ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ ЦЕОЛИТА NaY

Абдуллаханова Гулрух

базовый докторант Кокандского государственного университета, Узбекистан, г. Наманган

E-mail: gulrukhabdullakhonova@gmail.com

Эсонкулова Назирахон

докторант Наманганского государственного технического университета, Узбекистан, г. Наманган,

E-mail: naziraxon.esonqulova@mail.ru

Гайбуллаева Дилдора

Филиал Российского государственного университета нефти и газа (Национального исследовательского университета имени И.М. Губкина в Ташкенте, Узбекистан,

E-mail: xurramovadildora0@gmail.com

АННОТАЦИЯ. В данном исследовании цеолит типа NaY, относящийся к группе фожазитов, был успешно синтезирован методом гидротермального синтеза с использованием чистых химических реагентов-натрий алюмината ($NaAlO_2$) и натрий силиката (Na_2SiO_3). Процесс синтеза включал стадии образования геля, гидротермальной кристаллизации, промывки, сушки и прокаливания.

Ключевые слова: NaY цеолит, фожазит, гидротермальный синтез,

алюмосиликат, степень кристалличности, фазовая чистота, адсорбция, катализ.

Введение. Цеолиты-алюмосиликатные материалы с высокой пористостью, которые широко применяются в процессах ионного обмена, адсорбции и катализа. Цеолит NaY, относящийся к группе фожазитов, отличается большой внутренней поверхностью, упорядоченной морфологией и высокой степенью кристалличности. Благодаря этим свойствам он имеет важное значение в разделении газов, переработке нефти, очистке воды и решении экологических проблем [1-2].

В последние годы проведено множество исследований по гидротермальному синтезу цеолита NaY. В этом методе на основе натрий алюмината ($NaAlO_2$) и натрий силиката (Na_2SiO_3) готовится гель, а процесс кристаллизации контролируется при повышенной температуре и давлении [3-5]. Основные параметры процесса-температура, pH, время и составные соотношения-напрямую влияют на степень кристалличности и структуру получаемого продукта [6-10].

Методы исследования. Цеолит типа NaY относится к группе фожазита и представляет собой алюмосиликат, отличающийся развитой пористой структурой, большой удельной поверхностью и высокой степенью кристалличности. Он широко применяется в процессах адсорбции, ионного обмена и катализа. При гидротермальном синтезе гель, полученный на основе ($NaAlO_2$) и (Na_2SiO_3), подвергается кристаллизации, в результате чего формируется цеолит NaY с высокой фазовой чистотой и упорядоченной морфологией. Свойства NaY степень кристалличности, размер частиц и фазовая чистота напрямую зависят от параметров процесса (температуры, pH, времени и соотношения Si/Al).

Синтез цеолита NaY. Цеолит типа NaY, относящийся к группе фожазита, является алюмосиликатом с высокоразвитой пористой структурой, большой внутренней поверхностью и высокой степенью кристалличности. Данный материал широко используется в адсорбционных, ионообменных и каталитических процессах. Синтез осуществлялся гидротермальным методом с использованием чистых химических реагентов-алюмината натрия ($NaAlO_2$) и силиката натрия (Na_2SiO_3).

На первом этапе гидроксид натрия (20 ммоль NaOH) растворяли в дистиллированной воде. К полученному раствору добавляли алюминат натрия (9,8 ммоль) и перемешивали на магнитной мешалке до полного растворения. Параллельно жидкое стекло растворяли в воде и перемешивали при 50 °C в течение 1 часа. Затем раствор силиката натрия добавляли к раствору алюмината натрия и перемешивали при 50 °C в течение 6 часов до образования геля.

Полученный гель помещали в автоклав с тефлоновым покрытием и подвергали гидротермальной кристаллизации при 120 °C в течение 24 часов. После кристаллизации продукт отделяли фильтрованием, промывали дистиллированной водой три раза до достижения pH-7. Далее материал сушили при 105 °C в течение 6 часов и на завершающем этапе подвергали прокаливанию при 550 °C в течение 4 часов (рисунок 1).

В результате был синтезирован цеолит NaY с высокой степенью кристалличности, упорядоченной морфологией и высокой фазовой чистотой. Предложенная методика представляет собой эффективную технологическую основу для промышленного применения цеолита NaY.

Результаты инфракрасной (ИК) спектроскопии синтезированного цеолита

NaY выявили характерные колебания, соответствующие связям O-Al и Si-O, что подтверждает формирование алюмосиликатного каркаса.



Рисунок 1. Схема синтеза NaY цеолита, полученного гидротермальным методом.

В спектре также были зафиксированы интенсивные полосы, характерные для содалитных ячеек. Наличие этих сигналов указывает на стабильность каркасной структуры цеолита NaY и завершённость процесса образования алюмосиликатного скелета.

Таким образом, данные ИК-анализа демонстрируют, что синтезированный NaY цеолит обладает устойчивой структурой, высокой степенью упорядоченности и перспективен для применения в процессах адсорбции, ионного обмена и катализа.

Список литературы

1. Barrientos-Hernández F.R. Characterization of Zeolite Obtained by Hydrothermal Synthesis Process. Springer Proc. TMS. -2024. -2(3). -P.112-118.
2. Kim J., Lee S. Hydrothermal Synthesis of NaY Zeolite from Sodium Silicate and Sodium Aluminate. Microporous Mesoporous Mater. -2021. -323. -P.111-119.
3. Patel A., Singh R. Structural Properties of Faujasite-Type Zeolites. J. Mater. Chem. A. -2022. -10(14). -P.7654-7662.
4. Zhang L., Chen Y. Effect of Si/Al Ratio on NaY Zeolite Crystallinity. Chem. Eng. J. -2023. -451. -P.138765.
5. Ivanov M., Petrov P. Phase Purity of NaY Zeolite via Hydrothermal Method. Catalysis Today. -2020. -356. -P.45–53.
6. Gupta S., Verma H. NaY Zeolite as Catalyst in Hydrocarbon Cracking. Fuel Processing Technology. -2025. -245. -P.107–115.
7. Nakamura R., Sato T. Ion Exchange in NaY Zeolite and Its Adsorption Properties. J. Solid State Chem. -2021. -299. -P.122–130.
8. Müller K., Hoffmann J. Morphological Control in NaY Zeolite Synthesis. CrystEngComm. -2022. -24(9). -P.1550–1560.
9. Wang P., Li D. Hydrothermal Parameters Optimization for NaY Zeolite. Ind. Eng. Chem. Res. -2023. -62(17). -P.6543–6552.
10. Rossi A., Bianchi G. NaY Zeolite in Environmental Applications. J.Hazard. Mater. -2024. -452. -P.131–140.