

### Список литературы

1. А. Е. Чемоданов, А. В. Вахин, С. А. Ситнов, Д. / Групповой состав нефти и методы его изучения. – Казань: Казанский федеральный университет. – 21 с.
2. ГОСТ Р ЕН 12916-2008. Нефтепродукты. Определение типов ароматических углеводородов в средних дистиллятах.

## О ВЛИЯНИИ ПАРАМЕТРОВ НА СИНТЕЗ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Н. Е. Белозерцева, М. В. Киргина

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОХИ ИШПР М. В. Киргина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, д. 30, belozertsevanatasha@mail.ru

Развитие сегмента альтернативной энергетики на сегодняшний день в мире становится наиболее актуальным. Основное влияние на данное смещение интереса научного сообщества обуславливается значимостью экологической составляющей традиционных моторных топлив, в частности дизельных топлив (ДТ).

На данный момент вся мировая общественность работает на снижение выбросов отходящих газов при использовании традиционного топлива [1]. Значительно в данном вопросе поможет вовлечение биокомпонентов в состав ДТ, а именно биодизельного топлива (БиоДТ) [2].

Однако возможности получения БиоДТ, с наилучшими физико-химическими характеристиками, на сегодняшний день не до конца изучены вследствие отсутствия комбинированного подхода к варьированию параметров синтеза.

В ходе работы, на примере получения БиоДТ реакцией переэтерификации из подсолнечного масла, было проведено варьирование основных значимых параметров, таких как: концентрация катализатора (0,5–2,0 % от массы масла), время реакции переэтерификации (0,5–2,0 ч.), соотношение растительное масло: этиловый спирт (1:3–1:12) и температура реакции (30–60 °С).

После проведения синтеза БиоДТ проводилась оценка физико-химических и низкотемпературных характеристик продукта (в случае возможности отделения продукта). На основе полученных данных был проведен анализ влияния основных параметров синтеза на качество и количество продукта.

### Концентрация катализатора

Увеличение концентрации катализатора приводит к повышению вязкости и плотности продукта, что связано с образованием продуктов

омыления в присутствии избытка катализатора. Однако, с другой стороны, для БиоДТ, полученного при концентрации катализатора 2,0 %, наблюдается больший выход по сравнению с БиоДТ, полученным, при концентрации катализатора 1,0 %, так как увеличение массы катализатора (до определенного критического предела) позволяет увеличить скорость реакции переэтерификации.

Уменьшение концентрации катализатора ниже 1,0 % нецелесообразно ввиду того, что уменьшается выход целевого продукта и усложняется отделение БиоДТ от непрореагировавшей фазы.

### Время реакции переэтерификации

Увеличение времени реакции переэтерификации с 0,5 до 1,0 ч приводит к увеличению выхода целевого продукта, так как реакция протекает наиболее полно. Данная тенденция сопровождается снижением вязкости БиоДТ и незначительным увеличением плотности. Дальнейшее увеличение продолжительности реакции приводит к уменьшению конверсии продукта вследствие образования продуктов омыления.

### Соотношение растительное масло: этиловый спирт

С ростом соотношения исходных реагентов с 1:6 до 1:12 наблюдается уменьшение вязкости и плотности продукта, а также уменьшение выхода БиоДТ. Такое улучшение физико-химических характеристик объясняется тем, что с увеличением соотношения масло:этанол химическое равновесие реакции переэтерификации смещается в сторону продуктов. Однако, одновременно с этим, увеличение соотношения масло:этанол затрудняет разделение продуктов и

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, нафтенны составляют наименьшую часть.

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

Таким образом, видно, что парафиновые углеводороды в ходе процесса переработки на цеолитном катализаторе превращаются либо в нафтенные 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-