

## ПЕРЕРАБОТКА ФОСФОГИПСА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Шляхтюк Н.Р., студентка гр. ХНб-171, IV курс

Научный руководитель: Буланова Т.В., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет

Имени Т.Ф.Горбачёва

г. Кемерово

Область применения фосфорной кислоты ( $H_3PO_4$ ) довольно широка. Основная её часть уходит на производство фосфорных удобрений, таких как суперфосфат, аммофос и др. Лидерами в данной области применения являются Россия, США и Марокко. Также фосфорная кислота применяется в таких сферах хозяйства, как звероводство в качестве выпойки для профилактики мочекаменной болезни животных. В пищевой промышленности в качестве регулятора кислотности под маркировкой Е338. С применением данной кислоты в производстве строительных материалов изготавливаются устойчивые к пламени лакокрасочные материалы (эмаль, лак и пропитки, огнестойкий фосфатный пенопласт, и т.д.). Фосфорная кислота применяется в стоматологии при пломбировании зубов. [1]

В настоящее время мировая мощность фосфорной кислоты в мире составляет более 40 млн т/г, в России – около 3 млн т/г. Она является наиболее важной минеральной кислотой после серной. [2]

В России существует 15 предприятий, производящих фосфорную кислоту. Крупнейшие производства находятся в Воскресенске («Воскресенские минеральные удобрения», производящее техническую  $H_3PO_4$  и «Воскресенский НИУИФ» – экстракционную) и Тольятти («Завод технической фосфорной кислоты»). Лидирующее положение принадлежит ОАО «Аммофос» (г. Череповец Вологодской области) на долю которого приходится около 40% всего выпуска фосфорных удобрений.

Сегодня фосфорную кислоту в промышленности производят двумя методами: термическим и экстракционным.

Термический способ основан на окислении элементного фосфора, полученного высокотемпературным восстановлением из природных фосфатов, с его последующим окислением и гидратацией образующегося фосфорного ангидрида в фосфорную кислоту.

Экстракционный способ основан на разложении природных фосфатов сильными кислотами. [3]

Однако сложность технологического термического процесса и его большая энергоёмкость делает термическую фосфорную кислоту дорогой. В

то время как экстракционная фосфорная кислота – наиболее дешёвый продукт, получивший широкое распространение даже несмотря на свою загрязнённость. [4]

Одной из проблем в производстве экстракционной фосфорной кислоты является образование нерастворимого осадка сульфата кальция (фосфогипса). В зависимости от используемого сырья получается от 3600 до 6200 кг фосфогипса в пересчете на сухое вещество.

Условия получения фосфорной кислоты определяют вещества, получающиеся в осадке. В нём могут образоваться дигидрат  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , полугидрат  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  или безводный  $\text{CaSO}_4$ , что соответствует названиям продуктов – фосфогипс, фосфополугидрат и фосфоангидрит.

Эти отходы представляют собой серый мелкокристаллический порошок влажностью до 25-40%. Содержание  $\text{CaSO}_4$  в пересчете на сухое вещество может достигать до 94%. Основными примесями фосфогипса могут быть: непрореагировавшие фосфаты, полуторные оксиды, соединения фтора и стронция, неотмытая фосфорная кислота, органические вещества. В данных отходах также могут присутствовать соединения марганца, молибдена, кобальта, цинка, меди, редкоземельных и других элементов. [5]

Главная задача – изобретение экономически выгодного и экологически чистого способа получения сырья для изготовления гипсовых вяжущих и строительных материалов на их основе, а также решение экологической задачи утилизации скопившегося в отвалах фосфогипса.

Предлагаемый способ переработки отходов производства фосфорной кислоты заключается в следующем: фосфогипс из отвалов поступает в бункеры, из которых попадает для измельчения в молотковую дробилку. Измельченный материал направляется в приёмные ёмкости, где перемешивается с водой (в соотношении фосфогипс : вода = 1:5) и мелкодисперсным вулканическим туфом (0.1-3,0% от массы фосфогипса) до образования однородной суспензии. После этого полученная суспензия направляется в установки вихревого слоя для перевода фосфора из фосфогипса в водный раствор. После обработки в установках суспензии фосфогипса во вращающемся электромагнитном поле с ферромагнитными частицами суспензия попадает в отстойники, в которых происходит выпадение в осадок взвешенных частиц. В результате обработки в установках вихревого слоя во вращающемся электромагнитном поле с ферромагнитными частицами скорость выпадения осадка возрастает более чем в два раза

Полученный материал может использоваться как сырьё для получения вяжущих веществ и изделий на их основе. Вода, содержащая фосфор, из отстойников направляется на вторую ступень обработки в установках вихревого слоя во вращающемся электромагнитном поле. После добавления реагента  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в воде образуются нерастворимые окислы фосфора, которые в отстойниках второй ступени выпадают в осадок, используемый в дальнейшем, как наполнитель в строительные материалы, или как добавка в минеральные удобрения.

Очищенная вода со второй ступени очистки насосами направляется на первую ступень переработки для повторного использования.

Содержание фосфора в фосфогипсе после обработки соответствует требованиям, предъявляемым к строительным материалам. [6]

В результате проведенной работы был изучен метод переработки фосфогипса в вяжущий материал.

### Список литературы:

1) Применение фосфорной кислоты. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://studbooks.net/2285033/matematika\\_himiya\\_fizika/vozmozhnosti\\_oblasti\\_prakticheskogo\\_primeneniya/](https://studbooks.net/2285033/matematika_himiya_fizika/vozmozhnosti_oblasti_prakticheskogo_primeneniya/), свободный (Дата обращения 22.03.2021).

2) Производство фосфорной кислоты. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://base.garant.ru/71287558/172abd689833ce3e42dc0a8a7b3cddf9/>, свободный (Дата обращения 22.03.2021).

3) Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С. Д. Эвенчика и А. А. Бродского. М.: Химия, 1987.

4) Общая химическая технология неорганических веществ [Текст] : [Учеб. пособие для техникумов] / А. П. Егоров, А. И. Шерешевский, И. В. Шманенков. - 4-е изд., перераб. - Москва ; Ленинград : Химия, 1965.

5) Буланова, Т.В. Современные аспекты химической технологии неорганических веществ: учеб. пособие / Т. В. Буланова, Ю. Р. Гиниятуллина; Кузбасский государственный технический университет. – Кемерово, 2020.

6) Способ переработки фосфогипса [Текст]: пат. 2616308 Рос. Федерация: МПК С04В11/26.