

УДК 666.972.16

ДУВАРОВ В. Б., ст. преподаватель (КузГТУ)

ХМЕЛЕНКО Т. В., к.т.н., доцент (КузГТУ)

г. Кемерово, Россия

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТВЕРДЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ ОКСИДАМИ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Повышение физико-механических и эксплуатационных свойств строительных материалов является одной из главных задач строительной отрасли. При проектировании бетонов эту задачу можно решить с помощью химических добавок. Отыскание эффективных химических добавок для бетонов позволяет существенно улучшить свойства бетонов и повысить технико-экономические показатели строительства.

Кафедра строительного производства и экспертизы недвижимости Кузбасского государственного технического университета занимается исследованием бетонов с добавками оксидов переходных металлов (железа, марганца, никеля).

С целью ускорения процессов гидратации и твердения минералов на основе портландцемента были изучены добавки, содержащие катионы различных металлов.

Проведенные исследования показали, что введение оксидов алюминия, железа, марганца и никеля повышают активность клинкерных вяжущих на 5-24 %. Установлено, что введение оксидов переходных металлов интенсифицирует процесс гидратации, что подтверждено различными физико-химическими методами исследования.

Известно, что некоторые труднорастворимые соединения ионной природы (твердые кислоты и основания) могут ускорять течение реакций, являясь акцептором протонов или донором электронов. В цементе, группы Si–ОН, расположенные в основном на поверхности образуют брэнстедовские кислотные центры, которые обмениваются с катионами в водных растворах, при этом не затрагиваются водородные связи поверхности алюмосиликата.

Однако при затворении цемента водой снижается сила кислотного центра, и повышаются основные свойства. Высокая щелочность среды цементного камня способствует увеличению основных свойств иона алюминия, находящегося в обычной для алюминия шестерной координации и способности к изоморфному замещению на ионы  $Fe^{+3}$ ,  $Mn^{+4}$ ,  $Ni^{+3}$ .

Для протекания реакции необходимо одновременное присутствие электронно-донорных и электронно-акцепторных центров. Труднорастворимые добавки имеющие маленькие катионы и обладающие большим за-

рядом имеют высокую активность.  $\text{Fe}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  создают центры основного характера в виде подвижных электронов и недиссоциированных донорных уровней, что усиливает их активность.

Вводимые добавки влияют на структурирование воды, процесс передачи протонов на ионообменные процессы, и, соответственно на гидратацию минералов клинкера. При этом важна роль природы химической связи вводимого соединения и степени окисления, которые создают определенное поверхностное состояние вещества, влияющего на процессы гидратации. Высокая щелочность цементного камня приводит к образованию аномально выдвинутых над поверхностью ионами алюминия и дефектных центров, включающих избыточные ионы кислорода, в результате чего имеющиеся акцепторные уровни в металлах  $d^{2-8}$ , то есть  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Mn}^{+4}$ ,  $\text{Ni}^{+3}$ , могут активизировать гидратацию клинкерных минералов.

Гидрофильность и поверхностная энергия на границе – насыщенный раствор-добавка, на ранней стадии процессов структурообразования ведут к увеличению интенсивности кристаллизации новообразований в зоне контакта.

Физико-химические исследования показали, что добавки действуют не только каталитически на процесс гидратации, но и активно вступают в процесс с появлением новых гидратных новообразований. На рентгенограммах появляются линии новых соединений, аналогичных природным.

Введение добавок железо-, никель-, и марганецсодержащих шламов изменяет в некоторой степени характер гидратных новообразований. Оно приводит к более раннему появлению кристаллических новообразований в виде плоских пластинок. Частично кристаллы имеют вид волокон или скрученной фольги. Никельсодержащий шлам способствует появлению кристаллических новообразований в более ранние сроки.

Сравнение термограмм показывает, что с увеличением длительности гидратации в образцах с добавкой увеличивается общее количество связанной воды, повышается температура ее полного удаления, а также степень гидратации цементного камня.

Введение никелевого шлама повышает экзотермический эффект при температуре 1053 К и снижает эндотермический эффект при 953 и 973 К. Это относится к кристаллизации соединений с замещением ионов алюминия на ионы никеля и образованию гидросиликатов аналогичных природным.

Таким образом, изучение процессов гидратации на ранних стадиях в присутствии добавок оксида никеля, железа, марганца показало, что труднорастворимые вещества, содержащие в своем составе элементы четвертого периода периодической системы Д.И. Менделеева,

d-элементы, позволяют интенсифицировать процесс гидратации и повысить прочность и плотного цементного бетона.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ 2341496 С1 С04В38/10. Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона / А. В. Угляница, Т. В. Хмеленко, В. Б. Дуваров / Оpubл. 20.12.2008, бюл. № 35.
2. Баженов, Ю.М., Горчаков, Г.И., Алимов, Н.А., Воронин, В.В. Получение бетона заданных свойств. – М.: Стройиздат, 1978. – 53 с.
3. Шейкин, А.Е., Чеховской, Ю.В., Бруссер, М.И. Структура и свойства цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.