

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ ДОБАВКИ-УСКОРИТЕЛИ ДЛЯ ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ

А.А. Кирсанова, П.Н. Киль

Исследовано влияние добавок-ускорителей на структуру и свойства бетонов на шлакопортландцементе. В качестве ускорителей использовали микрокремнезем, метакаолин, формиаты натрия и кальция. Выявлено, что наиболее эффективное влияние на свойства бетона на ШПЦ 300 оказывают комплексы включающие Glenium Ace 430 с микрокремнеземом или формиатом кальция, на ШПЦ 400 наиболее предпочтительно использовать комплексы с формиатом натрия. В начальные сроки твердения наибольший эффект оказал комплекс «Glenium Ace 430 + метакаолин» вне зависимости от вида вяжущего.

Ключевые слова: добавки-ускорители, метакаолин, микрокремнезем, формиат кальция, формиат натрия, шлакопортландцемент.

Высокие темпы строительного производства, наряду с стремлением к энергосбережению и решению экологических проблем, приводят к актуализации применения комплексных добавок при изготовлении бетона. Использование различных добавок как отдельно, так и в комплексе позволяет получать бетоны со строго определенными свойствами, при различных условиях твердения. Особый интерес для производства бетона представляет использование шлакопортландцементов, с одновременным снижением энергозатрат на производство.

Активация твердения и набора прочности бетонов на шлакопортландцементных составах как правило обеспечивается тепло-влажностной обработкой, или совместным применением ТВО и добавок ускорителей гидратации шлаковых составляющих и стекла. Ранее проведенные исследования [1] позволили получить бетоны на шлакопортландцементных составах с применением ТВО, с высокой прочностью, долговечностью и химической стойкостью к воздействию агрессивных сред. Особый интерес, в связи с внедрением в технологии бетона энергосбережения, представляет получение высокоэффективных бетонов на ШПЦ твердеющих в нормальных условиях с использованием добавок-ускорителей.

В качестве наиболее эффективных добавок – ускорителей применяют хлориды кальция, железа, алюминия, сульфаты натрия, калия и алюминия, нитраты натрия, кальция, и другие соли-электролиты [2]. Однако, хлориды и сульфаты способны вызывать коррозию арматуры и снижать долговечность бетона, вследствие чего, их применение в производстве бетонов ограничено. В связи с этим в настоящее время в качестве ускорителей предпочтительно используют формиаты кальция и натрия, нитраты натрия и кальция, тиосульфаты щелочных, щелочно-земельных металлов и роданидов [3].

Кроме солей для ускорения гидратации и твердения цементного камня и бетона также применяют активные минеральные добавки (АМД). В качестве АМД используют побочные продукты промышленности или специально полученные добавки, такие как микрокремнезем (МК), метакаолин (МН) и др.[4].

Таким образом, целью настоящего исследования является разработка эффективных комплексных добавок, включающих пластификатор и ускоритель твердения, способствующих повышению ранней и марочной прочности бетонов на ШПЦ при твердении в нормальных условиях.

Для достижения поставленной цели необходимо разработать комплексные добавки «пластификатор-ускоритель», исследовать их влияние на структуру и свойства цементного камня и бетона.

В работе применяли магнитогорский ШПЦ 400, ШПЦ 300 по ГОСТ 10178-85; добавки – ускорители: метакаолин (МН) производства ЗАО «Пласт-Рифей», ТУ 5729–095–51460677–2009; гранулированный микрокремнезем (г. Новокузнецк Кемеровской обл.) (МК), ТУ 5743–048–02495332–96; формиат натрия (ФН) и формиат кальция (ФК).

Для водоредуцирования использовали поликарбоксилатную добавку «Glenium Ace 430» производства ООО «BASF Строительные системы». Дозировка Glenium Ace 430 (СЭП) принята 0,8 % от массы вяжущего.

Все исследования производились на бетонных образцах–кубах с ребром 10см, твердевших при температуре 20 ± 2 °С и с влажностью 95–100 %. Фазовый состав оценивали с помощью ДТА на дериватографе системы LuxxSTA 409, РФА на дифрактометре ДРОН–3М, модернизированном приставкой PDWin.

Для сравнения и выбора наиболее эффективных ускорителей твердения бетона были приняты активные минеральные добавки (микрокремнезем и метакраолин), формиаты натрия и кальция, а также нитрат кальция. При оценке влияния нитрата кальция на набор прочности цементного камня установлено, что он менее эффективен по сравнению с остальными добавками – ускорителями, поэтому его исключили из дальнейших исследований. В соответствии с ранее сказанным, были приняты следующие модификаторы: метакраолин (МН) + Glenium Ace 430, микрокремнезем (МК) + Glenium Ace 430, формиат натрия (ФН) + Glenium Ace 430 и формиат кальция (ФК) + Glenium Ace 430. Изучение влияния комплексных добавок-ускорителей на набор прочности бетона при нормальном твердении подтвердило эффективность рассматриваемых добавок. Кинетика набора прочности бетона с комплексными добавками до 28 суток твердения в нормальных условиях на ШПЦ 300 представлена на рис. 1.

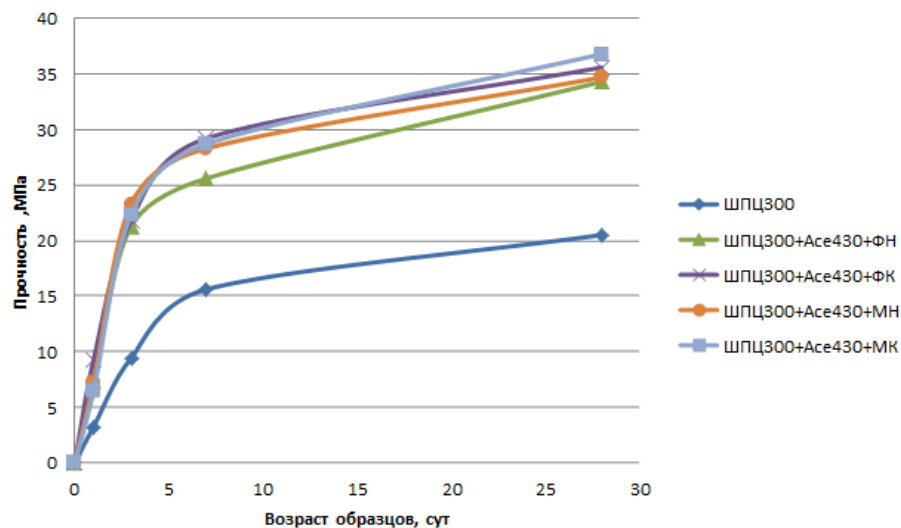


Рис. 1. Набор прочности бетона с модификаторами до 28 суток твердения в нормальных условиях на ШПЦ 300

Из полученных зависимостей (рис.1.) следует, что применение всех модификаторов на ШПЦ 300 уже к 3 суткам твердения обеспечивает 75 % от марочной прочности, в то время как контрольный состав в 28 суток не набрал и 70 % от марки.

Результаты набора прочности бетона на ШПЦ 400 (рис. 2.) выявили, что применяемые комплексные добавки на 3 сутки твердения обеспечивают набор прочности образцов до 60–70 % от марочной прочности. Контрольный состав в марочном возрасте набрал только 60 %.

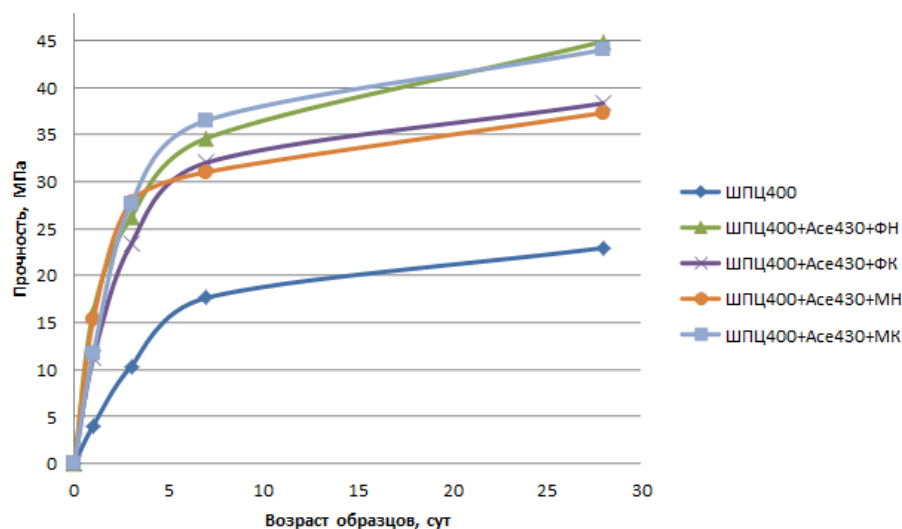


Рис. 2. Набор прочности бетона с модификаторами до 28 суток твердения в нормальных условиях на ШПЦ 400

Кроме этого, следует отметить, что для всех видов ШПЦ к 28 суткам твердения без тепловой обработки, использование модификаторов с микрокремнеземом наиболее предпочтительно, они позволяют получить прочность выше, чем у контрольного состава на 80 %. Влияние остальных модификаторов на набор прочности ШПЦ 300 примерно на одном уровне, а в случае применения рассмотренных модификаторов на ШПЦ 400 наиболее предпочтителен ФН.

По данным ДТА и РФА можно установить, что все составы с комплексными добавками слабоакристаллизованны и представлены в основном гидросиликатными фазами CSH I, CSH II, гидроалюминатами типа C_3AH_6 , C_4AH_{13} , CAH_{10} не склонных к последующей перекристаллизации, гидрогранатами и гидроксидом кальция в количестве 2–2,5 %.

Введение ФН способствует образованию гидросиликатов кальция низкой основности, предпочтительно тоберморитоподобных в сочетании с CSH I, CSH II фазами, что, вероятно, приводит к повышению прочности камня.

При использовании комплекса «Glenium Ace 430 + МН» в структуре образуются гелевидный тоберморит, слабоакристаллизованные фазы CSH I, CSH II, до 2 % гидроксида кальция и стабильные гидроалюминаты. Применение комплексной добавки «Glenium Ace 430 + МК» способствует формированию структуры с большим количеством стабильных гидроалюминатов, гидрогранатов, гелевидного тоберморита и фаз CSH I, CSH II и с содержанием гидроксида кальция до 2 %. Применение комплекса с ФН приводит к увеличенному количеству содержания гелевидной фазы, включающей тоберморит и другие гидросиликаты кальция, а также стабильные гидроалюминаты, количество гидроксида кальция повышается до 2,5 %. Система «Glenium Ace 430 + ФК» значительно аморфизированна, состоит

предпочтительно из гелевидных образований, отмечено также присутствие гидроаллюминатов и гидроксида кальция до 2 %. Следовательно присутствие в бетонах с добавками-ускорителями всегда присутствует не менее 2 % гидроксида кальция, что должно обеспечивать сохранность арматуры.

Таким образом, введение разработанных модификаторов позволяет:

- получить высокоэффективные бетоны нормального твердения на ШПЦ 400 и ШПЦ 300;
- повысить скорость набора прочности шлакопортландцементов при нормальном твердении в возрасте 3-х суток на 90 % для ШПЦ 400 и на 80 % для ШПЦ 300 по сравнению с бездобавочными составами;
- модифицировать структуру цементного камня с преобладанием низкоосновных ГСК и стабильных гидроаллюминатов кальция;
- получить на ШПЦ 300 и ШПЦ 400 бетоны классов В30...В35 и выше соответственно с применением комплексных добавок без дополнительной тепловой обработки и одновременно обеспечивать сохранность арматуры.

Библиографический список

1. Трофимов, Б.Я. Морозостойкость пропаренного бетона на шлакопортландцементях / Б.Я. Трофимов, Г.Г. Михайлов, Е.А. Гамалий // Вестник ЮУрГУ. – 2011. – Вып. 14. – № 17. – С. 33–37.
2. Рамачандран, В. Добавки в бетон: Справочное пособие / В. Рамачандран. – М.: Стройиздат, 1988. – С. 575, 9.
3. Ратинов, В.Б. Добавки в бетон / В.Б. Ратинов, Т.И. Розенберг. – М.: Стройиздат, 1989. – 187 с.
4. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика / В.Г. Батраков. – М: Технопроект, 1998. – 768 с.
5. Heikal M. Effect of Calcium formate as an accelerator on the physiochemical and mechanical properties of pozzolanic cement pastes // Cement and Concrete Research. 2004. № 34. Pp. 1051–1056.

[К содержанию](#)