

## СПОСОБ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОЧИСТКИ ФОСФОГИПСА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ УОМ

Тулешов Н. В.

Научный руководитель Алексеев А. И.

*Санкт-Петербургский горный университет*

В процессе работы предприятий перерабатывающей и горнодобывающей отраслей, как правило, образуется значительное количество отходов, не поддающихся переработке и дальнейшему использованию. На территории бывшего СССР и России, в частности, одним из самых крупнотоннажных побочных продуктов является, в зависимости от метода разложения природного сырья, фосфогипс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) или фосфополугидрат ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ). По имеющимся данным, на данный момент на территории РФ накоплено свыше 200 млн. т. фосфогипса, и ежегодно эта цифра увеличивается на 7,5 – 8 млн. т.

Главными лидерами-производителями фосфатного сырья и изготавливаемой из него продукции являются США (43,97 млн. т), Китай (29,0 млн. т), Марокко (23,59 млн. т) – данные на 2000 г. и Россия (10,29 млн. т) – данные на 2006 г. Следует отметить, что наша страна традиционно занимает одно из ведущих мест на мировом рынке фосфатного сырья. В России крупнейшими холдингами в промышленности минеральных удобрений являются «Фосагро», «ЕвроХим» и «Акрон».

Экстракционная фосфорная (ортофосфорная) кислота (ЭФК) является базовым продуктом при производстве большей части элементарного фосфора, концентрированных простых и сложных удобрений, кормовых фосфатов. В нашей стране для ее производства используется хибинский апатитовый концентрат.

Процесс разложения апатитового концентрата серной кислотой описывается следующим уравнением (сернофосфорнокислотное растворение фторапатита):

$$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 + m\text{H}_3\text{PO}_4 + m\text{H}_2\text{O} \rightarrow (n+3)\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{CaSO}_4 \cdot m\text{H}_2\text{O} + \text{HF}.$$

В ходе реакции экстрагируется фосфорная кислота, и также образуются сульфат кальция и фторсодержащие газы.

В зависимости от температурно-концентрационных условий процесса кристаллогидраты сульфата кальция (твердая фаза) могут выпадать в осадок в виде дигидрата, полугидрата или ангидрита. Эти формы существования сульфата кальция при из-

менении режима ведения процесса могут переходить из одной в другую. Соответственно выделяют дигидратный, полугидратный и ангидритный методы производства фосфорной кислоты.

Образующийся в качестве побочного продукта дигидрат или полугидрат сульфата кальция в связи с содержанием в них примесей  $P_2O_5$  (неразложненного фосфата, недоотмытой фосфорной кислоты, сокристаллизованного  $P_2O_5$ ) называют соответственно фосфогипсом или фосфополугидратом. Но при рассмотрении проблемы транспортирования, хранения и использования оба продукта обычно называют фосфогипсом

Фосфогипс представляет собой от белого до серого цветов тонкодисперсный, близкий к мономинеральному порошок, имеющий при выходе с химзавода высокую влажность по разным данным от 25 до 45 %. Его химический состав может зависеть от вида фосфатного сырья, способа производства и способа складирования.

Одной из основных задач научных изысканий сегодня является поиск и разработка экономически и экологически выгодного способа переработки и дальнейшего использования фосфогипса в различных сферах промышленности

На сегодняшний день отвалный гидрат сульфата кальция находит свое применение во многих областях, например, как гипсовое вяжущее цементных растворов при строительстве, как наполнитель в бумажной и лакокрасочной промышленности, также в качестве удобрения для сельскохозяйственных культур, в частности, хлопчатника. Наряду с вышеперечисленным, фосфогипс используется как сырье для дальнейшей переработки химическим способом: из него получают концентрат редких земель, сульфат аммония, и т.д.

Однако для любого из способов переработки гидрата сульфата кальция требуется его предварительная очистка от примесей в виде серной кислоты, солей калия и натрия, фторидов и кремнефторидов, оксидов кремния, редкоземельных элементов, пентоксида фосфора, солей тяжелых металлов, физической влаги.

В России был разработан способ предварительной обработки фосфогипса методом электромагнитной установки обработки материалов (ЭУОМ).

Предложенная технология переработки фосфогипса представлена на рисунке 1 и включает следующие этапы:

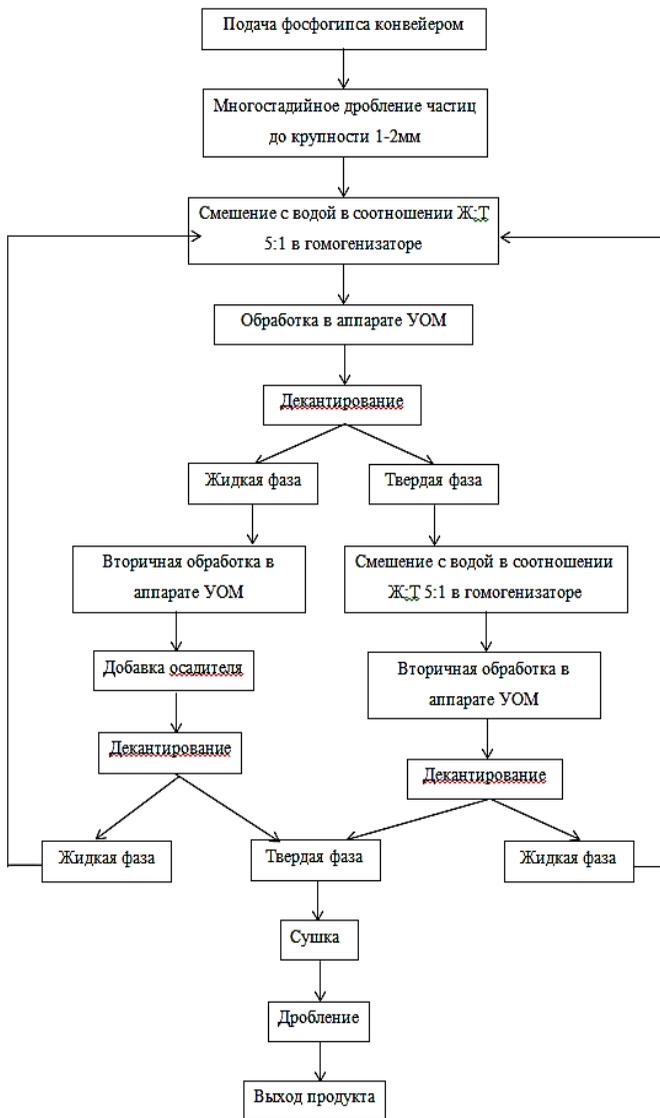


Рис. 1 – Принципиальная схема предприятия

Фосфогипс подается в молотковую дробилку для измельчения всех комков до размера 1-2 мм. После этого, измельченное сырье элеватором транспортируется в гомогенизатор, где смешивается с водой.

Очищенная вода, с помощью насоса, подается в начало процесса (в гомогенизатор) и используется повторно. Выделенный шлам является экологически безопасным и может быть применен как добавка в органические удобрения или наполнитель при производстве строительных материалов.

В гомогенизатор второй ступени очистки с фосфогипсом, прошедшим первую стадию обработки, подается вода и перемешивается. Далее, образовавшаяся суспензия поступает на повторную обработку в УОМ. Обработанная суспензия подается в центрифугу, где происходит ее частичное обезвоживание. Затем смесь поступает в вакуум-сушилку, где доводится до влажности 40 %, а вода направляется на очистку в ЭУОМ и повторно используется в технологическом процессе.

Одновременно с этим влажный двуводный гипс из центрифуги ленточным транспортером подается в барабанную вакуум-сушилку, где происходит сушка шлама до влажности 6 %. Из сушилки обезвоженный двуводный гипс поступает в молотковую дробилку, откуда измельченное сырье шнековым транспортером подается на хранение. Результаты химического анализа обработанного в ЭУОМ фосфогипса показали, что после его обработки фосфогипса по предлагаемой технологии, содержание оксида фосфора в нем снижается с 1,5 % (у исходного продукта) до 0,0001 % (у обработанного). При этом в очищенной после обработки воде содержание  $P_2O_5$  менее 0,00002 %.

После очистки такого рода фосфогипс готов к использованию в большинстве способов его переработки. К преимуществам разработанной технологии можно отнести: высокую производительность линии по очистке техногенных отходов фосфогипса; предполагаемая площадь под предприятие в 5 раз меньше, чем у известных аналогов; безотходность предлагаемой технологической линии; экономическая и экологическая эффективность разработки в 2 раз выше, чем у известных аналогов.

### **Библиографический список**

*1. Коробанова Т.Н. Российский и зарубежный опыт утилизации фосфогипса // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по*

*матер. XL междунар. науч.-практ. конф. № 11(33). – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 63-71.*

*2. А.И. Шуйский, А.А. Новожилов, Е.А. Торлина – Методы и способы переработки фосфогипса в кондиционное сырье с учетом экологических факторов, Ростовский ГСУ, 2015*

*3. Иваницкий В.В., Классен П.В., Новиков А.А. и др. Фосфогипс и его использование /.; под ред. С.Д. Эвенчика, А.А. Новикова. – М.: Химия, 1990.*

УДК 624.131.543

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Чекова А. В.**

**Научный руководитель Чекулаев В. В.**

*Тульский государственный университет*

*В статье изучается геология Тульской области как фактор образования оползней, рассматриваются основные методы прогнозирования оползней*

Прогнозирование оползней – это одна из важнейших задач органов МЧС Тульской области, ведь смещение масс горных пород может нанести непоправимый вред народному хозяйству и жизнедеятельности человека.

Так 20 апреля 2018 года в селе Беломестное Тульской области на единственную дорогу, соединяющую населенный пункт с Новомосковским районом, сошел оползень, и местные жители и дачники не могли долгое время выехать оттуда. Из-за теплой погоды и дождей произошло замыкание грунтов, затем глина замерзла, а при оттаивании произошло изменение объема, и сполз большой массив [7].

На территории Тульской области оползневые процессы имеют почти повсеместное распространение и разнообразны по своей форме проявления. В восточной и западной частях области оползни распространены менее широко [1].

В соответствии с классификацией Ф. П. Саваренского генетически распространенные на территории области оползни относятся к консекветным, поверхность скольжения которых совпадает с контактом оползающих пород и подстилающим субстратом. По