

**Хомяков Иван Сергеевич**

канд. хим. наук, старший преподаватель  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет»  
г. Томск, Томская область

## **ПЕРЕРАБОТКА ЛЕГКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ НА АЛЮМО- И ЖЕЛЕЗОСИЛИКАТНОМ ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМНОМ ЦЕОЛИТЕ**

***Аннотация:** в данной статье исследована каталитическая активность алюмо- и железосиликатного цеолитов типа MFI. Показано, что октановые числа катализата, полученного с применением алюмосиликата, и содержание в нем аренов, выше, чем катализата, полученного с применением железосиликата.*

***Ключевые слова:** алюмосиликат, высокооктановый бензин, железосиликат, MFI, синтез, гетерогенный катализ.*

Вопрос переработки углеводородного сырья в ценные нефтехимические продукты является актуальным в настоящее время. Для эффективной реализации процессов переработки различного углеводородного сырья (газоконденсаты, конденсаты, природные и попутные нефтяные газы) необходима модернизация или создание новых технологий. В частности, актуальным является вопрос создания высокоэффективных катализаторов для получения высокооктановых компонентов бензинов или индивидуальных углеводородов для дальнейшего нефтехимического синтеза. В настоящее время активно используются высококремнеземные цеолиты (ВКЦ) типа MFI. Цеолиты данного типа обладают высокой активностью и селективностью, благодаря своим уникальным особенностям строения и молекулярно-ситовым свойствам [1].

На все перечисленные свойства большое влияние оказывает методика синтеза цеолитов. Таким образом, на стадии синтеза, вводя различные компоненты

в каркас цеолита или меняя параметры синтеза, можно оказать влияние на каталитическую способность цеолитов в процессах переработки углеводородного сырья.

В данной работе приведены результаты каталитических исследований алюмо- и железосиликатного цеолитов в процессе превращения прямогонных бензиновых фракций газового конденсата в высокооктановые компоненты моторных топлив.

ВКЦ получали гидротермальным синтезом из щелочных алюмокремнегелей при 180 °С в течение 4–6 суток. После окончания кристаллизации полученные цеолиты промывали водой, сушили при 110 °С и прокаливали при 600 °С в течение 6 ч. В H-форму ВКЦ переводили путем обработки 25%-ным раствором  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при 90 °С в течение 2 ч с последующим высушиванием при 110 °С и прокаливанием при 600 °С в течение 6 ч (содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  в декатионированных цеолитах менее 0,01% масс.) [2]. Идентификацию полученных цеолитов проводили с помощью ИК спектроскопии (ИК Фурье-спектрометр Nicolet 5700) и рентгенофазового анализа (рентгеновская установка ДРОН-3, Мо-анод, Ni-фильтр). По результатам анализов синтезированные образцы относятся к цеолитам типа MFI. Модуль алюмосиликатного цеолита ( $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ ) равен 50, а железосиликатного –  $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 = 60$  и  $\text{SiO}_2 / \text{Fe}_2\text{O}_3 = 65$ .

В качестве исходного углеводородного сырья для процесса переработки использовалась прямогонная бензиновая фракция газового конденсата

70–170°С. Исследования проводились на проточной каталитической установке со стационарным слоем катализатора (объем реактора 10 см<sup>3</sup>) в интервале температур 350–400 °С при объемной скорости подачи сырья 2 ч<sup>-1</sup>, атмосферном давлении и длительности эксперимента при каждой фиксированной температуре процесса 1 ч [3, с. 28].

Результаты каталитических исследований синтезированных образцов представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что для обоих образцов с увеличением температуры процесса характерно снижение выхода жидких углеводородных продуктов. Введение на стадии синтеза железа приводит к увеличению выхода

целевого жидкого продукта на 14–18% масс. Жидкие продукты, получаемые на алюмосиликате содержат большее количество аренов, а на железосиликате – изопарафинов. Октановые числа по исследовательскому методу больше у катализаторов, полученных на алюмосиликате.

Таблица 1

**Превращение прямогонных бензиновых фракций газового  
конденсата на цеолитных катализаторах**

Катализаторы	Тр, °С	Выход продуктов, мас. %								ОЧ (ИМ)
		г.ф.	ж.ф.	Состав жидкой фазы (ж.ф.)						
				Ар	Б	И-п	Н	П	О	
ВКЦ (SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	350	47,2	52,8	35,6	2,7	32,25	20,0	10,9	1,3	93,5
	375	53,1	46,9	36,7	2,6	32,3	20,6	9,0	1,4	92,9
	400	59,5	41,5	43,4	4,0	27,4	18,0	9,9	1,3	95,4
ВКЦ (SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	350	30,3	69,7	19,0	1,0	43,6	19,2	17,4	1,0	88,4
	375	39,0	61,0	25,3	1,7	41,5	17,9	14,3	1,0	91,6
	400	44,8	55,2	29,1	2,4	39,3	17,8	12,7	1,2	93,9

*Примечание: г. ф. – газовая фаза, Ар – арены, Б – бензол (входит в состав аренов), И-п – изо-парафины, Н – нафтенны, П – парафины, О – олефины.*

### **Список литературы**

1. Боженкова Г.С. Физико-химические, адсорбционные и каталитические свойства высококремнеземных цеолитов типа MFI в конверсии пропан-бутановой фракции в ароматические углеводороды / Г.С. Боженкова, И.С. Хомяков // Химическая технология. – 2015. – Т. 16. – №7. – С. 415–420.
2. RU 2446883 С1, пат. РФ. Цеолитсодержащий катализатор, способ его получения и способ превращения прямогонной бензиновой фракции в высокооктановый компонент бензина с пониженным содержанием бензола // В.И. Ерофеев, Е.А. Ерофеева.
3. Ерофеев В.И. Получение высокооктановых бензинов из прямогонных бензинов газового конденсата на модифицированных цеолитных катализаторах / В.И. Ерофеев [и др.] // Газовая промышленность. – 2013. – Спецвыпуск №692. – С. 26–30.