

Студ. А.Д. Ратнер, С.Д. Шпак
Науч. рук. зав. кафедрой А.А. Мечай
(кафедра химической технологии вяжущих материалов, БГТУ)

КОМПОЗИТНЫЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕГИДРАТИРОВАННЫХ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ И КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

Композиционный цемент – современный строительный материал, представляющий собой гидравлическое вяжущее, получаемое путем совместного тонкого помола портландцементного клинкера и гипса, а также различных минеральных добавок. Данный вид цемента целесообразно использовать для производства железобетонных изделий, когда большую роль играет прочность, долговечность, морозостойкость, отсутствие высолообразования на поверхности бетона.

Наиболее актуальным направлением разработок для улучшения данных технологических характеристик цемента и бетона на его основе является использование минеральных добавок (доменный гранулированный шлак, трепел, кварцевый песок, известняк, доломит и т.д.). Используемые в Беларуси минеральные добавки в основном импортируются из соседних стран. При этом доля добавочных цементов в общем объеме производства в Республике Беларусь составляет 5–7 %, что противоречит мировой технической политике в этой области. Так, в развитых странах Европейского союза доля добавочных цементов составляет 40–50 %, что позволяет снизить затраты топлива на обжиг энергоемкого клинкера, снизить выбросы парникового газа CO_2 в атмосферу и уменьшить себестоимость продукции.

Одним из перспективных направлений развития производства композиционных цементов в Республике Беларусь является использование в их составе дегидратированных алюмосиликатных пород (глин, каолинов) и карбонатных пород (мел, известняк, доломит) в различных комбинациях. Данное направление активно развивается в странах Европейского союза, Китае, США.

Результаты проведенных нами исследований показали, что дегидратированные при температуре 600–800 °С алюмосиликатные породы обладают довольно высокой пуццолановой активностью (60–100 мг $\text{CaO}/1$ грамм добавки), что позволяет снизить образование высолов на поверхности бетона и повысить его коррозионную стойкость, в том числе морозостойкость.

Благодаря пуццолановой активности активные аморфные дегидратированные алюмосиликаты уже при комнатных температурах активно взаимодействуют с выделяющимся при гидролизе алита гидрок-

сидом кальция, а также с гидроксидами щелочных металлов, которые находятся в качестве примесных элементов в структуре клинкерных минералов. При этом образуются нерастворимые гидроалюмосиликаты кальция, калия и натрия, что препятствует миграции на поверхность бетона $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и щелочных соединений.

Использование в качестве добавки в цемент карбонатных пород приводит к образованию гидрокарбоалюмината кальция ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot 11\text{H}_2\text{O}$) в результате взаимодействия гидроалюмината кальция и CaCO_3 в процессе гидратации цемента. Образование данного соединения способствует дополнительному уплотнению структуры твердеющего цементного камня за счет роста призматических кристаллов, являющихся аналогами кристаллов этtringита.

Результаты исследований, проведенных нами на кафедре, показали возможность замены указанными добавками 20–30 % цементного клинкера при сохранении прочностных характеристик, в том числе в раннем возрасте твердения. При этом сохраняются те же показатели по стандартной консистенции и срокам схватывания.

В результатах выполнения работы выразили заинтересованность предприятия, входящие в состав Белорусской цементной компании. Предварительные расчеты показали: снижение себестоимости композитного портландцемента на 5–7 %, что повысит его конкурентоспособность на внутреннем и внешних рынках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мечай, А.А., Матвиец, А.А. Получение карбонатного портландцемента с использованием термообработанного доломита // Труды БГТУ. Сер. III, Химия и технология неорганических веществ. Вып. XIV. – Мн., 2006. – № 9–10. – С. 62–63.
2. Кирсанова, А.А. Особенности гидратации и твердения цементных бетонов с добавками-модификаторами, содержащими метакаолин / А.А. Кирсанова, Ю.В. Ионов, А.А. Орлов, Л.Я. Крамар // Цемент и его применение. – 2015. – № 2. – С. 130–135.
3. Fernandez R., Martirena F., Scrivener K.L. The Origin of the Pozzolanic Activity of Calcined Clay Minerals: A Comparison between Kaolinite, Illite and Montmorillonite // Cement and Concrete Research. 2011. Vol. 41. Issue 1. P. 113–122.
4. Тонгбо С. Производство цемента на основе известняка и кальцинированной глины (LC3) в Китае / С. Тонгбо // ALITinform. – 2019. – № 2. – С. 12–20.