



УДК 544.723.2

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ АДсорбЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОБЛАСТИ ИХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

### ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF ADSORPTION PROCESSES AND AREAS OF THEIR INDUSTRIAL APPLICATION

**Арипджанов Ойбек Юсупджанович**

кандидат технических наук, доцент,  
Ташкентский химико-технологический институт  
aripdjanov81@gmail.com

**Тиркашева Хуршидахон Отабек кизи**

магистрант,  
Ташкентский химико-технологический институт  
khurshidati@gmail.com

**Аннотация.** В статье дано описание разработки и совершенствование методологического подхода к синтезу прямой и обменных форм цеолитных адсорбентов на основе обедненного каолинового сырья, предназначенных для осушки углеводородных и других технологических газов. Определение химического и минерального составов проб исходного каолинового сырья, а также состава реакционной смеси.

**Ключевые слова:** цеолитные адсорбенты, каолины, осушка газов, очистка газов.

**Aripdjanov Oybek Yusupdjanovich**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Tashkent Institute of Chemical Technology  
aripdjanov81@gmail.com

**Tirkasheva Khurshidakhon Otabek qizi**

master's student,  
Tashkent Institute of Chemical Technology  
khurshidati@gmail.com

**Annotation.** The article describes the development and improvement of a methodological approach to the synthesis of direct and exchange forms of zeolite adsorbents based on depleted kaolin raw materials intended for drying hydrocarbon and other process gases. Determination of the chemical and mineral composition of samples of the initial kaolin raw materials, as well as the composition of the reaction mixture.

**Keywords:** zeolite adsorbents, kaolins, gas dehydration, gas purification.

**В** современных условиях на всех стадиях кондиционирования газов применяются либо могут быть применены адсорбционные методы, использующие, большей частью, цеолитные адсорбенты.

Потребность действующих предприятий Республики Узбекистана для очистки и кондиционирования природных и технологических газов в селективных цеолитных адсорбентах составляет порядка 1000 тонн в год, и удовлетворяется, в основном, за счет импорта [1].

Одним из важнейших направления технического развития является создание технологий получения импортозамещающей продукции из местного сырья и вторичных ресурсов.

Объектами исследования являются: образцы проб каолинов, образцы проб отработанных цеолитных адсорбентов, применяемых в качестве затравочных кристаллов, кристаллизованные гранулы цеолитных адсорбентов, составы подаваемого на осушку либо очистку.

Адсорбционные процессы подразделяются на проводимые в стационарном, движущемся, псевдооживленном слоях адсорбентов. Сам процесс адсорбционной осушки производится чередованием стадий адсорбции и десорбции адсорбата после насыщения адсорбента и появления проскока – повышенной концентрации адсорбата в осушенном или очищенном потоке по отношению к требуемой по техническим условиям на продукцию.

В целом основными областями промышленного применения цеолитов являются следующие процессы:

- осушка газовых потоков различного состава;
- очистка газовых потоков;
- глубокая осушка газовых и жидкостных потоков;
- разделение веществ, основанное на молекулярно-ситовом свойстве цеолитов углеводородов различного строения (облагораживание топливных фракций и т.п.);
- ионообменная очистка веществ, связанная с катионообменными свойствами цеолитов (очистка и умягчение воды, растворов солей, применение в качестве компонентов моющих средств и т.п.);
- в сельском хозяйстве – как дезинфицирующие и водосберегающие препараты;
- каталитические процессы крекинга, изомеризации и многие другие.

Что касается применимости цеолитов в сельском хозяйстве, то следует, в первую очередь, отметить влагоудерживающие свойства цеолитов, а также способность адсорбировать аммиак из естественного органического удобрения, с последующей постепенной отдачей его в почву при питании



растений. Отмечено, что внесение в почву, в частности, при посеве зерновых культур, различных обменных форм клиноптилолита дает несколько различные результаты в содержании белка в зерне: наилучшие результаты получены при внесении аммонийной формы. При проведении работ в некоторых районах установлены нормы расхода цеолитов зернением 1–5 мм в чистом виде и в смеси с микроудобрениями (Mn, Zn, Mg по 0,5, и Cu – 0,3 г/м<sup>3</sup>) – 40 г/м<sup>2</sup> [2].

В процессе получения цеолита А из глин основным исходным сырьем для синтеза цеолита А являются каолины либо галлуазит, сырые или термообработанные при определенных температурах, в соответствии с применяемым способом производства.

Каолиновые глины от каолинов отличаются высокой степенью дисперсности каолиновых частиц (менее 2 мкм) и пониженным содержанием кварца. Элювиальные, или первичные каолины, месторождения которых расположены в местах их образования, чаще всего содержат в качестве включений большое количество природного кварца и его разновидности – кристобалита; преобладающий размер частиц – менее 5 мкм. Частицы обыкновенно хорошо окристаллизованы.

В следствии наличия примесей химический состав каолинов изменяется в широких пределах, однако для месторождения в целом имеются определенные закономерности. Так, по использованию в синтезе цеолитов обогащенных каолинов Просяновского Каолины элювиального Просяновского месторождения характеризуются содержанием 90–95 % каолинита в глинистой фракции [3]. Примеси гиббсита, лейкоксена, галлуазита и др. содержатся лишь в отдельных пробах. Химический состав каолинов следующий (%):

Каолин – сырец:

| SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | CaO       | MgO       | ΣR <sub>2</sub> O | SO <sub>2</sub> | П.п.п.    |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|
| 49,60–55,80      | 24,00–38,41                    | 0,48–0,50                      | 0,21–0,46        | 0,20–0,68 | 0,13–0,68 | 0,5–0,6           | 0,03–0,12       | 8,80–12,8 |

Обогащенный каолин:

| SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | CaO     | MgO | ΣR <sub>2</sub> O | SO <sub>2</sub> | П.п.п.    |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|---------|-----|-------------------|-----------------|-----------|
| 46–47            | 36–38,5                        | 0,1–1,4                        | 0,1–0,7          | 0,3–0,6 | –   | 0,5–0,6           | –               | 12,5–14,0 |

Из приведенных данных о составах каолинов, широко применяемых в качестве сырья для получения цеолитов А, видно, что в Просяновском месторождении минеральный состав каолинов являются наиболее чистыми.

#### Можно сделать основные выводы:

Хорошим глинистым сырьем для синтеза цеолита типа А, наиболее широко применяемом для осушки углеводородных газов в связи размерами его входных окон (4А) и большой адсорбционной емкостью при адсорбции паров воды, являются каолины с содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (в составе каолинита) 37–39,5 % масс [4]. Однако в связи с истощаемостью месторождений каолинов, содержащих такой большой процент каолинита, мировой тенденцией становится использование для целей получения цеолитных адсорбентов сырья с меньшим содержанием каолинита и корректировкой реакционной смеси по недостающему оксиду алюминия, а также поиск другого подходящего сырья и методов синтеза.

Синтез цеолитных адсорбентов методом перекристаллизации метакаолина позволяет получать цеолитный адсорбент без предварительного получения чистого кристаллического порошкового цеолита, и не требует подборки связующего для получения готовой, гранулированной формы цеолитного адсорбента.

#### Список литературы:

1. Neftegas.ru
2. Природные цеолиты / Г.В. Цицишвили [и др.]. – М. : Химия, 1985. – 223 с.
3. Сайидов У.Х. Разработка адсорбентов для кондиционирования технологических газов : дис. ... д-ра философ. по техн. наукам. – Ташкент, 2018. – 172 с.
4. Сбор, транспорт и хранение природных углеводородных газов / А.И. Гужов [и др.]. – М. : Недра, 1978. – 405 с.

#### List of references:

1. Neftegas.ru
2. Natural zeolites / G.V. Tsitsishvili [et al.]. – M. : Chemistry, 1985. – 223 p.
3. Sayidov U.H. Development of adsorbents for conditioning process gases : Ph. D. in technical sciences. – Tashkent, 2018. – 172 c.
4. Collection, transport and storage of natural hydrocarbon gases / A.I. Guzhov [et al.] – M. : Nedra, 1978. – 405 c.