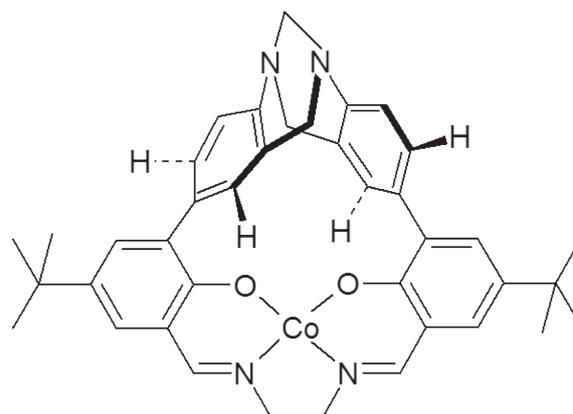


но-полимерного рацемата [1]. Сополимеризация (рац)-пропиленоксида с  $\text{CO}_2$  дает стереоградиентный рацемический стереокомплекс ППС с улучшенной термической стабильностью [2]. Продукт ППС был коммерциализирован, а формулы соответствующих катализаторов были запатентованы [3].

Основания Трёгера (ОТ) [4] перспективны для практического использования в асимметричном катализе. Чтобы полагаться на ОТ не только как на увлекательную, но и на привлекательную структуру, мы следовали алгоритму построения молекулы с одной осью  $\text{C}_2$  для одного диамина ОТ и одного саленового ядра, последовательно проходящей через углеродный NCN-мостик, металл-ион и центр (N)CC(N) связи незамещенного 1,2-этилендиамина.

В этом докладе мы представляем подход к синтезу саленового комплекса **1**, хиральность которого обеспечена только за счет асимметрич-



**1**  
Схема 1.

ных N атомов энантиомерного ОТ. Регулирование нуклеофильности азотных центров будет осуществляться за счет орто-замещения в анилиновом ядре.

### Список литературы

1. X.-B. Lu, W.-M. Ren, G.-P. Wu, *Acc. Chem. Res.*, 2012.– 45.– 1721–1735; G.-P. Wu, W.-M. Ren, Y. Luo, B. Li, W.-Z. Zhang, X.-B. Lu, *J. Am. Chem. Soc.*, 2012.– 134.– 5682–5688.
2. K. Nakano, S. Hashimoto, M. Nakamura, T. Kamada, K. Nozaki, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2011.– 4868–4871; B. Y. Lee, A. Cyriac, *Nature Chem.*, 2011.– 3.– 505–507.
3. A. Tullo, *Capturing Carbon*, in: *Chem. Eng. News*, June 23, 2008.– Vol.86(25).– P.21; Novomer, Inc.: WO 2011/163133 2011 (S.D. Allen, A.E. Cherian, C.A. Simoneau, J.J. Farmer).
4. F. Vögtle, *Fascinating molecules in Organic Chemistry*, Wiley, Chichester, UK, 1992; B. Dolenský, M. Havlík, V. Král, *Chem. Soc. Rev.*, 2012.– 41.– 3839–3858.

## ИЗОМЕРИЗАЦИЯ Н-ГЕПТАНА В ПРИСУТСТВИИ ЦИКЛОГЕКСАНА И БЕНЗОЛА НА ПЛАТИНОВЫХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

И.М. Калашников, Е.А. Белопухов, М.Д. Смоликов  
Научный руководитель – д.х.н., профессор А.С. Белый

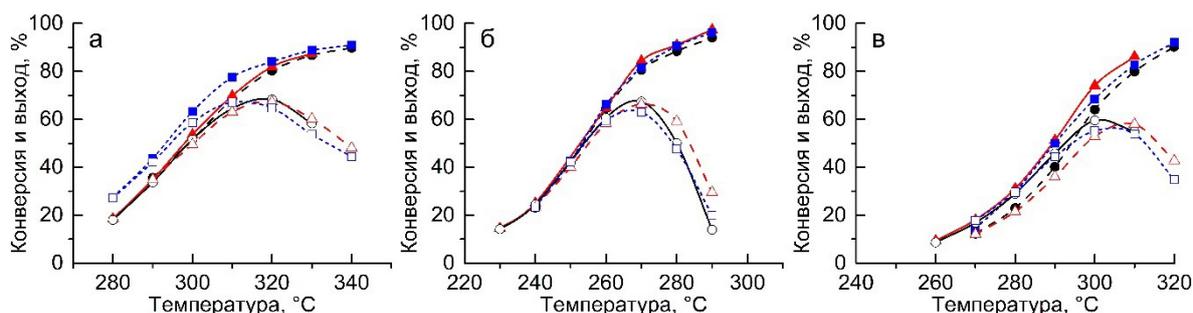
Институт проблем переработки углеводородов СО РАН  
644040, Россия, г. Омск, ул. Нефтезаводская 54

Омский государственный технический университет  
644050, Россия, г. Омск, пр. Мира 11, lvenxv@mail.ru

К концу 2017 года ограничение содержания ароматических углеводородов в товарных автомобильных бензинах принято уже более чем в ста странах. В большинстве из них дополнительно установлено ограничение по содержанию бензола на уровне не более 1 % об. Одним из перспективных процессов, позволяющих снизить содержание бензола в бензинах является гидроизомеризация бензолсодержащих бензиновых фракций. Сырьем данного процес-

са могут быть прежде всего легкие фракции риформата н.к.-85 или н.к.-100 °С и прямогонная бензиновая фракция 70–85 °С. Данный процесс позволяет не только превратить бензол в метилциклопентан (МЦП), но и увеличить ОЧ фракции за счет изомеризации алканов нормального строения, которые так же присутствуют в данных видах сырья.

Из литературы известно, что наличие ароматических и циклических углеводородов в сырье



**Рис. 1.** Параметры превращения *n*-гептана на катализаторах на основе цеолита: а – Y, б – BEA, в – MOR, с  $H_2PtCl_6$  в качестве предшественника Pt

Температурные зависимости конверсии *n*-гептана (в %) на разных типах сырья: ● – *n*-гептан; ▲ – *n*-гептан + циклогексан; ■ – *n*-гептан + бензол. Выходы изо- $C_7$  (в % мас.) в расчете на *n*- $C_7$  на разных типах сырья: ○ – *n*-гептан; △ – *n*-гептан + циклогексан; □ – *n*-гептан + бензол.

из-за их предпочтительной адсорбции на кислотных центрах тормозят процесс изомеризации парафинов. К 2018 году торможение изомеризации в присутствии ароматики и циклоалканов было исследовано на платиновых и палладиевых катализаторах на основе цеолитов, на вольфрамированном диоксиде циркония и даже на гомогенных системах.

Ранее мы уже проводили исследования по оптимизации состава катализаторов на основе цеолита BEA и MOR и связующего компонента  $Al_2O_3$  для процесса гидроизомеризации БСФ. Целью данной работы является исследование влияния наличия циклогексана и бензола в сырье на изомеризацию *n*-гептана на катализаторах на основе цеолитов Y, BEA, MOR в смеси с  $Al_2O_3$  с массовым соотношением соотношении 30:70. В качестве предшественника платины использовались водные растворы  $H_2PtCl_6$  и  $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$ .

Каталитические испытания проводили на каталитической установке с изотермическим реактором проточного типа. Масса загрузки фракции катализатора 0,2–0,7 мм составляла 1 г. В качестве сырья использовали *n*-гептан. Условия испытаний:  $p=1,5$  МПа,  $T=200–330$  °C,  $ОСПС=2$  ч<sup>-1</sup>,  $H_2/сырье=3/1$  моль. Состав про-

дуктов определяли в режиме онлайн на газовом хроматографе Цвет-800 с капиллярной колонкой PONA/PIONA (J&W Scientific).

Из полученных данных можно заключить, что катализаторы, на которых платина наносилась из раствора гексахлорплатиновой кислоты, в отличие от образцов из раствора аммиаката не показали эффекта торможения в реакции изомеризации *n*-гептана при добавлении бензола и циклогексана в сырье. Это подтверждается, графиками, представленными на рисунке 1. Что касается цеолитов, то наиболее перспективными являются дальнейшие исследования катализаторов на основе цеолита BEA и Y. Данные образцы показали высокую селективность и высокие выходы моно- и мультызамещенных-изомеров гептана.

### Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания ИППУ СО РАН в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы по направлению V.46, проект № V.46.2.4 (номер госрегистрации в системе ЕГИСУ НИОКТР АААА-А17-117021450095-1).