

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАГНЕЗИАЛЬНОГО КАМНЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО ЗОЛЕМ ГИДРОКСИДА ЖЕЛЕЗА

В.В. Зимич, Л.Я. Крамар, Н.В. Молочкова

Как уже известно, магнезиальные материалы являются эффективными теплоизоляционными и отделочными материалами с повышенными технико-экономическими показателями.

В процессе гидратации магнезиального вяжущего формируются основные структурообразующие минералы в виде пента- и триоксигидрохлорида магния, а также гидроксида магния, которые в зависимости от процентного соотношения между ними способствуют формированию высокопрочного камня с низкой теплопроводностью. Однако в результате изменения условий окружающей среды, например температуры или влажности в большую или меньшую сторону материалы на основе такого камня теряют свои гидро- и теплофизические свойства: гигроскопичность и теплопроводность резко увеличиваются, а водостойкость и прочность падают [1].

Ранее проведенные исследования показали, что для возможного регулирования свойств магнезиального камня и материалов на его основе модифицирование добавкой тонкомолотого железосодержащего агломерата позволяет формировать структуру камня помимо основных гидратных фаз из комплексных соединений, благодаря которым при высокой прочности камня гигроскопичность снижается до 2,57...1,74 %. Также установлено, что в составе самой добавки содержится до 30 % магнетита, содержащего катионы двух- и трехвалентного железа одновременно, которые в свою очередь позволяют структурировать камень и получить на его основе материал с высокими эксплуатационными характеристиками. Катионы двухвалентного железа за счет ионного обмена встраиваются в структуру оксигидрохлоридов магния, в результате чего формируется оксигидроферрит магния, а катионы трехвалентного железа адсорбируются на поверхности гидратных фаз камня, блокируя при этом их поверхность и снижая тем самым их поверхностный заряд, в результате чего формируются амакинит и лепидокрокид [1].

Проведенный литературный поиск показал [2], что введение в состав цементных композитов коллоидных растворов позволяет повысить проч-

ность цементного тяжелого бетона и пенобетона, а также увеличить прочность поровых перегородок в структуре пенной массы.

С помощью изучения коллоидных систем мы установили, что взаимодействие безводного хлорида железа и кипящей жидкости позволяет получить дисперсионную систему, в которой находятся диспергированные частицы с размером этих частиц в пределах $10^{-9} \dots 10^{-7}$ м [3], что по сути позволяет нам говорить о наноразмерах вещества, в среде которого можно наблюдать оптические свойства. Эти свойства проявляются при пропускании через раствор яркого пучка лучей, в результате которого в жидкости появляется светлый конус, называемый эффектом Тиндаля или конусом Тиндаля. Оно обусловлено рассеянием света на взвешенных коллоидных частицах жидкости. В золях размеры частиц меньше длин волн лучей видимого света. Поэтому каждая коллоидная частица диспергированного вещества не отражает, а рассеивает свет, превращаясь при этом в светящуюся точку [3]. В результате взаимодействия кипящей жидкости и раствора хлорида железа (III) формируется прозрачный золь гидроксида железа (III). При этом взаимодействии образуются ультрамикрочастицы гидроксида железа, которые в свою очередь являются зародышами более крупных коллоидных частиц. На их поверхности начинают адсорбироваться из раствора те частицы, которые входят в кристаллическую решетку хлорида железа (III), а именно ионы FeO^+ . Образуется адсорбционный слой, связанный с поверхностью твердой частицы, в результате чего все ультрамикрочастицы приобретают одноименный (положительный) заряд, что препятствует их соединению и укрупнению. Впоследствии образуется слой из ионов противоположного знака – Cl^- . Часть анионов хлора находится в непосредственной близости от ядра и входит в состав плотного адсорбционного слоя. Все другие противоположно заряженные ионы располагаются дальше от ядра и образуют диффузный слой анионов. Толщина диффузного слоя изменяется с изменением концентрации зарядов ионов, имеющих противоположный знак по отношению к ядру. Ядро, включающее адсорбционный слой ионов и слой противоионов представляет собой коллоидную частицу, которая в сочетании с противоионами диффузного слоя образует мицеллу. Кроме того, исследование мицеллы золя показали, что в его составе содержатся также катионы двух- и трехвалентного железа. Вероятно, при введении золя гидроксида железа в состав магниезального вяжущего мы сможем формировать структуру камня с заданными свойствами, при этом значительно снизить расход добавки и повысить ее целесообразность.

Таким образом, целью данной работы является исследование влияния золя гидроксида железа на свойства магниезального камня.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд следующих задач:

- 1) изучить свойства золя гидроксида железа и выбрать оптимальный способ его получения и стабилизации;

- 2) исследовать его влияние на изменение плотности затворителя водного раствора хлорида магния разной плотности;
- 3) оценить возможность реакции гидратации в системе «магнезиальное вяжущее – затворитель водный раствор хлорида магния – золь гидроксида железа»;
- 4) провести анализ фазового состава и структуры магнезиального камня;
- 5) установить взаимосвязь свойств камня от количественного соотношения исходных компонентов.

Для проведения исследования использовали следующие исходные материалы:

– магнезиальное вяжущее – порошок каустический магнезитовый ПМК-75, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 1216–87, ТУ 5745-004-70828456–2005;

– в качестве затворителя – водный раствор хлорида магния плотностей 1,20...1,24 г/см³, отвечающие требованиям ГОСТ 7759–73;

– золь гидроксида железа (III).

Для получения адекватных результатов исследований был спланирован и реализован план-эксперимент в соответствии с двухфакторной моделью Хартли. Достоверность полученных данных оценивали с помощью критерия Фишера, а доверительный интервал – с помощью показателя Стьюдента и коэффициента вариации [4]. В качестве варьируемых факторов были выбраны X_1 – количество добавки золя, от 0 до 1 % от массы вяжущего; X_2 – плотность затворителя, от 1,20 до 1,24 г/см³. Откликами в эксперименте служат: количественное содержание основных структурообразующих минералов, определенных с помощью ДТА, и опознанных с помощью РФА и электронной микроскопии; трещиностойкость камня в раннем возрасте; прочность в разном возрасте; гигроскопичность, водостойкость и пористость. В данной работе представлены результаты по прочности магнезиального камня.

Все методы испытаний проведены в соответствии с действующей нормативно-технической документацией. Из теста нормальной густоты изготавливали образцы-кубы с ребром 2 см, которые набирали свою прочность в естественных условиях при относительной влажности окружающего воздуха (65±5) % и температуре (20±5) °С.

Предварительные исследования показали, что при введении золя в водный раствор хлорида магния его плотность меняется пропорционально количеству введенной добавки. Изучив действие золя на водный раствор хлорида магния, а также способы стабилизации коллоидного раствора во времени, были определены интервалы варьируемых факторов и построены математические модели, показанные на рис. 1.

Как видно из рис. 1, а, прочность камня в раннем возрасте остается на уровне бездобавочного камня, а при минимальной дозировке (0,5 % от массы вяжущего) даже снижается. Проведенные исследования показали,

что в начальные сроки твердения наблюдается замедление сроков схватывания, изменяется пластичность теста. Однако при дальнейшем твердении проявляется положительная динамика набора прочности камня (рис. 1, б). При этом формируется четкая область оптимальных дозировок добавок.

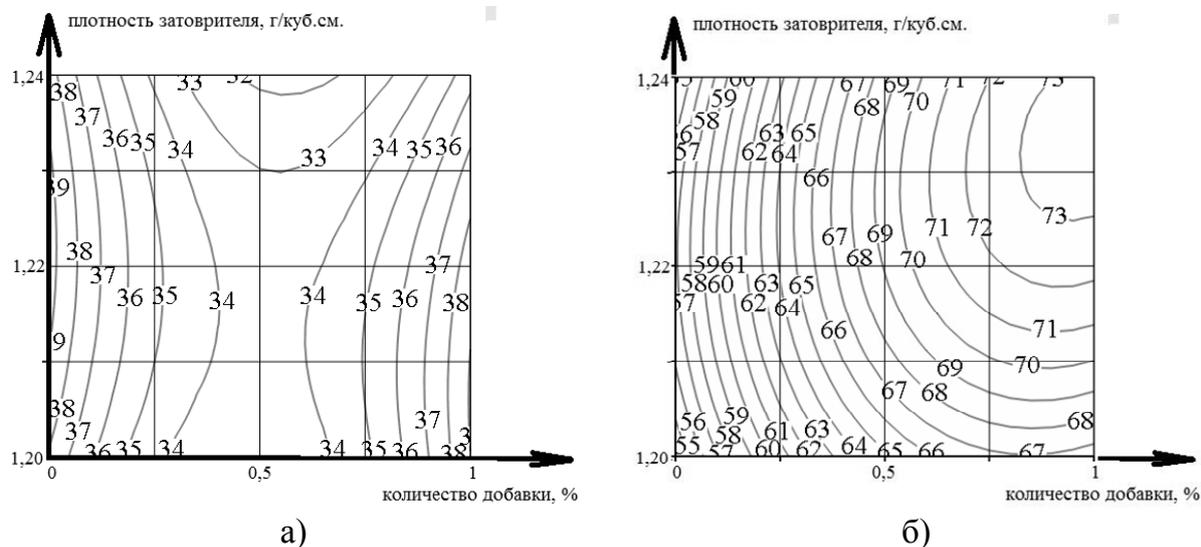


Рис. 1. Прочность магниального камня, модифицированного золей гидроксида железа: а – 1 сутки; б – 28 сутки

Выводы по работе

1. В раннем возрасте добавка золя не оказывает положительного влияния на прочность магниального композита, при этом замедляет процесс гидратации вяжущего.

2. В результате проведенных исследований было установлено, что золя гидроксида железа в количестве 1 % позволяет повысить прочность магниального камня в поздние сроки твердения до 73 МПа против 55 МПа бездобавочного камня.

Библиографический список

1. Зимич, В.В. Эффективные магниальные материалы строительного назначения с пониженной гигроскопичностью: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.В. Зимич. – Челябинск: Штрих, 2010. – 20 с.
2. Соловьева, В.Я. Проектирование высокопрочного бетона с улучшенными физико-механическими характеристиками / В.Я. Соловьева, Д.С. Старчуков, Н.В. Коробов // Строительные материалы. – 2007. – № 5. – С. 16–17.
3. Физическая и коллоидная химия: учеб. для техникумов // М.А. Менковский, Л.А. Шварцман. – М.: Химия, 1981. – 296 с.
4. Горбунов, С.П. Применение ЭВМ в решении рецептурно-технологических задач: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов / С.П. Горбунов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 71 с.