

Будник; Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Уфа, 2009. – 24 с.

3. Изучение стабильности во времени влияния ультразвука на вязкость водо-битумных эмульсий / А.И. Абдуллин [и др.] // Нефтегазопереработка и нефтехимия. – 2016. – №2. – С. 40–43.

УДК 665.775.5

студ. Е.В. Китаева

Науч. рук. зав. кафедрой А.И. Юсевич
(кафедра нефтегазопереработки и нефтехимии, БГТУ)

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗОМЕРИЗАЦИИ ЛЕГКИХ БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ

Тенденции развития автомобильного транспорта таковы, что к моторным топливам предъявляют все более жесткие экологические и эксплуатационные требования. Так, для соответствия выхлопа двигателей внутреннего сгорания экологическому стандарту ЕВРО-5 в автобензине ограничивается содержание серы (до 10 ppm), бензола (до 1%), ароматических углеводородов (до 35%), олефиновых углеводородов (до 14%). Сера при сгорании бензина взаимодействует с кислородом воздуха, образуя оксиды серы, которые с водяными парами дают серную и сернистую кислоты, вызывающие коррозию металлических конструкций и загрязняющие окружающую среду. Касательно бензола можно сказать, что чем его больше, тем более токсичным является бензин и продукты его сгорания, кроме того, ароматические углеводороды увеличивают нагарообразование в двигателе. Олефиновые углеводороды являются химически нестабильными, что обуславливает сильное изменение свойств топлива в процессе хранения. С другой стороны ароматические углеводороды, а также алкены увеличивают детонационную стойкость бензина, поэтому уменьшение их содержания в топливе приведет к снижению его октанового числа.

Решением данной проблемы является производство неароматических высокооктановых компонентов, среди которых наибольшее распространение получили изомеризаты вследствие их относительно низкой себестоимости и доступности сырья. Рассмотрим более подробно основные тенденции развития процессов изомеризации парафиновых углеводородов, позволяющие повысить октановое число бензина.

1. Оптимизация состава сырья для процесса изомеризации. Одним из способов улучшения состава сырья, подаваемого на изомеризацию, является подбор оптимальных режимов работы колонн блока стабилизации и вторичной ректификации бензина установок первичной переработки нефти, позволяющих увеличить содержание *n*-алканов и уменьшить содержание циклогексана и метилциклопентана во фракции н.к.–62°C. Известно также, что повышенное содержание углеводородов состава C₇ в сырье изомеризации приводит к протеканию экзотермических реакций гидрокрекинга и дезактивации катализатора, снижению октанового числа и выхода целевых продуктов. Поэтому рекомендуют понижать температуру низа колонн вторичной перегонки бензина, что приведет к снижению содержания не только *n*-гептана, но и метилциклопентана во фр. н.к.–62°C. Последний помимо отравляющего действия в отношении катализатора снижает глубину конверсии *n*-пентана. Описанные меры позволяют повысить октановое число получаемого изомеризата на 1,5–2,5 п. в зависимости от состава перерабатываемого сырья [1].

2. Изомеризация фракции C₇. В процессе ректификации широкой бензиновой фракции можно получить три составляющие фракции:

н. к.–62°C (сырье процесса изомеризации), 105–180 °C (сырье процесса каталитического риформинга) и 62–105°C (сырье процессов каталитического риформинга или изомеризации). При изомеризации фракции 62–105°C не образуются бензол и толуол, что позволяет существенно снизить содержание ароматических углеводородов в товарном бензине (на 5–10 мас. % в зависимости от состава сырья и доли риформата в товарном бензине) [2]. Однако при изомеризации гептановой фракции по схеме «за проход» с использованием алюмоплатинового катализатора получается продукт с низким октановым числом (70-74 (ИМ)). Для сравнения, при изомеризации парафинов-C₅–C₆ в аналогичных условиях октановое число составляет 80-84 (ИМ). Повысить октановое число изомеризата C₇ позволяет процесс «Изомалк-4», разработанный ООО «НПП Нефтехипроект». Процесс основан на применении катализатора СИ-4, обеспечивающего протекание селективной изомеризации гептановой фракции с образованием смеси диметилпентанов и 2,2,3-триметилбутана при температуре 150–200°C. Такой температурный интервал является благоприятным, т. к. подавляются побочные реакции гидрокрекинга (образование пропана и бутанов) и дегидрирования нафтенос C₆–C₇ до ароматических углеводородов. Кроме того, катализатор не требует подачи дополнительных реагентов и обладает высокой стабильностью и устойчивостью к каталитическим ядам. Применение схемы «Изомалк-4»

с рециркуляцией малоразветвленных гептанов позволяет увеличить октановое число изомеризата до 83–85 (ИМ).

3. Переход на сульфатированные оксидные катализаторы. Одними из наиболее распространенных на сегодняшний день катализаторов являются промотированные хлором алюмоплатиновые катализаторы. Эти катализаторы относятся к низкотемпературным (110–180°C). Представляют собой η-оксид алюминия с большой удельной площадью поверхности и нанесенным хлором в количестве до 10–12%. Предусматривается ввод 0,2–0,3% платины для обеспечения стабильности, а также хлорсодержащих соединений – для поддержания высокой активности катализатора. Хлорированные катализаторы наиболее активны и обеспечивают самый высокий выход и октановое число изомеризата C₅–C₆. К недостаткам можно отнести высокую чувствительность данного катализатора к каталитическим ядам (вода, серосодержащие и азотсодержащие соединения), а также необходимость в щелочной промывке кислых отходящих газов от органического хлорида в специальных скрубберах. Главными лицензиарами этого процесс являются: UOP (США), Axens (Франция), НПФ «Олкат» (НИП-3А, Россия), ОАО «ВНИИНефтехим» (ИП-05, Россия).

Касательно цеолитных катализаторов можно сказать, что они менее активны и дают сравнительно низкие октановые числа изомеризата. Но с другой стороны они обладают высокой устойчивостью к отравляющим примесям в сырье и способны к полной регенерации. Относятся к среднетемпературным катализаторам (250–300°C). Основными лицензиарами процессов изомеризации на цеолитных катализаторах являются: UOP (HS-10), Axens (IP-632), Sud Chemie (Hysopar, Германия), НПФ «Олкат» (СИП-2А), ОАО «ВНИИНефтехим» (ИПМ-02).

Сульфатированные оксиды металлов в качестве катализаторов в последнее время привлекают повышенный интерес, так как они сочетают в себе основные достоинства среднетемпературных и низкотемпературных катализаторов: активны и устойчивы к действию каталитических ядов, способны к регенерации. Данные катализаторы обеспечивают глубокое превращение нафтеновых углеводородов и низкую диспропорционирующую активность, а это, в свою очередь, приводит к уменьшению рециклов и содержания низкооктановых компонентов в кубе колонны. Единственным недостатком, аналогичным и для цеолитных катализаторов является необходимость в компрессоре для подачи циркулирующего ВСГ. Основными же разработчиками катализаторов на основе сульфатированных оксидов циркония являются

UOP (технология Par-Isom, PI -242 и LPI-100) и ООО «НПП Нефтехим» (Изомалк-4, Россия).

4. Повышение октанового числа изомеризата за счет оптимизации рециклов. Сравним существующие схемы переработки пентан-гексановой фракции по октановому числу и выходу получаемого в процессе низкотемпературной изомеризации продукта на примере технологии «Изомалк-2» ООО «НПП Нефтехимпроект». Условия работы реактора: $T=120-180^{\circ}\text{C}$, $P=3-3,5$ МПа, кратность циркуляции водорода $450-500$ nm^3/m^3 . Для удобства данные сведем в таблицу.

Таблица – Сравнение технологических схем процесса «Изомалк-2» [3]

Схема процесса фракции $\text{C}_5\text{-C}_6$ изомеризации	Октановое число изомеризата в чистом виде (ИМ)	Выход изомеризата (по массе), %
«За проход»	81–85	98–99
ДИП+ДП	86–88	98–99
ДИГ	87–88	97–98
ДИП+ДИГ	89–90	97–98
ДИП+ДП+ДИГ	91–92	97–98
ДИП+СуперДИГ	90,5–91,5	97–98

*ДИП – деизопентанизация; ДП – депентанизация; ДИГ – деизогексанизация

Рост октанового числа и уменьшение выхода изомеризата наблюдается по мере усложнения технологической схемы процесса изомеризации. В свою очередь, чем выше октановое число, тем больше затраты на рециркуляцию непревращенного сырья, следовательно, и себестоимость продукции. Схема «Изомалк-2» с деизопентанизацией сырья и рециклом малоразветвленных гексанов (ДИП+ДИГ) считается одним из наиболее оптимальных технических решений.

Таким образом, развитие технологий изомеризации легких бензиновых фракций идет в направлении углубления конверсии парафинов в высокооктановые изокомпоненты при снижении стоимости процесса за счет разработки активных, селективных и стабильных катализаторов, совершенствования процессов разделения изомеризата и оптимизации состава сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тураносов А.В., Иванчина Э.Д., Чеканцев Н.В., Чузлов В.А., Смольянова Ю.А. Оптимизация процесса изомеризации пентан-гексановой фракции с использованием комплексной

математической модели HYSYS-IZOMER//Нефтепереработка и нефтехимия. – 2012. – №12. – С. 9–12.

2. Смоликов М.Д., Шкуренко В.А., Яблокова С.С. Изамеризация н-гептана на катализаторах Pt/MOR/Al₂O₃//Катализ в нефтеперерабатывающей промышленности. – 2014. – №2. – С. 51–58.

3. Шакун А.Н., Федорова М.Л. Эффективность различных типов катализаторов и технологий изамеризации легких бензиновых фракций//Катализ в промышленности. – 2014. – №5. – С. 29–37.

УДК 678.4(043.3)

Студ. А.М. Гавлик

Науч. рук. доц. Ж.С. Шашок

(кафедра полимерных композиционных материалов, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМИ ДОБАВКАМИ

Эластомерные композиции являются одними из важнейших конструкционных материалов, которые находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Это обуславливается, прежде всего, их уникальной способностью значительно деформироваться при сравнительно небольших напряжениях; изменять форму при механическом нагружении, практически сохраняя постоянный объем; восстанавливать исходную форму после удаления нагрузки; поглощать в процессе деформирования и рассеивать при последующем восстановлении механическую энергию.

Для увеличения работоспособности резиновых изделий на основе эластомерных композиций наряду с совершенствованием конструкций и технологии их изготовления большое значение имеет повышение качества резин, которое может достигаться физической и химической модификацией за счет применения новых типов каучуков, наполнителей, вулканизирующих систем, противостарителей, а также нанесением покрытий на поверхность резинотехнических изделий.

Одним из перспективных направлений модификации свойств изделий, изготавливаемых на основе эластомерных материалов, является использование высокодисперсных углеродных материалов, которые позволяют повысить технологические характеристики резиновых смесей или придать специальные свойства резинам [1, 2].

В данной работе исследования проводились с использованием высокодисперсного углеродного материала монофракции «Р» в