

О.Б. Дормешкин, проф., д-р техн. наук;
А.Н. Гаврилюк, доц., канд. техн. наук;
М.С. Мохорт, магистрант; А.А. Бышик, инж. (БГТУ, г. Минск);
И.А. Русак, вед. инж. (ГХЗ, г. Гомель)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НОВЫХ ВИДОВ ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ

Апатитовый концентрат является наиболее изученным и предпочтительным источником сырья при производстве экстракционной фосфорной кислоты. При проектировании цеха по производству фосфорной кислоты на Гомельском химическом заводе был заложен метод сернокислотного разложения апатитовых концентратов в дигидратном режиме. Поставки апатита осуществляются из России (компании «ФосАгро» и «ЕвроХим»). В связи с ограниченным объемом поставок апатита внешним потребителям, для поддержания существующей загрузки Гомельскому химическому заводу необходимо переходить на альтернативные источники фосфатного сырья. В качестве альтернативных источников сырья могут рассматриваться сирийские, алжирские и марокканские фосфориты марок K9, K10, K20.

По химическому и минералогическому составу фосфориты значительно отличаются от апатитовых концентратов (например, снижение содержания P_2O_5 из-за увеличения содержания примесей, наличие карбонатсодержащих минералов и другие отличия). Выявленные отличия приводят к необходимости изменения режима их переработки и требуют дополнительного изучения. Химический состав фосфатного сырья помимо существенного отличия по содержанию основного компонента имеет большие отличия по содержанию таких примесных компонентов, как оксид алюминия, оксид железа, оксид магния, CO_2 , SiO_2 , и других. Выполненный рентгенофазовый и химический анализ, а также расчет возможного вещественного состава исследуемых природных фосфатов, позволили установить, что основными фазами Кировского апатитового концентрата являются фторапатит и гидроксоapatит, также выявлены примеси нефелина, кварца, силикатов натрия и железа. В исследуемых фосфоритах основными фазами являются фторапатит и карбонатфторапатит, а в качестве примесей определены нефелин, кварц, доломит, кальцит, флюорит, анорцит и силикаты кальция. Существенные отличия природных фосфатов как по основным фазам, так и по примесям, а также наличие карбонатсодержащих минералов в фосфоритах оказывают значительное влияние на технологический режим их кислотного разложения. На основании данных о хими-

ческом и минеральном составе сырья можно сделать вывод, что переработка фосфоритов в значительной степени отличается от переработки апатитовых концентратов.

В открытом доступе имеются литературные источники, в которых приводятся результаты изучения переработки фосфоритов бассейна Каратау в смеси с апатитовыми концентратами, имеются работы по изучению физико-химических особенностей разложения сирийских фосфоритов, фосфатного сырья Кингисеппского месторождения и другие. Наименее изученными из предложенных альтернативных видов фосфатного сырья являются алжирские и марокканские фосфориты. По данным химического анализа, сравнивая содержание P_2O_5 у алжирских и марокканских фосфоритов можно предположить, что более предпочтительными для переработки являются марокканские фосфориты, поэтому в данной работе проводилось изучение физико-химических особенностей переработки марокканских фосфоритов марок K9, K10, K20. Исследование влияния технологических параметров на процесс разложения марокканских фосфоритов в лабораторных условиях позволило установить оптимальные значения температуры, продолжительности процесса разложения и сульфатного режима на коэффициент разложения фосфатного сырья. Наибольший коэффициент разложения достигается при температуре 84 °С для всех марок марокканских фосфоритов и продолжительности данной стадии не менее четырех часов. На базе Гомельского химического завода проводились опытно-промышленные испытания производства экстракционной фосфорной кислоты с использованием различных источников фосфатного сырья и их смесей. Данные, полученные в результате опытно-промышленных испытаний по переработке альтернативных источников фосфатного сырья показали существенное снижение коэффициентов разложения и отмывки, а также снижение количества получаемой фосфорной кислоты и ее концентрации. По результатам опытно-промышленных испытаний с использованием алжирских, сирийских, марокканских фосфоритов и их смесей, и данных о химическом составе фосфатного сырья, изучено распределение фтора в системе $CaSO_4 - H_3PO_4 - H_2O$. Исходя из составов экстракционной фосфорной кислоты, упаренной фосфорной кислоты, гипса, а также параметров технологического режима, рассчитано соотношения F / P_2O_5 для каждого вида фосфатного сырья и определено, каким образом F распределяется по фазам.

Для определения количественных показателей производства фосфорной кислоты был выполнен расчет технологических балансов по всем видам фосфатного сырья. Отмечается снижение массы, получаемой продукционной фосфорной кислоты. Снижение концентрации кислоты приводит к возрастанию энергозатрат при ее концентрирова-

нии. При переходе на фосфориты увеличивается количество образовавшейся твердой фазы (фосфогипса). Расчетное снижение мощности по фосфорной кислоте в зависимости от марки фосфорита составляет от 12 до 25 %, также наблюдается увеличение расхода фосфатного сырья для получения единицы продукции при переходе на фосфориты. При переработке фосфоритов наблюдается интенсивное пенообразование из-за наличия карбонатсодержащих минералов, существенное снижение коэффициента разложения и отмывки, сокращение срока эксплуатации фильтровальных тканей, увеличение влажности фосфогипса, снижение образования КФВК на 1 т фосфорной кислоты и так далее. Для решения проблем снижения производительности и минимизации негативного влияния состава фосфоритов разработаны технологические и режимные мероприятия. Технологические мероприятия включают в себя: дополнительный узел подготовки и дозирования в реактор разложения пеногасителя; дополнительный узел подготовки и дозирования в реактор дозревания раствора флокулянта; установка дополнительного погружного насоса в реакторе разложения, которым подается суспензия в первый отсек реактора дозревания. Разработанные режимные мероприятия, применение которых необходимо при переработке фосфоритов:

- оптимальный температурный режим разложения 82–84 °С;
- продолжительности процесса разложения не менее 4 часов;
- поддержание массового отношения жидкой и твердой фаз в суспензии $J:T=2,5-3,5$;
- поддержание мольное соотношение $SO_3:CaO$ в жидкой фазе в пределах 1,5–4;
- снижение температуры фосфорной кислоты в контуре выпарной установки с 90 до 88 °С;
- проведение промывки выпарных установок с периодичностью один раз в 7–10 дней раствором кремнефтористоводородной кислоты, с концентрацией 7–9%.

Таким образом переход на альтернативные апатитовым концентратам источники фосфатного сырья не является чисто техническим мероприятием, а связан с необходимостью существенного изменения технологического режима. Результаты исследований, полученные при выполнении работы в рамках ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия», позволили установить оптимальные условия кислотного разложения фосфоритов. На основании исследований разработан комплекс технологических и режимных мероприятий, позволяющих реализовать гибкую технологическую схему производства экстракционной фосфорной кислоты из различных видов фосфатного сырья.