

ПОЛУЧЕНИЕ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИХ  
КАЛЬЦИЙСУЛЬФОАЛЮМИНАТНЫХ (CSA) ЦЕМЕНТОВ  
НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

*Е.И. Барановская<sup>1</sup>, А.А. Мечай<sup>1</sup>, И.А. Белов<sup>2</sup>, А.А. Ярошук<sup>1</sup>, М.В. Попова<sup>1</sup>,  
Р. Шяучюнас<sup>3</sup>, А. Эйсинас<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*УО «Белорусский государственный технологический университет»*

<sup>2</sup>*Государственное предприятие «Институт НИИСМ»*

<sup>3</sup>*Каунасский технологический университет*

*e-mail: AA\_m@tut.by<sup>1</sup>; beton2007@yandex.ru<sup>2</sup>; raimundas.siauciunas@ktu.lt<sup>3</sup>*

Большое разнообразие строительных конструкций, особенности их сооружения и существенные различия условий эксплуатации при разных видах агрессивных воздействий вызвали необходимость создания цементов со специальными техническими свойствами, которые могли бы использоваться при строительстве гидроэлектростанций, автомобильных дорог и аэродромов, морских и океанских сооружений, при промышленном производстве сборных обычных и железобетонных конструкций и др.

Весьма перспективным в настоящее время является производство быстротвердеющих кальцийсульфоалюминатных цементов с использованием техногенного сырья. Производство такого вяжущего обеспечивает не только утилизацию отходов промышленности, но и существенно снижает выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Исследование современных тенденций мирового рынка строительных материалов показывает востребованность сверхбыстротвердеющих вяжущих веществ. Основной областью их применения является производство сухих строительных смесей специального назначения (ремонтные смеси, гидроизоляция, наливные полы). Такие цементы широко используются в монолитном строительстве при быстром возведении массивных бетонных конструкций (строительство в Китае плотин ГЭС), где жёсткими требованиями является отсутствие усадочных деформаций, сульфатостойкость, повышенная водонепроницаемость.

В связи с развитием новых строительных технологий, расширением ассортимента сухих строительных смесей специального назначения, повышением требований к долговечности конструкций в Республике Беларусь и Литовской Республике проводятся исследования в области синтеза и научно обоснованного прогнозирования свойств продуктов гидратации быстротвердеющих вяжущих веществ. В отличие от зарубежных исследований, предполагающих применение дефицитного дорогостоящего сырья, в работе использовались такие источники CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, как фосфогипс, осадок (шлам) химической водоподготовки, известь-недопал, железистый кек, шлаки литья алюминиевых сплавов, лом и бой огнеупоров силикатной группы. В настоящее время в Беларуси и ЕС указанные отходы складированы, загрязняя окружающую среду, либо перерабатываются в незначительных количествах.

Цель – разработать составы клинкеров на основе техногенного сырья для получения быстротвердеющих высокопрочных кальцийсульфоалюминатных цементов и исследовать фазовые превращения при их синтезе и гидратации. Научное обоснование соотношения компонентов в системе  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaSO}_4$  с учётом примесей в техногенном сырье позволит создать оптимальные условия для процесса гидратации сульфоалюмоферритов кальция, обеспечивающие прогнозируемый рост кристаллов и их стабильное существование при изменении факторов окружающей среды.

Были разработаны составы с различным соотношением фосфогипса, мела и бокситовой глины (шифры составов: состав 1 и состав 2). Синтез клинкеров проводили в лабораторных условиях при температурах обжига  $1150^\circ\text{C}$  и  $1200^\circ\text{C}$  для состава 1 и состава 2 соответственно. Время обжига – 2 часа, скорость нагрева –  $5^\circ\text{C}/\text{мин}$ . Обожжённый материал подвергался помолу в шаровой мельнице. С помощью рентгенофазового анализа установлено, что основными кристаллическими фазами являются йеленит, сульфоалюмоферриты кальция, белит.

Было определено содержание свободного  $\text{CaO}_{\text{св}}$  в цементе с помощью этилглицератного метода.  $\text{CaO}_{\text{св}}$  во всех образцах отсутствовал, что свидетельствует об однородности и высоком качестве сырьевой смеси.

Йеленит –  $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$  является одной из основных фаз и при гидратации играет важную роль. В процессе гидратации в клинкере наряду с эттрингитом образуются его железистые аналоги. Интенсивный рост таких кристаллов приводит к микроармированию и упрочнению структуры цементного камня. Белит –  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  не вносит существенный вклад в прочность цементного камня на начальных этапах гидратации и твердения, однако в более поздние сроки твердения прочность цементного камня значительно возрастает.

Для исследования физико-механических свойств синтезированных составов кальцийсульфоалюминатных цементов они были переданы в испытательный центр ГП «Институт НИИСМ».

Работа выполнялась при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № X17ЛИТГ-005) и Научного совета Литвы.