

Патз Матеус Осмар (Бразилия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Ивашкина Елена Николаевна,  
д. т. н., профессор

## СИНТЕЗ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Зола материалов, образующаяся при сжигании твердого топлива для производства энергии, является причиной экологических загрязнений в связи с большим количеством отходов [1,2]. Одним из применений остатков золы, является синтез цеолитов, являющиеся более ценными продуктами, по сравнению с золами. Цеолиты, благодаря особым характеристикам, имеют несколько промышленных применений, таких как: ионный обмен, адсорбция и катализ [2-4].

Угольная зола состоит из двух основных компонентов: Si (кремний) и Al (алюминий). Концентрация этих минералов колеблется от 47 % до 65 % для диоксида кремния (SiO<sub>2</sub>) и от 16 % до 29 % для оксида алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). В связи с этим, благодаря хорошему соотношению кремния к алюминию, зола считается перспективным материалом для производства цеолитов [1-3,5].

Цеолиты образуются в результате перегруппировки атомов кремния и алюминия, генерируя отрицательный заряд, который стабилизируется компенсационным катионом натрия (Na<sup>+</sup>) или калия (K<sup>+</sup>). Данная перегруппировка показана на рисунке 1. [1-3]

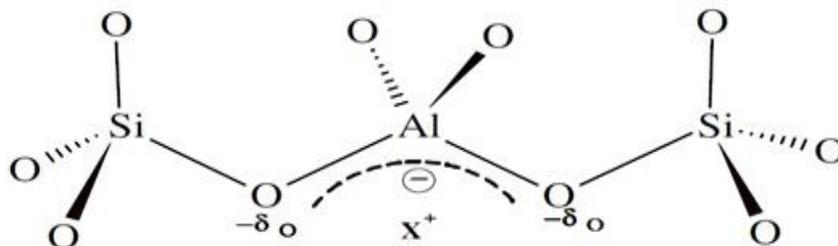


Рисунок 1. Структура цеолита, где X<sup>+</sup> представляет компенсационный катион. [2,3]

Синтез цеолита может осуществляться различными методами, однако, наиболее распространенным методом является двухстадийный метод щелочного плавления [2-5]. В этом методе атомы кремния и алюминия извлекаются из золы путем сплавления с гидроксидом натрия (NaOH), подвергаясь процессу гидротермального синтеза с раствором NaOH, где происходит образование цеолита [2-4]. Этот процесс происходит при температуре от 60 до 200 °С и имеет несколько переменных

процесса. Установлено, что наиболее важными из них являются: температура и время щелочного плавления, гидротермального синтеза, а также соотношение Si/Al [2,3].

Таким образом, с помощью рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) установлено, что есть возможность получения цеолитов из угольной золы, являющейся доступной, особенно в Кемеровской и Свердловской областях. Зола с этих участков имеет хорошее соотношение Si/Al, а также низкую концентрацию железа в своем составе, что благоприятно сказывается на характеристиках получаемых цеолитов [1-3,5].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ЮРЬЕВ И. Ю. Стеновые керамические изделия с использованием микродисперсных алюмосиликатных отходов ТЭС. Томск: Наука, 2013. 23 с.
2. FERNANDES A. d.. Síntese de zeólitas e wolastonita a partir da cinza da casca do arroz. Dissertação (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2006.
3. SABEDOT S. et al. Caracterização e aproveitamento de cinzas da combustão de carvão mineral geradas em usinas termelétricas. Sociedade de Assistência aos Trabalhadores do Carvão (SATC, Criciúma, 2015?).
4. INTERNATIONAL ZEOLITE ASSOCIATION (IZA). Databases. Washington: 2020.
5. КАРТАШОВ К. К. Модернизация котла при переходе на другой тип угля. Томск: Наука, 2017. 96 с.

Пэн Лижу (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Лямина Галина Владимировна,  
к.т.н., доцент

### **ПРИМЕНЕНИЕ «ЗЕЛеноЙ ХИМИИ» ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ**

**Введение.** Исследование процессов коррозии и разработка методов защиты металлов относится к актуальным научно-техническим задачам.