

собой изменение состава продукта. Осуществление процесса отмывки калийаммонийфосфата позволяет повысить качество продукта за счет снижения содержания в нем хлорид-иона (до 0,2-0,4 %).

Анализ характера изменения соотношения $K^+ : NH_4^+$ в калийаммонийфосфате в процессе отмывки позволяет сделать вывод, что в случае использования воды происходит растворение дигидрофосфата аммония, а продукт обогащается фосфатом калия. В то же время, при отмывке осадка раствором фосфата аммония соотношение $K^+ : NH_4^+$ в осадке снижается с 1,61 до 1,17. Это свидетельствует о частичном замещении фосфата калия в продукте фосфатом аммония.

На основании изложенного можно сделать вывод, что изменение технологических параметров процессов конверсии, кристаллизации и промывки позволяет регулировать химический состав продукта и, тем самым, варьировать соотношения питательных элементов в удобрении в соответствии с требованием потребителей.

УДК 661.183.6 + 549.691

ПОЛУЧЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИОНООБМЕННИКОВ НА ОСНОВЕ КАОЛИНА

Л.С. Ещенко, Г.М. Жук, В.А. Касилович
(БГТУ, г. Минск)

Неорганические ионообменники выгодно отличаются от синтетических ионообменных смол своей химической устойчивостью и уникальной способностью сорбировать даже следовые количества некоторых катионов и анионов, в том числе и радионуклидов из растворов сложного состава в широком интервале pH. В настоящее время удалось создать большое количество неорганических ионитов с высокой обменной способностью и селективностью, среди которых особое место занимают алюмосиликаты. К ионному обмену способны алюмосиликаты с трехмерной жесткой кристаллической решеткой, слоистые, волокнистые, аморфные. Алюмосиликаты с жесткой кристаллической структурой почти не

меняют параметров решетки при обмене одних ионов на другие и не способны к набуханию. Волокнистые и слоистые алюмосиликаты характеризуются способностью к гидратации с изменением параметров решетки (слоистые алюмосиликаты) в процессе обмена, что делает их похожими на органические иониты.

В настоящее время каркасные алюмосиликаты, в частности, цеолиты состава $x\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, используются как компоненты синтетических моющих средств. В этом случае они являются заменителями триполифосфата натрия и в составе моющих средств предназначены, главным образом, для связывания ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} и устранения жесткости воды.

Целью данной работы явилось исследование процесса получения алюмосиликатов как ионообменников на основе природного каолина.

В качестве исходных реагентов для получения алюмосиликатных ионообменников применяли метакаолин (каолин, предварительно прокаленный при температуре 550°C), жидкое стекло или кремнезоль, алюминат натрия, гидроксид натрия. В отдельных случаях использовали стимуляторы кристаллизации – затравку, состоящую из коллоидных зародышей кристаллизации. Процесс приготовления коллоидной затравки заключался в смешении кремнийсодержащего реагента (жидкого стекла или золя SiO_2) с концентрированным раствором гидроксида натрия и алюмината натрия.

Синтез алюмосиликатных цеолитных структур осуществляли в гидротермальных условиях в интервале температур $90\text{--}100^\circ\text{C}$. Образовавшийся после смешения исходных реагентов гель подвергали старению (18–96 ч), после чего помещали в автоклавы и выдерживали при заданной температуре в течение 14–18 ч. Полученную суспензию фильтровали, отмывали осадок до нейтральной реакции промывных вод и сушили при 100°C .

Адсорбционные свойства образцов, прошедших предварительную термическую обработку при $500\text{--}600^\circ\text{C}$, изучали эксикаторным методом, в качестве адсорбатов использовали пары бензола и водв. Ионообменную емкость определяли трилонометрически.

Установлено, что при использовании реакционного геля, приготовленного из метакаолина, гидроксида натрия и воды, со-

става $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,4\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 96\text{H}_2\text{O}$ кристаллизуется алюмосиликат со структурой цеолита NaA. Результаты исследования показали, что цеолит имеет модуль (соотношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$) равный 1,5 и обладает высокой адсорбционной емкостью: 0,233 $\text{см}^3/\text{г}$ по парам воды и 0,256 $\text{см}^3/\text{г}$ по парам бензола. Сокращение стадии старения до 18 часов приводит к тому, что результатом синтеза является продукт, представляющий собой цеолит А с примесью другой фазы, идентифицировать которую рентгенографически не удалось.

Изменение состава исходного геля, как и сокращение стадии старения, приводит к кристаллизации смеси фаз. Можно полагать, что наряду с пористой цеолитной фазой кристаллизуется непористая фаза, так как адсорбционная емкость полученных образцов низкая.

Увеличение в составе геля щелочи и отношения $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ способствует кристаллизации цеолита со структурой фожазита, о чем свидетельствует рентгенофазовый анализ. Такой цеолит был получен из реакционного геля состава $4\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,9\text{SiO}_2 \cdot 96\text{H}_2\text{O}$, приготовленного из метакаолина, жидкого стекла и гидроксида натрия. Структуры, напоминающие фожазит со слабой степенью кристаллизации, были также получены в результате гидротермальной обработки гелей, приготовленных с использованием метакаолина и имеющих состав $3,5\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{SiO}_2 \cdot 140\text{H}_2\text{O}$ и $2,8\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 34\text{H}_2\text{O}$, хотя, согласно литературным данным, кристаллизация гелей, приготовленных из алюмината натрия, силиката натрия и NaOH, и имеющих такой же состав, приводит к образованию цеолита типа Р и содалита, соответственно. Этот экспериментальный факт свидетельствует о том, что на формирование каркасной структуры силикатов влияет не только состав геля, но и состояние в нем реагирующих ионов, т. е. степень их гидролиза, ближайшее окружение, качественный и количественный состав солевой среды и т.д.

Показано, что катионообменная емкость синтезированных алюмосиликатов по отношению к ионам Ca^{2+} и Mg^{2+} зависит как от состава, в частности, соотношений $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$, так и их структуры. Катионообменная емкость, составляющая 160–190 мг CaO/г, характерна для алюмосиликатов типа цеолита NaA, отличающегося высокой фазовой частотой, в то время как

для фожазита она находится на уровне 100 мг СаО/г. По отношению к ионам магния катионообменная емкость синтезированных алюмосиликатов значительно ниже и находится в пределах 10–20 мгMgO/г в зависимости от их состава и структуры.

Полученные результаты позволили определить условия получения на основе природного каолина алюмосиликатов с суммарной ионообменной емкостью по отношению к ионам кальция и магния 160–200 мг/г, что соответствует уровню ионообменной емкости алюмосиликатных ионообменников, производимых из алюмината натрия, активного гидроксида алюминия, NaOH и жидкого стекла и применяемых в производстве синтетических моющих средств.

УДК 666.913

БЕЛОРУССКИЙ СУПЕРГИПС ДЛЯ СТОМАТОЛОГИИ

М.И. Кузьменков, И.А. Богданович
(БГТУ, г. Минск)

Потребность в высокопрочном гипсовом вяжущем – супергипсе, который используется в ортопедической стоматологии, как в Республике Беларусь, так и во многих странах СНГ удовлетворяется преимущественно за счет импорта.

Отсутствие высококачественного природного гипса в Беларуси предопределило необходимость использовать в качестве сырья синтетического $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Хотя это несколько удорожает целевой продукт, тем не менее, в этом случае представляется возможным управлять процессом синтеза дигидрата сульфата кальция и перекристаллизацией его в α -полугидрат с требуемой морфологией кристаллов. Это в свою очередь, обеспечивает повышение физико-механических свойств конечного продукта – супергипса, поскольку морфология кристаллов является одним из важнейших параметров, определяющих свойства гипсового вяжущего.

В РУП «Гродненский институт азотной промышленности» была наработана опытная партия материала «Супергипс-С» из синтетического $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Варьируя такими параметрами процесса, как температура, время, давление в автоклаве, был оптимизирован технологический процесс, который обеспечивает получение