

который предварительно был обезвожен при 190 °С в течение 6 часов. Колонку набивали “мокрым” способом. Соотношение образец-сорбент составляло 3:1. Остатки образца извлекались с поверхности адсорбента различными растворителями (гексан, смесь гексан-бензол (3:1 по объему), бензол, смесь бензол-спирт (1:1 по объему)) по мере повышения полярности извлекаемых углеводородов.

Преимущество окислительного обессеривания по сравнению с гидроочисткой заключается в том, что огнеупорные трудно десульфлируемые дибензтиофены легко окисляются при атмосферном давлении, температуре до 50°С и без использования водорода. Окислительное обессеривание протекает с высокой конверсией ароматических соединений. Так же стоит отметить, что процесс жидкофазный. При разделении продуктов реакции происходит незначительное уменьшения количества дизельного топлива в связи с тем, что отделяемый комплекс содержит продукты окисления его компонентов. Поскольку гетерогенные каталитические процессы эффективнее гомогенных, не требуют применения вредных окислительных смесей и, соответственно, блока отделения очищенного топлива, были исследованы процессы обессеривания на катализаторах. Эксперименты выполнялись на традиционном катализаторе гидроочистки ГДК-202 и на металлокомплексном катализаторе (Со) на различных носителях.

Гидроочистка дизельной фракции проводилась на лабораторной каталитической установке при условиях, близких к промышленным условиям процесса: объемная скорость потока жидкого сырья 0.05 мл/мин, давление 3.3 МПа, соотношение водород/сырье = 300/1, температура 350° С. Масса загруженного катализатора ГДК-202 – 5 г, размер гранул – 0.5-2 мм. Объем реактора – 10 см³.

Перед началом процесса гидроочистки катализатор подвергали сульфидированию непосредственно в реакторе, применяя для этого прямогонную дизельную фракцию, содержащую 0.814%мас. сульфидной серы. Сульфидирование проводили по методике, представленной в статье Борескова Г.К. Процесс проводили до резкого увеличения концентрации сероводорода в газообразных продуктах, что свидетельствовало о насыщении металлической фазы катализатора серой [1].

Гетерофазное окислительное обессеривание проводили на фталоцианине кобальта, нанесенного на углеродный материал СИБУНИТ и цеолиты. В ходе промышленных испытаний СИБУНИТ показал, что обладают повышенную активность и избирательность, а также более длительный срок службы. При этом высокая эффективность катализаторов, нанесенных на СИБУНИТ, достигается благодаря оптимальной пористой структуре носителя. Основными преимуществами является химическая чистота, высокая сорбционная емкость, высокая механическая стойкость, химическая и термическая стойкость. Цеолиты также широко используются как катализаторы и носители активных компонентов катализаторов.

Перед проведением процесса катализатор активировали в токе инертного газа при температуре 600 °С и давлении 6 атм. Гетерофазное окислительное обессеривание дизельной фракции проводилось на лабораторной каталитической установке при температуре 250 °С, давлении 6 атм., объемной скорости подачи сырья 0,33 мл/мин, размер гранул катализатора составляет 0.5-2 мм.

Результаты эксперимента показали, что скорость гетерофазного обессеривания на металлокомплексном соединении составляет 0.23 % мас./сек, для гомофазного обессеривания окислительной смесью 0,06 % мас./сек, для процесса гидроочистки 0,05-0,06% мас./сек. Оптимальное время пребывания для гетерофазного процесса составляет 400 с, для гомофазного процесса 1500 с, для процесса гидроочистки от 1500 до 1800 с. Поэтому перспективным методом для исследования и разработки технологии является гетерофазный процесс десульфурзации.

Литература

1. Боресков Г.К. Пористая структура катализаторов и процессы переноса в гетерогенном катализе. – Новосибирск: Наука.1970. — с. 5–15.

СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БИОДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

А.Т. Бальжанова, Н.Е. Белозерцева

Научный руководитель - аспирант ОХИ ИШПР Н.Е. Белозерцева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Непрерывное развитие экономики в современном мире требует увеличения объемов потребления моторных топлив, что влечет за собой такие последствия, как истощение невозобновляемых природных ресурсов, повышение цен на углеводородное сырье и загрязнение окружающей среды. Поэтому многие развитые государства столкнулись с проблемой поиска альтернативных источников энергии, относящихся к возобновляемым ресурсам, способным заменить собой традиционные источники энергии. Одним из наиболее популярных видов альтернативного топлива является экологически чистое и безопасное в эксплуатации биодизельное топливо (БиоДТ), производство которого позволяет утилизировать пищевые и производственные отходы, такие как, например, отработанные масла.

К преимуществам БиоДТ в сравнении с традиционным дизельным топливом можно отнести низкое содержание или полное отсутствие ароматических углеводородов и сернистых соединений, хорошие показатели воспламеняемости и способность к биологическому распаду. При сгорании БиоДТ выделяется количество углекислого газа аналогичное потребленному из атмосферы растением за период его жизни. БиоДТ, несмотря на значительно меньшее содержание серы, характеризуется хорошей смазывающей способностью. Оно может применяться для эксплуатации, как в чистом виде, так и в виде смеси с дизельным топливом. БиоДТ – единственное

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

альтернативное топливо, которое подходит для всех транспортных средств с обычными дизельными двигателями [1].

С химической точки зрения БиоДТ представляет собой жидкое моторное топливо, состоящее из моноалкильных эфиров жирных кислот, получаемое путем реакции переэтерификации (этерификации) одноатомными спиртами (метанол, этанол и др.) из триглицеридов (реже свободных жирных кислот). В результате реакции более сложные молекулы триглицеридов превращаются в более мелкие молекулы сложных эфиров жирных кислот, которые имеют физико-химические характеристики, аналогичные традиционному дизелю. Источником триглицеридов служат различные растительные масла или животные жиры [4]. Наиболее часто используемыми масличными культурами являются рапс (страны ЕС), подсолнечник (Франция, Италия), соя (США, Бразилия и страны Африки), канола (Канада), пальмовое масло (Индонезия, Малайзия) и ятрофа (Индия, страны Африки).

С целью ускорения процесса переэтерификации, уменьшения режимных параметров, увеличения выхода этиловых эфиров жирных кислот рекомендуется использовать щелочной катализатор NaOH, который является более активным по сравнению с KOH. Его использование позволяет уменьшить время реакции, температуру и соотношение этанол: масло.

В качестве исходного сырья для получения БиоДТ были использованы подсолнечное, горчичное и кукурузное нерафинированные пищевые масла различных производителей. В качестве переэтерифицирующего агента был использован этиловый спирт.

Молярное соотношение этанол: масло было принято равным 6:1, исходя из молярных масс спирта и растительного масла. При молярном соотношении более 6:1 значительно увеличиваются затраты на разделение и очистку, а также увеличивается образование мыла [5]. Блок-схема проведения синтеза БиоДТ представлена на Рис. 1

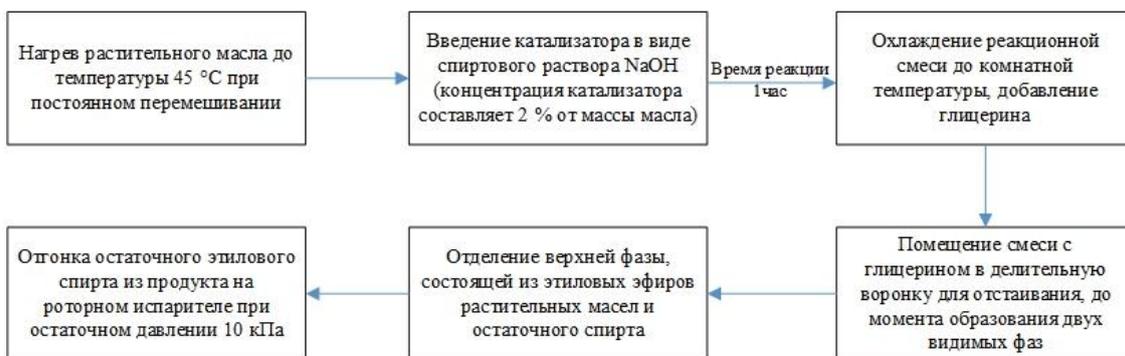


Рис. 1 Блок-схема проведения синтеза БиоДТ

Целью данной работы является проведение синтеза БиоДТ из трех различных растительных масел, экспериментальное определение физико-химических свойств полученных продуктов и их анализ с точки зрения целесообразности использования БиоДТ в качестве смесового компонента товарных дизельных топлив.

Для полученных продуктов была принята следующая маркировка: продукт, полученный из подсолнечного масла – ПБиоДТ; продукт из горчичного масла – ГБиоДТ; продукт из кукурузного масла – КБиоДТ.

В данной работе для полученных продуктов синтеза были определены плотность [2], динамическая и кинематическая вязкость [3] при температурах 15, 20 и 40 °C. Результаты определения физико-химических свойств продуктов при температурах 15, 20 и 40 °C приведены на Рис. 2-4.

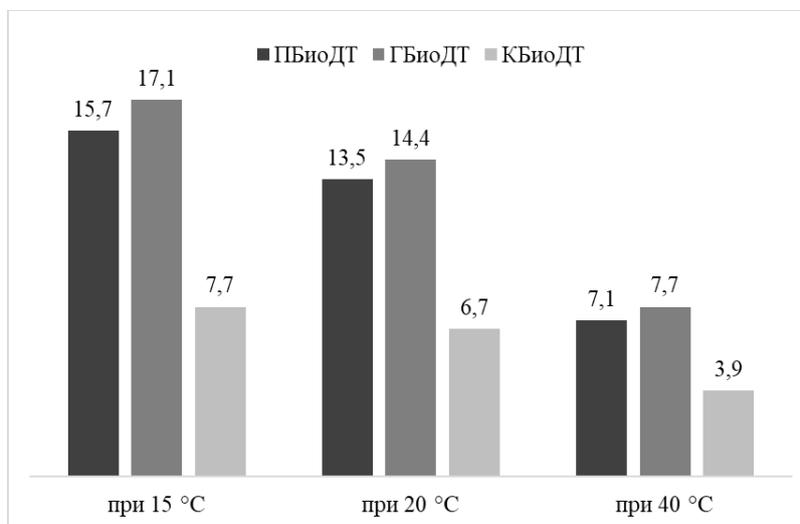


Рис. 2 Динамическая вязкость продуктов, измеренная при различных температурах, мПа·с

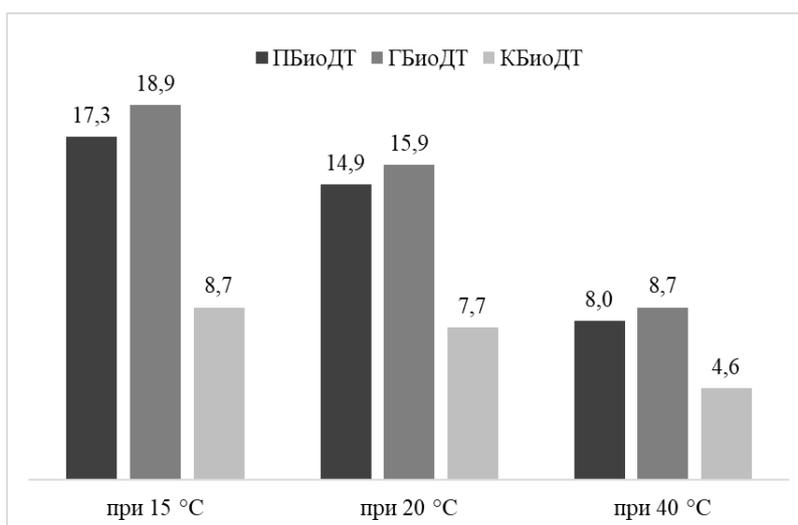


Рис. 3 Кинематическая вязкость продуктов, измеренная при различных температурах, мм²/с

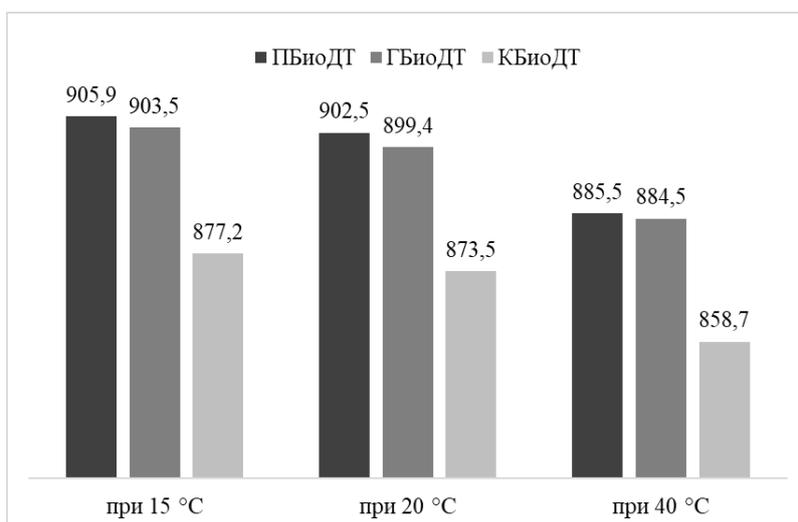


Рис. 4 Плотность продуктов, измеренная при различных температурах, кг/м³

На основании полученных результатов исследования были сделаны следующие выводы: БиоДТ, полученное из кукурузного масла, характеризуется наименьшими значениями вязкости и плотности; наибольшими значениями вязкости характеризуется продукт, полученный из горчичного масла, а наибольшей плотностью – продукт, полученный из подсолнечного масла. С точки зрения целесообразности использования БиоДТ в качестве смесового компонента товарных дизельных топлив, наиболее предпочтительным будет являться наименее вязкий и наиболее легкий продукт, т.е. БиоДТ, полученное из кукурузного масла.

Литература

1. Брагинский О.Б. Альтернативные моторные топлива: мировые тенденции и выбор для России // Рос. хим. журн. – 2008. – Т. 52. – № 6. – С. 137 – 146.
2. ГОСТ 3900-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности».
3. ГОСТ 33-2016 «Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости».
4. Марков В.И. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях. М.: Инженер Оникс-М, 2011. – 534 с.
5. Dias J.M., Santos E., Santo F., Carvalho F., Alvim-Ferraz M.C.M., Almeida M.F. Study of an ethylic biodiesel integrated process: Raw-materials, reaction optimization and purification methods // Fuel Processing Technology. – 2014. – Vol. 124. – PP. 198 – 205.