для повышения водостойкости композиционного вяжущего отход мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов [5]. Анализ микроструктуры образцов затвердевшего гипсового вяжущего показал, что использование данного вида кремнезёмной добавки приводит к синтезу плотной и прочной структуры за счёт увеличения содержания низкоосновных гидросиликатов кальция, уменьшения оксидов кальция, а также устранения роста высокоосновных гидроалюминатов кальция и этрингита. Прочность на сжатие при такой структуре гипсового камня составила 22 МПа, а коэффициент размягчения – 0,78.

Тихомиров Б.И. и Коршунов В.И. предложил использовать добавку – отход сахарного производства (дефекат) и эфир целлюлозы в состав строительных смесей [6]. Дефекат, который на 70% состоит из мелкодисперсного известняка с размером зёрен 30–40 микрон вводили в качестве замедлителя сроков схватыва-

ния гипсовых смесей, а эфир целлюлозы в качестве водоудерживающей добавки. Предварительно дефекат перед перемешиванием термоактивировали при температуре от 114 до 260 °С в течение 4 часов.

Разработана рецептура водостойких гипсовых вяжущих [7] с использованием золошлаковых смесей. Золошлаковые отходы ТЭЦ использовались в качестве активной минеральной добавки в составе композиционного гипсового вяжущего. Рекомендуется применять следующий состав композиционного вяжущего (% по массе): гипсовое вяжущее – 70, портландцемент – 20, шлак – 10. Установлено [7], быстрый набор прочности системы осуществляется за счёт синтеза крупных кристаллов двуводного гипса, а дальнейшая гидратация клинкерных минералов обеспечивает за счёт создания малорастворимых новообразований в ранее созданной структуре затвердевшего гипсового вяжущего повышение его водостойкости.

Гипсовые вяжущие, модифицированные кремнеземистой добавкой [8], в качестве которой применяются золошлаковые отходы, которые характеризуются новым уровнем технологических и технических характеристик. Прочность на сжатие композиционных вяжущих достигает 35 МПа, коэффициент размягчения – 0,87.

Таким образом, эффективным способом повышения прочностных характеристик и водостойкости гипсового вяжущего является введение добавок на основе промышленных отходов. Добавки позволяют увеличить прочность на сжатие гипсового камня на 30–40%, при этом коэффициент размягчения повышается до 0,87.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нарышкина, М.Б. Стеновые материалы на основе композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05. / М.Б. Нарышкина; Белгородский гос. техн. ун-т им. В.Г. Шухова – Белгород, 2010. – 26 с.
2. Лукьянова, А.Н. Строительные композиционные материалы на основе модифицированных гипсовых вяжущих, полученных из отходов производства [Текст] / А.Н. Лукьянова [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 4 – 4. – 818–822 с.
3. Гипсовые вяжущие на основе техногенных отходов [Электронный ресурс] / Гипсовые вяжущие на основе техногенных отходов. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/111297196-Gipsovye-vyazhushchie-na-osnove-technogennyh>. – Дата доступа: 24.09.2019.
4. Изряднова, О.В. Изменение морфологии кристаллогидратов при введении ультра- и нанодисперсных модификаторов структуры в гипсоцементно-пуццолановые вяжущие [Текст] / О.В. Изряднова [и др.] // *Строительные материалы*. – 2014. – № 7. – 25–27 с.
5. Чернышева, Н.В. Использование техногенного сырья для повышения водостойкости композиционного гипсового вяжущего [Текст] / Н.В. Чернышева // *Строительные материалы*. – 2014. – № 7. – 53–56 с.
6. Добавка для строительных смесей: пат. 2444485 Рос. Федерация, МПК СО 4В 24/02/ Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н.; патентообладатель ЗАО «Гипронииавиапром», Коршунов А.Н, заявл. 23.09. 2010.; опубл. 10.03.2012. – 1–14 с.
7. Козлов, Н.В. Микроструктура гипсовых вяжущих повышенной водостойкости [Текст] / Н.В. Козлов [и др.] // *Строительные материалы*. – 2014. – № 5. – 72–75 с.
8. Аласханов, А.Х. Рецептура водостойких композиционных гипсовых вяжущих с компонентами техногенного происхождения [Текст] / А.Х. Аласханов [и др.] // *Вестник Дагестанского гос. технического ун-та*. – 2015. – № 4 – 63–76 с.
9. Нечаева, Е.Ю. Модификация свойств строительного гипса [Текст] / Е.Ю. Нечаева [и др.] // *Известия Тульского гос. ун-та. Технические науки*. – 2009. – № 1–2 – 107–113 с.