

изменяются сроки схватывания и сохраняются прочностные характеристики твердеющего камня. Это позволяет увеличить выпуск сульфо-

алюминатного цемента (в пересчете на 1 тонну клинкера) и, соответственно, снизить себестоимость его производства.

Список литературы

1. Бут Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. *Химическая технология вяжущих материалов.* – М.: Высшая школа, 1980. – 472с.
2. Кривобородов Ю.Р., Еленова А.А. *Твердение цементного камня с микродисперсными добавками // Техника и технология силикатов, 2015. – Т.22. – №4. – С.18–20.*

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ОБМЕННЫХ ФОРМ ЦЕОЛИТА ТИПА Y

Д.К. Хасанов

Научный руководитель – к.х.н., научный сотрудник И.Н. Павлова
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Россия, г. Уфа

Институт нефтехимии и катализа РАН
450075, Россия, г. Уфа, пр. Октября 141, dinarhasanov6@gmail.com

Качественная работа установки разделения воздуха с целью получения чистого азота и кислорода, проводимая при низких температурах, возможна только в том случае, если поступающий на сжижение и последующее разделение воздух, будет очищен от паров воды и CO_2 – веществ, которые легко переходят в конденсированное состояние и забивают аппаратуру. Поступающий на разделение воздух должен содержать не более 1 мг/м^3 воды и не более 5 мг/м^3 диоксида углерода [1–2].

Цеолиты являются единственным типом адсорбентов, которые обладают высокой адсорбционной емкостью и по воде, и по углекислому газу. Для того, чтобы удалить влагу и углекислый газ из воздуха больше всего подходят сравнительно широкопористые цеолиты типа X ($\text{Si/Al}=1,25\text{--}1,50$) и Y ($\text{Si/Al}=2,5$).

Целью нашей работы является создание новых и перспективных методов синтеза гранулированного цеолита Y высокой степени кристалличности и с развитой системой транспорта пор в различных катионообменных формах. Определение таких характеристик, как пористая структура и адсорбционные свойства синтезируемых образцов, являющихся более эффективными и перспективными адсорбентами, чем используемые в настоящее время.

Цеолит типа Y обычно получают натриевой форме. Путем проведения ионного обмена в растворах хлористых солей металлов можно получить такие катионообменные формы, как Li-, K-,

Ca- и Mg. Ионный обмен осуществляется при следующих условиях – температура проведения 70°C , концентрация соли в растворе 70 г/л (в условиях избытка второго обменного катиона по отношению к натрию). Обмен проводится в изотермическом реакторе периодического действия.

В результате проведения рентгенофазового анализа установлено, что степени кристалличности обменных форм цеолита типа Y, близки к 100%.

Статистические адсорбционные емкости образцов цеолитов по парам воды получены при следующих условиях: температура процесса $20\text{--}23^\circ\text{C}$, время выдержки 24 ч и отношение абсолютного давления адсорбтива к давлению насыщенных паров $p/p_0=0,5$. А также по углекислому газу, при его концентрации в газе 10% объемных, при следующих условиях – температура процесса $20\text{--}23^\circ\text{C}$, время выдержки 24 ч и отношение абсолютного давления адсорбтива к давлению насыщенных паров $p/p_0=0,1$ [3].

Путем замены катионов в цеолите Y можно изменять предельные адсорбционные емкости по парам H_2O и CO_2 :

- для паров H_2O в интервале значений от 290 до 380 мг/г;
- для CO_2 в пределах от 48 до 137 мг/г.

Предельные значения статической адсорбционной емкости по CO_2 для цеолита типа Y в калиевой форме имеет максимальное значение, подтверждаемое литературными данными [4].

Список литературы

1. Шумяцкий Ю.И., Афанасьев Ю.М. *Адсорбция: процесс с неограниченными возможностями*. – Москва: Высш. шк., 1998. – С.78.
2. Yang R.T. *Gas Separation by Adsorption Process*. – Boston: Butterworths, 1987. – P.35.
3. Павлова И.Н., Илибаев Р.С., Травкина О.С., Кутенов Б.И. // *ЖПХ*, 2011. – №5. – С.752–755.
4. Pirngruber G.D., Raybaud P., Belmabkhout Y. // *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2010. – №12. – P.13534–13546.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА МАТЕРИАЛ, ПОЛУЧЕННЫЙ С ПОМОЩЬЮ КОАКСИАЛЬНОГО МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ

А.И. Циммерман, Ю.Л. Шаненкова, М.И. Гуков
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Сивков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, alextsimmer@yandex.ru*

Оксид алюминия является широко используемым материалом за счет своих привлекательных механических свойств: высокие твердость, прочность и износостойкость [1–3]. Благодаря этим свойствам Al–O находит применение в различных областях техники и медицины [3].

Получают оксид алюминия различными методами, например, промышленным методом Байера [4], газофазным [5] и лазерным [6]. Однако данные методы не удовлетворяют требованиям по высокой химической чистоте, а также сложны и многостадийны.

Метод плазмодинамического синтеза (ПДС) на основе импульсного сильноточного коаксиального магнитоплазменного ускорителя (КМПУ) эрозийного типа, изобретенный в НИ ТПУ, обладает следующими преимуществами: быстрдействие, простота получения и экологичность технологии [7]. Простота метода заключается в использовании в качестве ствола трубы из алюминиевого сплава, в составе которой около 5% магния, и при закачке в камеру-реактор газообразного прекурсора – кислорода, возможно получение уникальных фаз оксида алюминия. Синтез Al_2O_3 осуществлялся за счет эрозии алюминиевого ствола. При протекании дуги по ускорительному каналу происходит наработка основного материала – алюминия, после чего он выносится в камеру, где вступает в плазмохимическую реакцию с кислородом, образуя требуемый продукт. В работе рассматриваются три опыта, в которых изменялись процентные содержания кислорода и аргона. В первом опы-

те содержание кислорода было 20%, а аргона – 80%, во втором и третьем опытах – 80:20 соответственно. Для получения более химически чистого продукта ПДС было предложено использовать систему с разделением продукта на крупную и мелкую фракцию – третий опыт.

Синтезированный таким методом продукт анализировался методами рентгеновской дифрактометрии (Shimadzu XRD 7000S) и просвечивающей электронной микроскопии (Philips CM 12).

В результате расшифровки рентгеновских дифрактограмм продуктов ПДС были идентифицированы следующие фазы: нестехиометричный оксид алюминия $Al_{2,667}O_4$ (номер карточки: №80–1385; модификация: cubic; пространственная группа: Fd-3m (no. 227); параметры решетки: $a=7,94 \text{ \AA}$), шпинель $MgAl_2O_4$ (номер карточки: №72–6955; модификация: cubic; пространственная группа: Fd-3m (no. 227); параметры решетки: $a=7,96 \text{ \AA}$) и алюминий Al (номер карточки: №85–1327; модификация: cubic; пространственная группа: Fm-3m (no. 225); параметры решетки: $a=4,04940 \text{ \AA}$). В первом опыте фаза Al преобладает относительно других фаз, однако при большей концентрации кислорода (второй и третий опыты) выход Al уменьшился. За счет применения конструкции с разделением продукта, удалось получить материал, состоящий из оксида алюминия (70%) и шпинели (~28%), а отражения фазы алюминия (~2%) можно отметить на уровне следов. Образование шпинели не является недостатком, ввиду того, что присутствие