

**СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ.**

образце ДТ № 1 позволяет отнести его лишь к экологическому классу К3 (с 1 января 2016 г. на территории Российской Федерации разрешен выпуск и обращение дизельного топлива экологического класса не ниже К5). Для использования образца ДТ №1 требуется его обязательная гидроочистка.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Томской области в рамках научного проекта № 19-48-703025.

Литература

1. ГОСТ 305-2013 «Топливо дизельное. Технические условия» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://allgosts.ru>, свободный. – Дата обращения: 20.02.2020 г.
2. ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту (с изменениями на 2 декабря 2015 года)» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://docs.cntd.ru>, свободный. – Дата обращения: 20.02.2020 г.
3. ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94) Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 20.02.2020 г.
4. ГОСТ 3900-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 20.02.2020 г.
5. ГОСТ ISO 3405-2013 «Нефтепродукты. Определения фракционного состава при атмосферном давлении (с Изменением № 1)» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108426>, свободный. – Дата обращения: 20.02.2020 г.
6. ГОСТ 32139-2013 «Нефть и нефтепродукты. Определение содержания серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://docs.cntd.ru>, свободный. – Дата обращения: 20.02.2020 г.
7. ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания». [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 20.02.2020 г.
8. ГОСТ 5066-91 «Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 20.02.2020 г.
9. ГОСТ 22254-92 «Топливо дизельное. Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007956>, свободный. – Дата обращения: 20.02.2020 г.

**АНАЛИЗ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ БИОДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ,
ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ СИНТЕЗА**

О.М. Торчакова, Н.Е. Белозерцева

Научный руководитель - аспирант ОХИ ИШПР Н.Е. Белозерцева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Для России с учетом ее климатических условий важным вопросом являются низкотемпературные свойства используемого моторного топлива. Низкая температура окружающей среды крайне негативно влияет на возможность транспортировки и использования топлива. Двигатели внутреннего сгорания, работающие на дизельном топливе (ДТ) получили большое распространение в самых различных областях за счет своей высокой мощности и экономичности (в сравнении с двигателями, работающими на бензине). Для оценки свойств ДТ при низких температурах применяются такие показатели, как температура помутнения ($T_{п}$) и температура застывания ($T_{з}$). Температура помутнения показывает, при какой температуре ДТ начинает мутнеть, т.е. теряет прозрачность. Температура застывания – при какой температуре ДТ практически полностью теряет подвижность. При низких температурах эти показатели имеют большое значение, так как повышается вязкость топлива, происходит образование кристаллов, что может привести к засорению топливных фильтров и отказам топливной аппаратуры дизельных двигателей [1].

В последние годы широкое распространение получают альтернативные топлива, которые являются возобновляемыми и более экологически безопасными, чем топливо, получаемое из нефти. Наиболее перспективным из альтернативных топлив, является биодизельное топливо (БиоДТ) или биодизель [3].

БиоДТ представляет собой смесь моноалкильных сложных эфиров жирных кислот (чаще всего метиловых или этиловых), полученных в результате реакции переэтерификации возобновляемых биологических ресурсов, таких как растительные масла, животные жиры, водоросли и др. [2].

В данной работе синтезировано БиоДТ из подсолнечного масла (ПБиоДТ). Характеристики конечного продукта синтеза (БиоДТ) зависят от множества параметров: типа сырья, соотношения исходных реагентов и их химического состава, чистоты исходных реагентов, содержания влаги в сырье, условий проведения реакции (температура, время реакции, давление), типа используемого катализатора и др.

Синтез ПБиоДТ проводился с использованием этилового спирта в качестве переэтерифицирующего агента (молярное соотношение растительное масло: спирт – 1: 6) и гидроксида натрия (NaOH) в качестве катализатора.

Реактором для синтеза БиоДТ выступил термостойкий стакан объемом 1 литр, который помещался на электрическую плиту. Также использовалась мешалка для поддержания однородности реакционной смеси и термометр для контроля температуры смеси. Верх стакана был изолирован от окружающей среды для

предотвращения улетучивания этилового спирта во время проведения реакции переэтерификации с помощью металлической фольги.

Растительное масло было помещено в стакан и нагрето до температуры 45 °С при постоянном перемешивании. После достижения маслом установленной температуры был добавлен приготовленный спиртовой раствор NaOH. Реакционная смесь выдерживалась при постоянной температуре и перемешивании. Время реакции варьировалось в диапазоне 0,5-2,0 часа.

После окончания синтеза реакцию смесь охлаждали до комнатной температуры, после чего добавили к смеси глицерин в количестве 25 % от массы растительного масла, что облегчало отделение смеси этиловых эфиров жирных кислот от остатков непрореагировавших компонентов.

Полученную после проведения реакции смесь выдержали в делительной воронке до образования видимых границ раздела фаз: верхний слой – смесь продукта и остаточного спирта, средний слой – непрореагировавшие растительное масло и спиртовой раствор щелочи, нижний слой – глицериновая фаза.

Остаточный спирт из продуктовой смеси отгонялся с помощью ротаторного испарителя при остаточном давлении 10 кПа.

В данной работе было изучено влияние варьирования массы катализатора и времени синтеза на низкотемпературные свойства (T_{II} , T_3) получаемого продукта. Результаты определения низкотемпературных свойств ПБиОДТ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Низкотемпературные характеристики ПБиОДТ, полученного при варьировании параметров синтеза

Параметр	T_{II} , °С	T_3 , °С
Масса катализатора		
1 % от массы масла	-3	-8
2 % от массы масла	-6	-10
3 % от массы масла	-5	-7
Время реакции		
0,5 часа	-6	-10
1,0 час	-6	-10
2,0 часа	-5	-9

Как можно видеть из результатов, представленных в таблице 1, концентрация катализатора значительно влияет на низкотемпературные свойства, полученного БиОДТ, вместе с тем время синтеза практически не сказывается на низкотемпературных свойствах продукта.

Из полученных данных видно, что наилучшими низкотемпературными свойствами обладают продукты, синтезированные при использовании 2 % мас. сухого NaOH от массы растительного масла и времени реакции 1,0 час. При уменьшении и увеличении массы катализатора низкотемпературные характеристики ПБиОДТ ухудшаются. При использовании 1 % катализатора T_{II} и T_3 продукта на 3 °С и 2 °С соответственно выше, чем при использовании 2 % мас. катализатора. Ухудшение низкотемпературных свойств при недостатке катализатора вызвано тем, что в ходе синтеза БиОДТ образуется большое количество полупродуктов, низкотемпературные характеристики которых хуже.

При использовании 3 % катализатора T_{II} и T_3 продукта на 1 °С и 3 °С соответственно выше, чем при использовании 2 % мас. катализатора. Данный эффект объясняется тем, что при избытке катализатора начинают преобладать реакции мылообразования, что влечет за собой ухудшение низкотемпературных свойств БиОДТ.

При времени реакции 0,5 часа и 1,0 час T_{II} и T_3 продукта составляют -6 °С и -10 °С соответственно. При двухчасовом синтезе температуры повышаются на 1 °С, так как из-за увеличения времени реакции повышается число протекающих побочных реакций, в ходе которых образуются продукты, которые ухудшают низкотемпературные характеристики БиОДТ.

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований были выявлены закономерности влияния концентрации катализатора и времени реакции на низкотемпературные свойства БиОДТ. Наилучшими низкотемпературными характеристиками обладает ПБиОДТ, синтезированное при использовании 2 % сухого NaOH от массы подсолнечного масла и проведении синтеза в течение 1,0 часа. При данных условиях также наблюдается высокий выход и удовлетворительные физико-химические характеристики продукта.

Литература

1. Варнаков Д.В., Варнаков В.В., Варнакова Е.А. Результаты исследований низкотемпературных свойств и цетанового числа биодизельного топлива // Процессы и машины агроинженерных систем. – 2016. – № 2. – С. 168 – 173.
2. Дворецкий С.И., Зазуля А.Н., Нагорнов С.А., Романцова С.В., Рязанцева И.А. Производство биодизельного топлива из органического сырья // Вопросы современной науки и практики. – 2012. – № 39. – С. 126 – 135.
3. Капустин В.М., Карпов С.А., Сайдахмедов А.И. Биодизельное топливо: преимущества, недостатки и перспективы промышленного производства // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2011. – № 4. – С. 49 – 54.