

Хомяков Иван Сергеевич

канд. хим. наук, старший преподаватель

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

Томский политехнический университет»

г. Томск, Томская область

**ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКООКТАНОВЫХ КОМПОНЕНТОВ БЕНЗИНА
ИЗ ПРЯМОГОННЫХ БЕНЗИНОВ НА ЦЕОЛИТАХ ТИПА MFI,
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДОМ ЦЕРИЯ (IV)**

Аннотация: в данной статье исследована каталитическая активность цеолитов типа MFI, модифицированных диоксидом церия, в процессе получения высокооктановых компонентов бензинов из прямогонных бензинов газового конденсата. Автором показано, что введение модифицирующей добавки диоксида церия позволяет увеличить выход высокооктановых компонентов бензина на 8–10% масс.

Ключевые слова: высококремнеземный цеолит, высокооктановый бензин, прямогонный бензин, арены.

Традиционные моторные топлива будут приоритетными еще, по крайней мере, 30–40 лет. На их долю даже к 2030 г. будет приходиться более 80% потребления различными типами транспортных двигателей. Поэтому большое практическое значение имеют различные процессы получения высокооктановых компонентов бензина из углеводородного сырья, такого как прямогонные бензины, пропан-бутановые фракции, пентан-гексановые фракции углеводородов, широкие фракции легких углеводородов и т. д. Одним из эффективных процессов получения высокооктановых компонентов бензина является процесс переработки различного углеводородного сырья на цеолитсодержащих катализаторах, в основном на цеолитах типа MFI [1]. Одна из важнейших особенностей каталитического действия цеолитов типа MFI – их способность к превращению низших олефинов и парафинов в более высокомолекулярные углеводороды, что позволяет получать из дешевого сырья ценные химические соединения. Регулирование ка-

титических свойств высококремнеземных цеолитов (ВКЦ) можно осуществлять с помощью модификации цеолитов различными металлами и их соединениями [2].

В данной работе приведены результаты каталитических исследований ВКЦ с силкватным модулем 50, модифицированных диоксидом церия в количестве 0,5, 1 и 3% масс в расчете на Се. Модификация ВКЦ типа MFI проводили методом пропитки из водного раствора нитрата церия (III). Навеска соли растворялась в воде. Затем цеолит помещали в раствор соли на 2 ч при комнатной температуре. После этого цеолит сначала сушили при 110°C в течение 6 ч, после чего образец прокаливали в муфельной печи в токе воздуха при температуре 700°C для распада нитрата церия до оксида церия (III) и его окисления до диоксида церия.

В качестве исходного углеводородного сырья для процесса переработки использовалась прямогонная бензиновая фракция газового конденсата 70 – 170°C. Исследования проводились на проточной каталитической установке со стационарным слоем катализатора (объем реактора 10 см³) в интервале температур 350–400°C при объемной скорости подачи сырья 2 ч⁻¹, атмосферном давлении и длительности эксперимента при каждой фиксированной температуре процесса 1 ч [3, с. 416].

Результаты каталитических исследований представлены в таблице в таблице 1. За меру каталитической активности выбрано содержание аренов в продуктах реакции. В первую очередь с увеличением температуры процесса для всех катализаторов повышается выход газообразных продуктов, состоящих в основном из парафинов C₃-C₄. Содержание пропана и бутанов в газообразных продуктах достигает 85–95 масс. %. В жидкой фазе главным образом увеличивается содержание аренов C₆-C₉. В составе аренов преобладают толуол и ксиолы. Содержание нафтенов, парафинов и изопарафинов снижается. В целом введение модифицирующей добавки диоксида церия приводит к снижению выхода аренов в продуктах реакции на 2–4% масс. и увеличению выхода жидких продуктов реакции на 8–10% масс. в интервале температур 350 – 400°C.

Таблица 1

Превращение прямогонных бензиновых фракций газового конденсата
на цеолитных катализаторах

Катализаторы	Tp, °C	Выход продуктов, мас. %							ОЧ (ИМ)	
		г.ф.	ж.ф.	Состав жидкой фазы (ж.ф.)						
				Ар	Б	И-п	Н	П		
ВКЦ	350	42,0	58,0	27,6	1,8	40,2	18,1	12,6	1,4	92,2
	375	49,0	51,0	33,6	2,9	36,8	17,2	10,8	1,6	92,1
	400	53,2	46,8	40,0	3,6	32,5	16,6	9,3	1,6	94,1
99,5% ВКЦ / 0,5% CeO ₂	350	32,3	67,7	25,0	1,3	37,1	22,6	13,2	2,1	89,0
	375	40,4	59,6	31,2	2,2	34,4	20,6	11,8	2,0	93,7
	400	45,8	54,2	36,2	3,1	31,6	19,4	10,8	2,0	92,7
99% ВКЦ / 1% CeO ₂	350	33,3	66,7	25,6	1,4	37,0	22,0	13,5	1,9	89,9
	375	41,4	58,6	32,1	2,4	34,7	20,5	10,9	1,9	93,1
	400	45,8	54,2	37,4	3,2	31,5	19,7	9,4	2,0	92,5
97% ВКЦ / 3% CeO ₂	350	31,0	69,0	25,3	1,3	37,4	21,5	13,9	2,0	89,3
	375	39,9	60,1	31,3	2,2	34,8	20,8	11,2	2,1	92,5
	400	45,8	54,2	36,3	3,1	31,8	19,5	10,3	2,1	95,4

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

Список литературы

- Ерофеев В.И. Комплексная переработка легкого углеводородного сырья в арены и высокооктановые бензины на цеолитсодержащих катализаторах / В.И. Ерофеев [и др.] // Газовая промышленность. – 2013. – №699. – С. 90–94.
- Ерофеев В.И. Получение высокооктановых бензинов из прямогонных бензинов газового конденсата на модифицированных цеолитных катализаторах / В.И. Ерофеев [и др.] // Газовая промышленность. – 2013. – №692. – С. 26–30.
- 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.