

ляют большую каталитическую активность по сравнению с исходным ВКЦ.

Таким образом, максимальное увеличение каталитической активности исходного ВКЦ типа MF1 достигается при введении 1 % мас. нанопорошка

сульфида хрома (III). Введение данного количества промотирующей добавки позволяет увеличить выход аренов – на 18–24 % мас. и октановое число получаемого жидкого катализата на 12–13 пунктов по исследовательскому методу.

### Список литературы

1. Ерофеев В.И., Медведев А.С., Хомяков И.С. и др. // *Газовая промышленность*, 2013.– №692.– С.26–30.
2. Ерофеев В.И., Хомяков И.С. // *Успехи современного естествознания* 2015.– №8.– С.1364–1368.
3. Ерофеев В.И., Медведев А.С., Хомяков И.С., Ерофеева Е.В. // *Журнал прикладной химии*, 2013.– Т.86.– №7.– С.979–985.

## ПРЕВРАЩЕНИЕ ЛЕГКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ «ЦЕОФОРМИНГ»

И.С. Хомяков, Т.А. Герасина

Научный руководитель – к.х.н., старший преподаватель И.С. Хомяков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, hotyakov@tpu.ru*

В настоящее время ведется активный поиск и разработка новых способов получения моторных топлив, которые могли бы быть альтернативой существующим сейчас нефтяным, а именно: газовые конденсаты, биогаз, биоэтанол, биодизель природные и попутные нефтяные газы, диметилвый эфир, и другие, так как современные процессы, позволяющие получать высокооктановые бензины не учитывают реальные возможности современной техники. Однако, необходимо поэтапно подходить к решению этой глобальной проблемы. Поэтому традиционные моторные топлива будут приоритетными в течение 30–40 лет. Различные типы двигателей даже к 2030 г. будут потреблять более 80 % «классических» топлив.

Наиболее перспективным для получения высокооктановых компонентов бензинов из легкого углеводородного сырья представляется использование в качестве катализаторов наноструктурированных систем, активная составляющая которых содержит частицы, соизмеримые по своим размерам с радиусом действия межатомных сил [1–2]. В последние годы развитие различных физических и химических методов позволило получать металлы в виде наноразмерных порошков, которые получают все большее применение в нефтехимии и нефтепереработке. Интересным представляется введение различных нанопорошков металлов в высококремне-

земные цеолиты типа MF1. Было показано [1], что добавление нанопорошка металла к цеолиту позволяет существенно повысить его каталитическую активность в процессе облагораживания прямогонных бензиновых фракций нефти.

Целью данной работы являлось исследование влияния природы вводимого модификатора на активность цеолитного катализатора в процессе превращения легкого углеводородного сырья. В качестве модифицирующей добавки в образец вводился микро- и наноразмерный порошок диоксида церия.

Синтез ВКЦ проводили из щелочного раствора алюмокремнегелей при 175–180 °С в течение 4–6 суток. В качестве темплата использовался гексаметилендиамин. После синтеза порошки цеолитов промывали дистиллированной водой, затем помещали порошки в сушильный шкаф при температуре 110 °С на 6 ч., после чего прокаливали 8 ч. в муфельной печи при температуре 600 °С [3].

Модифицирование синтезированного ВКЦ микро- и наноразмерными порошками диоксида церия (размер частиц <5 мкм и <50 нм, соответственно) проводили при помощи механохимической активации в шаровой вибромельнице КМ-1 при температуре 25 °С в течение 12 ч. По данной методике были получены образцы ВКЦ, модифицированные микро- и наноразмерными порошками оксида церия (IV) в количестве 1 и

3 % мас.

Исследования превращения прямогонных бензиновых фракций газового конденсата с началом кипения 70 °С и концом кипения 170 °С проводили на проточной каталитической установке со стационарным слоем цеолитных катализаторов в области 375–425 °С, объемной скорости подачи сырья 2 ч<sup>-1</sup> и атмосферном давлении.

На всех исследуемых образцах в результате процесса конверсии ПБФ образуются жидкие и газообразные продукты. С ростом температуры процесса с 325 °С до 375 °С наблюдается тенденция к уменьшению выхода жидкого катализата за счет повышения глубины превращения углеводородов исходного сырья. Таким образом, повышается выход газообразных продуктов, со-

стоящих, в основном, из пропана и бутанов, суммарный выход которых достигает 90–95 % мас.

Все модифицированные образцы проявляют большую каталитическую активность в процессе превращения легкого углеводородного сырья по сравнению с исходным ВКЦ типа МFI. Показано, что наибольшую каталитическую активность проявляет цеолит, модифицированный 1 % наноразмерного порошка CeO<sub>2</sub>. Однако, образцы, модифицированные микроразмерным порошком CeO<sub>2</sub>, проявляют меньшую, но довольно близкую, активность по сравнению по отношению выхода аренов в продуктах реакции и октанового числа, получаемого катализата, являясь при этом существенно более дешевым модификатором по сравнению с нанопорошком диоксида церия.

### Список литературы

1. Ерофеев В.И., Медведев А.С., Хомяков И.С., Ерофеева Е.В. // *Журнал прикладной химии*, 2013.– Т.86.– №7.– С.979–985.
2. Божженкова Г.С., Хомяков И.С. // *Химическая технология*, 2015.– №7.– С.415–420.
3. Ерофеев В.И., Хомяков И.С. // *Успехи современного естествознания* 2015.– №8.– С.1364–1368.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЦЕОЛИТНОГО КАТАЛИЗАТОРА

О.А. Чередниченко, А.С. Меховникова

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А.Самборская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, 210389@mail2000.ru*

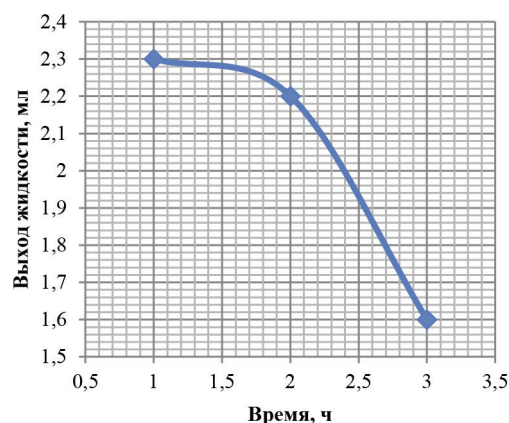
Цеолиты в качестве носителей или катализаторов находят широкое применение в нефтепереработке и нефтехимии [1]. Одно из направлений - использование цеолитных катализаторов для облагораживания прямогонных бензиновых фракций. К достоинствам технологии относятся невысокие затраты и возможность работы на сырье различного состава, к недостаткам – быстрая дезактивация катализатора.

Основной целью работы было экспериментальное исследование влияния температуры и времени работы на активность цеолитного катализатора в реакциях превращений парафиновых углеводородов.

Эксперимент выполнялся на лабораторной установке при давлении 1,5 МПа и скорости подачи сырья 2 ч<sup>-1</sup>.

Использован предварительно измельченный промышленный катализатор КН-30 [2].

Осуществлялся ступенчатый подъем температуры в реакторе от 345 до 400 °С с отбором и контролем качества продукта после каждого часа. Выдержка на максимальной температуре



**Рис. 1.** Зависимость выхода жидкого продукта от времени