

## СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ФТОРУГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕГО ОТХОДА

Демина А.В.<sup>1</sup>, Коваленко Д.А.<sup>2</sup>

1 - Сибирский федеральный университет, Инженерно-строительный институт, Красноярск, Россия, *E-mail: Nastia\_95@mail.ru*; 2 - Сибирский федеральный университет, Инженерно-строительный институт, Красноярск, Россия, *E-mail: kovalenkomir@mail.ru*

Приоритетными направлениями в инновационных технологиях промышленности строительных материалов являются расширение использования минеральных и химических добавок при производстве цементов, альтернативных сырьевых ресурсов и видов топлива в технологических процессах производства.

При производстве алюминия на предприятии АО «РУСАЛ Красноярск» методом электролитического восстановления окиси алюминия или глинозема, растворенной в расплаве на основе криолита, образуются отходы с высоким содержанием углерода, фтора и алюминия.

В связи с повышенным круглогодичным образованием подобных отходов, актуальной является разработка материалов и технологий, которые эффективно переводят их в повторный жизненный цикл [1]. Побочные продукты алюминиевой промышленности могут быть использованы в качестве минерализатора при производстве цементного клинкера. В отличие от традиционно используемых импортируемых минерализаторов на основе фторида кальция, эти продукты имеют высокое содержание фтора и алюминия [2]. Использование различных видов альтернативного топлива, отходов или вторичного сырья при производстве портландцемента позволяет сохранить энергию и сократить выбросы парниковых газов (особенно CO<sub>2</sub>) [1].

Фторид кальция в качестве минерализатора при производстве портландцемента, снижает температуру клинкеризации, увеличивает содержание алита, изменяет стабильность, полиморфизм и реакционную способность фаз. Как правило, производители не желают в производственном процессе использовать прямые отходы, которые не имеют стабильности, поскольку это приводит к сложности подбора весового соотношения сырьевых материалов и снижению качества готового продукта.

В работе описаны способы переработки фторуглеродсодержащего (ФУС) отхода. Были проведены рентгенофазовый, химический и термогравиметрический анализы отхода ФУС. Одним из способов переработки является термический. Оптимальное соотношение компонентов отхода ФУС с негашеной известью 79/21 по массе выбрано в соответствии с реакциями CaO и составляющими отхода ФУС. Применение полученного флюорита с высокой массовой концентрацией 73,9% CaF<sub>2</sub>, позволит изменить температуру клинкерообразования, что повысит энергоэффективность получения портландцемента. Снижение содержания щелочных компонентов в составе отмытки позволит снизить вероятность деструктивных процессов в бетоне, вызванных агрессивным воздействием реакционноспособного кремнезема заполнителей и процессами попеременного замораживания и оттаивания.

Еще один способ заключается в обработке отхода ФУС 2% раствором NaOH, выделением углеродной части и дальнейшей обработкой раствора 2% раствором щавелевой кислоты и CaCl<sub>2</sub> для получения криолита, который далее подвергается термической обработке при 900 °С с получением минерализатора (CaF<sub>2</sub>). Второй способ позволяет сохранить углеродную часть отхода, из которой выделяли частицы углерода микро- и нано-размерности для модификации цементных систем в виде водоугольной суспензии (ВУС). Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: при добавлении ВУС повышается

подвижность растворной смеси, а также прочность на растяжение при изгибе в ранние сроки и проектном возрасте.

### Источники и литература

- 1) Maheswaran, S.  $\beta$ -belite cements ( $\beta$ -dicalcium silicate) obtained from calcined lime sludge and silica fume / S. Maheswaran, S. Kalaiselvam, S. K. Karthikeyan, C. Kokila, G. S. Palani // Cement and Concrete Composites. 2016, № 66. p. 57-65.
- 2) Bădănoiu, A. Hydration and hardening processes of Portland cements obtained from clinkers mineralized with fluoride and oxides / A. Bădănoiu, J. Paceagiu, G. Voicu // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2011, № 103(3). p. 879–888.