

отделение побочного продукта – глицерина, что приводит к снижению выхода БиоДТ.

#### **Температура реакции переэтерификации**

Повышение температуры реакции с 30 до 60 °С приводит к значительному увеличению вязкости и плотности продукта, а также к уменьшению выхода БиоДТ. Это связано с тем,

что увеличение температуры реакции переэтерификации целесообразно до определенного критического значения. Проведение реакции при температуре выше критической приводит к снижению выхода БиоДТ из-за повышенного образования продуктов омыления и испарения используемого спирта.

#### **Список литературы**

1. Марков В. А., Девянин С. Н., Семенов В. Г., Шахов А. В., Багров В. В. *Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях.* – М.: ООО НИЦ «Инженер» (Союз НИО), ООО «Онико-М», 2011. – 536 с.
2. Belozertseva N. E., Bogdanov I. A., Balzhanova A. T., Torchakova O. M., Sosnina D. V., Belinskaya N. S., Kirgina M. V. // *Chemistry for Sustainable Development*, 2020. – Vol. 28. – № 2. – P. 128–137.

## **АНАЛИЗ СОСТАВА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ НА ЦЕОЛИТЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРЯМОГОННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ**

И. А. Богданов, А. А. Алтынов, М. В. Киргина  
Научный руководитель – доцент ОХИ ИШПР М. В. Киргина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, bogdanov\_ilya@tpu.ru*

Для наиболее эффективного контроля и управления каталитическими процессами, используемыми в нефтеперерабатывающей промышленности необходимо глубокое понимание происходящих в ходе этих процессов химических превращений углеводородов.

Для новых, разрабатываемых процессов этот вопрос особо актуален. Первым шагом в исследовании химизма любого химико-технологического процесса и понимания механизмов протекающих реакций является доскональное исследование состава используемого сырья и получаемых продуктов.

В данной работе исследован групповой углеводородный состав сырья и продуктов процесса переработки на цеолите различных прямогонных дизельных фракций. Процесс переработки проводился на лабораторной каталитической установке при температуре 375 °С, давлении 0,35 МПа, объемной скорости подачи сырья 3 ч<sup>-1</sup>. Групповой углеводородный состав сырья и продуктов был определен анилиновым методом [1]. Результаты представлены на Рисунке 1.

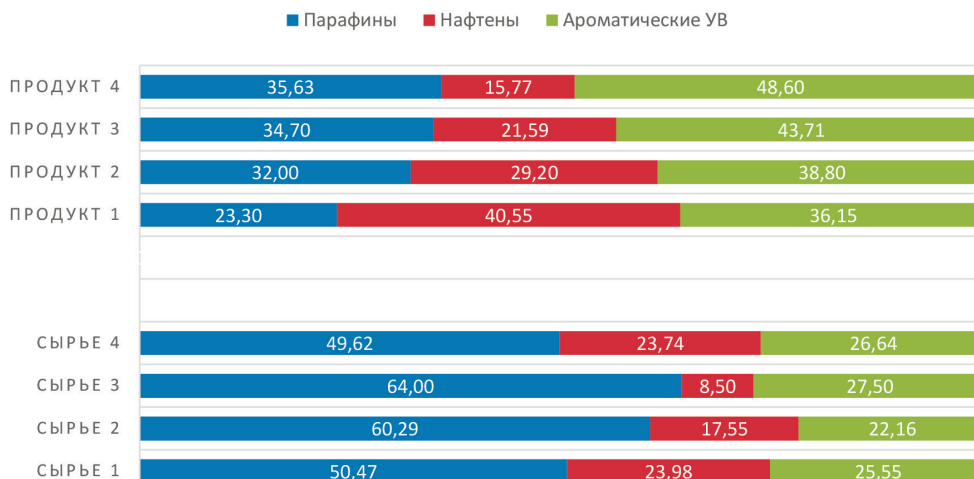
Из результатов, представленных на Рисунке 1, следует, что во всех прямогонных дизельных фракциях, используемых в качестве сырья

процесса, преобладающей группой углеводородов являются парафины, их содержание во всех образцах составляет половину и более. В большинстве образцов второе место по содержанию занимают ароматические углеводороды, нафтены составляют наименьшую часть.

Рассматривая полученные продукты, следует отметить, что преобладающей группой углеводородов являются ароматические углеводороды, второе место занимают парафины, а наименьшая часть приходится на нафтены.

Таким образом, видно, что парафиновые углеводороды в ходе процесса переработки на цеолитном катализаторе превращаются либо в нафтеновые углеводороды, либо в ароматические. Наибольшее снижение содержания парафинов в результате переработки на цеолите достигнуто для Сырья 1, наименьшее – для Сырья 4.

Поскольку металлические центры в используемом цеолитном катализаторе (цеолит ZSM-5 марки КН-30) отсутствуют, образование ароматических углеводородов через реакции дегидроциклизации протекать не может. Вероятным способом образования ароматических углеводородов в таком случае является перераспре-



**Рис. 1.** Групповой состав образцов сырьевых дизельных фракций и полученных их переработкой продуктов, % мас.

деление водорода в олефинах, образовавшихся в ходе реакций крекинга. Вероятным способом образования нафтенов являются реакции диенового синтеза с участием образовавшихся в ходе крекинга олефинов и диолефинов. В пользу преобладания реакций диенового синтеза для среднестиллятных фракций говорит значительное содержание нафтенов в получаемых продуктах.

Причем даже если в исходном сырье нафтенов содержится не очень много (Сырье 3), в продукте содержание данной группы углеводородов превышает 20 % мас.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №21-73-00095, <https://rscf.ru/project/21-73-00095/>.

### Список литературы

1. *Определение группового и структурно-группового составов нефтяных фракции: Методические указания к лабораторной работе для студентов химико-технологического*

*факультета / О. С. Сухинина, А. И. Левашова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 22 с.*

## ХАРАКТЕРИСТИКИ СМОЛ И АСФАЛЬТЕНОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРОДУКТОВ ТЕРМОЛИЗА СМЕСЕЙ МАЗУТА И ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

С. В. Бояр, М. А. Копытов

Научный руководитель – к.х.н., с.н.с. М. А. Копытов

ФГБУН Институт химии нефти СО РАН

634055, Россия, г. Томск, Академический проспект, 4, [bsv@ipc.tsc.tu](mailto:bsv@ipc.tsc.tu)

Сегодня одной из актуальных задач стоит повышение глубины переработки нефти, тяжелых нефтей и нефтяных остатков. Для этих целей активно ведутся исследования превращений сырья в присутствии различных добавок [1–3]. Одной из таких добавок могут быть растительные масла [4]. Несмотря на наличие работ посвященных совместной переработке нефтяных остатков и растительных масел остаётся неясным их влияние на высокомолекулярные компоненты нефтяного сырья.

Цель работы – изучить влияние добавки растительного масла на структурно-групповые характеристики смол и асфальтенов, выделенных из продуктов термолиза нефтяного остатка.

В качестве объекта исследования был выбран мазут (М) нефти Усинского месторождения, содержание смол и асфальтенов у которого – 37,0 и 8,5 % мас. соответственно.

В качестве добавки было выбрано подсолнечное масло (ПМ) за счёт наибольшего содержания непредельных соединений в сравнении с