

© Д.т.н, профессор Ф.Л. Капустин, ст. преподаватель А.А. Пономаренко,  
2012 г.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
г. Екатеринбург  
*ponsandr@rambler.ru*

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ГРАНУЛИРОВАННЫЙ ГИПСОАНГИДРИТ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

Министерством природных ресурсов РФ учтены 86 месторождений гипсового сырья, однако освоенность промышленностью месторождений довольно низка. Государственным балансом запасов полезных ископаемых как разрабатываемые учитываются 24 месторождения, что составляет всего 28 % от общего их количества. При этом почти вся добыча приходится на месторождения Центрального, Южного, Приволжского и Сибирского федеральных округов. На территории Уральского федерального округа и Свердловской области в частности добычи гипсового сырья не производилось и поэтому все предприятия региона работают на привозном сырье в основном из Пермского края и Татарстана, что приводит к удорожанию готовой продукции в силу высокой стоимости транспортных перевозок. В таких районах предпочтительнее применять побочные продукты промышленности, состоящие из техногенного сульфата кальция [1].

При производстве 1 т фтороводорода из флюоритового концентрата на предприятии ОАО «Полевской криолитовый завод» (ОАО «ПКЗ») образуется 5,5–6,0 т твердого отхода – фторангидрита, выход которого в год составляет около 350 тыс. т, но направляемый сегодня по системе гидротранспорта в шламонакопители, занимающие территорию 220 га. Фторангидрит текущего выхода относится к 3 классу опасности, представляет собой гранулированный материал неоднородного состава с размером зерен до 100 мм, имеющий температуру 200–220 °С, содержащий 3–7 % серной кислоты и 0,5–1 % фторсульфоната кальция, подвергающегося на воздухе гидролизу с выделением фтороводорода и паров серной кислоты. Он не удовлетворяет требованиям ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. Технические условия» по содержанию  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , так как содержит до 90 % безводного  $\text{CaSO}_4$ , что ограничивает использование фторангидрита текущего выхода в качестве источника сырья для производства вяжущих материалов. С целью расширения применения фторангидрита необходимо улучшение его технологических свойств, т.е.

кондиционирование, направленное на увеличение в нем количества двухводного гипса.

На кафедре материаловедение в строительстве Уральского федерального университета разработана технология кондиционирования фторангидрита (нейтрализации серной кислоты и фтористого водорода) с использованием минеральных добавок [2]. В качестве таких добавок следует применять тонкодисперсные минеральные вещества, находящиеся в химически активном состоянии, содержащие не менее 40 % CaO и не требующие предварительной подготовки [3].

Минеральная добавка доставляется на ОАО «Полевской криолитовый завод» автотранспортом, где разгружается и поступает в расходный бункер. Так как ГОСТом регламентируется максимальный размер куска гипсового камня до 40 мм, а размер отдельных зерен фторангидрита превышает 40 мм и с увеличением размера зерна в них повышается количество серной кислоты, необходимо дробление крупных кусков с целью их нейтрализации. Поэтому фторангидрит, выходящий из реакционной печи с температурой 200–220 °С, с помощью винтового транспортера поступает на валковую дробилку, где крупные куски измельчаются до размера не более 40 мм. Дробленный фторангидрит подается в смеситель, в который с целью первичной нейтрализации из расходного бункера дозировано, подается минеральная добавка в количестве 7–8 % и через расходомер насосом скрубберная жидкость. После этого увлажненная смесь из смесителя по шнеку поступает на винтовой подъемник и загружается в барабанный гранулятор, куда через дозирующее устройство по шнековому транспортеру подается вторая половина минеральной добавки и впрыскивается техническая вода для нейтрализации. При добавлении воды процесс идет очень бурно, с выделением большого количества пара. Суммарный расход воды и скрубберной жидкости составляет 20–25 %. Время нейтрализации фторангидрита в барабанном грануляторе составляет не менее 30 минут и зависит от кислотности исходного фторангидрита.

Минеральная добавка наносится на предварительно увлажненные гранулы фторангидрита путем опудривания, образуя на них слой толщиной 2–5 мм. Дробление и увлажнение материала способствует ускорению диффузии серной кислоты изнутри гранул к поверхности за счет увеличения поверхности и градиента концентраций. Сформировавшаяся оболочка из гидратированной минеральной добавки на поверхности окатышей фторангидрита при хранении его на открытых площадках служит барьером для выделения вредных примесей в окружающую среду, повышает водостойкость материала.

Получаемый продукт – искусственный гранулированный гипсоангидрит характеризуется следующими свойствами:

- влажность – не более 1,0 %;

- гранулометрический состав – от 5 до 40 мм;
- насыпная плотность – 1250–1300 кг/м<sup>3</sup>;
- прочность на сжатие гранул размером 15 мм – не менее 60 Н/гранула;
- минеральный состав, %: 30,0–36,0 CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O; 1,5-2,0 CaF<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>–остальное.

Данный продукт соответствует требованиям ГОСТ для производства портландцемента, но не соответствует требованиям предъявляемые к сырью для производства гипсовых вяжущих, так как содержит в основном ангидрит. В связи с тем, что на территории Российской Федерации отсутствует стандарт, регламентирующий требования к ангидритовым вяжущим веществам в соответствии с законом «О техническом регулировании», необходимо применение межгосударственных стандартов, расширяющих области применения полученного продукта.

Радиологическими и токсикологическими исследованиями в федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» по Свердловской области установлена безопасность искусственного гипсоангидрита на основе фторангидрита для человека и окружающей среды.

Получены положительные заключения ЗАО «Невьянский цементник» об использовании данного материала в производстве общестроительных цементах в качестве регулятора схватывания.

Проектная себестоимость 1 т продукции составляет 282,62 руб. Для сравнения рыночная цена 1 тонны природного гипсового камня составляет 982 рубля. Отпускная цена искусственного гранулированного гипсоангидрита равна 367,41 руб./т. Срок окупаемости при этом составляет один год. Условная прибыль производства 11022,7 тыс. руб. Рентабельность продукции – 30 %. Предварительные расчеты свидетельствуют о практической возможности и экономической целесообразности реализации данного проекта. Внедрение результатов работы позволит отказаться от затратных транспортных перевозок природного сырья, расширить применение побочных продуктов промышленности и улучшить экологию регионов.

#### **Список использованных источников**

1. Ферронская А.В. Гипс в малоэтажном строительстве. М., 2008.
2. Пономаренко А.А., Капустин Ф.Л. [и др.]. Способ утилизации фторангидрита / Заявка на изобретение № 2010101830 от 20.01.2010.
3. Пономаренко А.А., Капустин Ф.Л. Технология подготовки фторангидрита для использования в производстве портландцемента // Химическая технология. 2011. № 6. С. 134–138.