

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

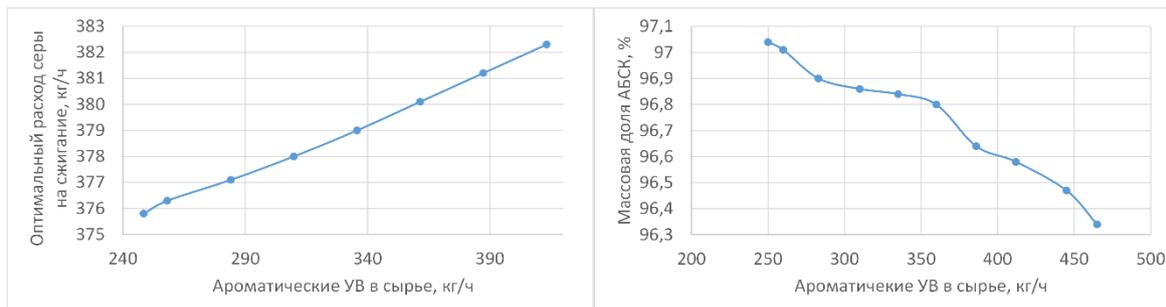


Рис. 3 Зависимость выхода алкилбензолсульфокислоты и оптимального расхода сжигаемой серы от содержания ароматических углеводородов в сырье

Таким образом, можно сделать вывод, что увеличение содержания ароматических соединений в сырье приводит к снижению выхода целевого продукта и увеличению оптимального расхода сжигаемой серы. Согласно расчётам, проведённым с использованием математической модели, было установлено, что алкилбензолсульфокислота максимальной концентрации – 97% масс. была получена из сырья с концентрацией ароматических веществ, поступающих в реактор сульфирования с линейным алкилбензолом, не превышающих 5,9% масс. Согласно проведённым расчётам, при возрастании концентрации ароматических соединений в сырье необходимо увеличивать расход сжигаемой серы.

Таким образом, применение математических моделей для контроля и оптимизации процесса производства алкилбензолсульфокислоты позволяет увеличить продолжительность непрерывной работы реактора, сократить издержки на проведение промывок, увеличить выход алкилбензолсульфокислоты в продуктивном потоке и оптимизировать весь многостадийный процесс.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ 19-73-00029.

Литература

1. Optimal design of the film sulfonation reactor in linear alkylbenzene sulfonic acid manufacturing technology [Text] / I. M. Dolganov, M. A. Pasyukova, A. A. Solopova, A. A. Bunaev, E. D. Ivanchina // В: Petroleum and Coal. – 2020. – V. 62, № 1. – P. 35-40.
2. Linear Alkylbenzenes Sulfonation: Design of Film Reactor and its Influence on the Formation of Deactivating components [Text] / E. D. Ivanchina, E. N. Ivashkina, I. O. Dolganova, I. M. Dolganov, A. A. Solopova, M. A. Pasyukova // Journal of Surfactants and Detergents. – 2020 – Vol. 23, №. 6. – P. 1007-1015.
3. Molever, K. Monitoring the Linear Alkylbenzene Sulfonation Process Using High-Temperature Gas Chromatography [Text] / K. Molever // Journal of Surfactants and Detergents. – 2015. – V. 8, no.2 – P. 199–202.
4. Влияние конструкционных и технологических параметров пленочного реактора сульфирования линейного алкилбензола на скорость образования побочных продуктов с применением метода математического моделирования [Текст] / Э. Д. Иванчина, Е. Н. Ивашкина, И. М. Долганов, А. А. Солопова, И.О. Долганова, М. А. Пасюкова // Мир нефтепродуктов. – 2020. – № 2. – С. 42-49.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТА СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НА ЦЕОЛИТНОМ КАТАЛИЗАТОРЕ ДИЗЕЛЬНОЙ ФРАКЦИИ И РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА Соснина Д.В., Алтынов А.А.

Научный руководитель - инженер А.А. Алтынов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Увеличение потребления моторных топлив и, как следствие, развитие процессов нефтепереработки сопровождается постоянным ужесточением экологических требований, предъявляемых к качеству товарных нефтепродуктов. Соответствие данным требованиям влечет за собой большие как капитальные, так и эксплуатационные затраты [2, 3]. Все это приводит к необходимости поиска новых возобновляемых и экологически чистых источников топлива.

В настоящее время для получения низкозастывающих дизельных топлив активно применяется процесс каталитической депарафинизации, который основан на удалении парафиновых углеводородов из нефтепродуктов избирательным гидрокрекингом на металл-цеолитных катализаторах [2, 3]. Однако процесс каталитической депарафинизации дизельного топлива не позволяет решить все существующие проблемы, связанные с экологическими требованиями.

Решением существующих проблем может стать совместная переработка смесей растительных масел с прямогонным дизельным топливом [1]. Данную переработку возможно реализовать на каталитических установках, уже имеющихся на предприятиях.

Таким образом, цель настоящей работы заключается в исследовании характеристик продукта совместной переработки на цеолитном катализаторе прямогонной дизельной фракции и растительного масла.

В ходе исследования на лабораторной каталитической установке «CATACON» (рис. 1) был реализован процесс переработки прямогонного нефтяного дизельного топлива (ДТ) и смеси прямогонного нефтяного дизельного топлива и подсолнечного масла, с содержанием подсолнечного масла в смеси 10 % об. (ДТ + ПМ 10 %).

Процесс переработки проводился на цеолитном катализаторе структурного типа ZSM-5, марки КН-30, предоставленном Новосибирским заводом химконцентратов. Условия процесса представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технологические параметры процесса

Параметр	Температура, °С	Давление, МПа	Расход сырья, мл/мин
ДТ	375	0,35	0,5
ДТ + ПМ 10 %			

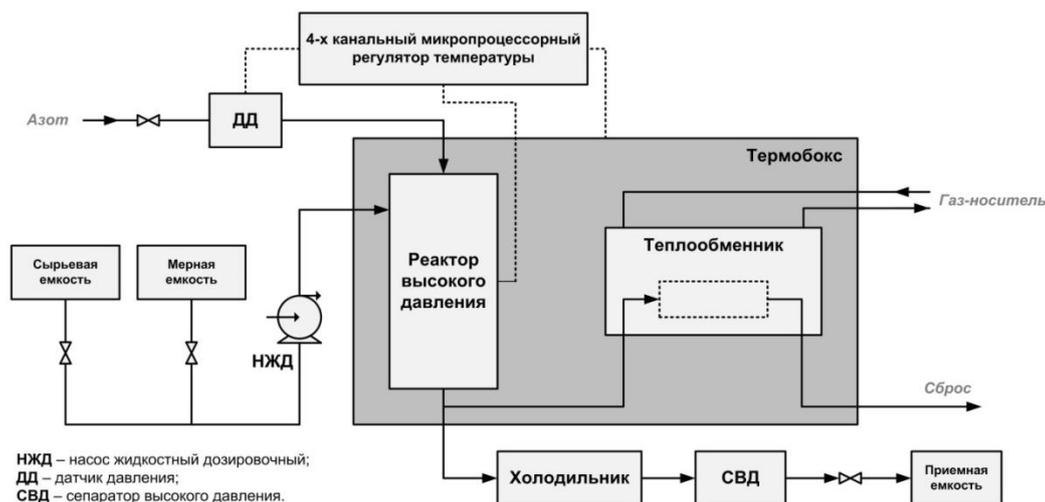


Рис. 1 Схема установки «CATACON»

В процессе переработки на каталитической установке сырьевая жидкость подается на дозирующий насос, который осуществляет подачу сырья в проточный реактор. Помимо сырья в реактор также подается азот для поддержания заданных условиями процесса давления. Полученные продукты поступают в блок разделения, состоящий из проточного холодильника и сепаратора высокого давления. После разделения в сепараторе высокого давления, жидкие продукты отбираются в приемную емкость, газовые продукты отводятся в систему аналитического контроля.

Для определения целесообразности добавления подсолнечного масла к прямогонному дизельному топливу были определены физико-химические (кинематическая (ν) и динамическая (μ) вязкости, плотность (ρ)) и низкотемпературные характеристики (температура помутнения (T_n), предельная температура фильтруемости (ПТФ), температура застывания (T_z)) сырья и продуктов переработки.

Результаты определения физико-химических и низкотемпературных свойств исходного сырья представлены в таблице 2. Результаты определения физико-химических и низкотемпературных свойств полученных продуктов переработки на каталитической установке представлены в таблице 3.

Таблица 2

Физико-химические и низкотемпературные свойства сырья

Свойство	ДТ	ДТ + ПМ 10 %
μ при 20 °С, мПа·с	2,577	3,609
ν при 20 °С, мм ² /с	3,149	4,358
ρ при 15 °С, кг/м ³	822,0	831,7
T_n , °С	0	0
ПТФ, °С	0	1
T_z , °С	-11	-10

Результаты определения физико-химических свойств сырья, представленные в таблице 2, показывают, что добавление к дизельному топливу 10 % об. подсолнечного масла приводит к ухудшению его свойств (увеличению плотности и вязкости). Это связано с тем, что чистое растительное масло обладает высокими показателями вязкости и плотности, так как содержит в своем составе высокомолекулярные жирные кислоты. Также, можно видеть, что при добавлении подсолнечного масла ухудшаются низкотемпературные свойства смеси по сравнению со свойствами чистого дизельного топлива.

По физико-химическим и низкотемпературным свойствам дизельное топливо не соответствует требованиям [4], предъявляемым для всех марок топлива.

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

Таблица 3

Физико-химические и низкотемпературные свойства продуктов переработки

Свойство	ДТ	ДТ + ПМ 10 %
μ при 20 °С, мПа·с	1,298	1,182
ν при 20 °С, мм ² /с	1,595	1,457
ρ при 15 °С, кг/м ³	818,2	815,0
$T_{п}$, °С	ниже -70	ниже -70
ПТФ, °С	ниже -70	-62
$T_{з}$, °С	ниже -70	ниже -70

Анализ результатов, представленных в таблице 3, показывает, что продукт переработки смеси дизельного топлива с содержанием 10 % об. подсолнечного масла характеризуется более низкими значениями плотности и вязкости по сравнению с продуктами переработки чистого дизельного топлива. Полученные продукты по физико-химическим свойствам соответствуют требованиям, предъявляемым [4] для арктической марки дизельного топлива.

Результаты определения низкотемпературных свойств (таблица 3) показывают, что оба продукта переработки не мутнеют и не застывают при температурах ниже -70 °С, однако предельная температура фильтруемости продукта переработки дизельного топлива ниже, чем продукта переработки смеси. Вместе с тем, продукт переработки смеси дизельного топлива с содержанием 10 % об. подсолнечного масла по предельной температуре фильтруемости соответствует требованиям, предъявляемым [4] для арктической марки дизельного топлива.

Также следует отметить, что по сравнению с исходным сырьем, физико-химические и низкотемпературные свойства продуктов переработки значительно улучшаются.

Таким образом, можно сделать вывод, что совместная переработка на цеолитном катализаторе прямогонной дизельной фракции и растительного масла является целесообразной, так как позволяет получать продукт, соответствующий требованиям [4] для арктической марки дизельного топлива, а также расширить сырьевой пул для производства низкозастывающих дизельных топлив за счет вовлечения растительных масел. Получаемый при этом продукт будет не только более экологичным, но и будет характеризоваться более низкими значениями вязкости и плотности, по сравнению с продуктом переработки чистого дизельного топлива.

Литература

1. Белозерцева Н.Е., Богданов И., Бальжанова А.Т., Торчакова О.М., Соснина Д.В., Белинская Н.С., Киргина М.В. Использование биодизеля в качестве смесового компонента товарных дизельных топлив // Химия в интересах устойчивого развития. – 2020. – Т. 28. – № 2. – С. 131-140.
2. Бурюкин Ф.А., Косицына С.С., Савич С.А., Смирнова Е.В., Хандархаев С.В. Улучшение качества низкозастывающих дизельных топлив в процессе каталитической гидродепарафинизации. Известия Томского политехнического университета. Химия и химические технологии. – 2004. – Т. 325. № 3. – С. 14-22.
3. Китова М.В. Каталитическая депарафинизация нефтяного сырья на новых катализаторах с получением экологически чистых дизельных топлив. Москва. – 2001. – 150 с.
4. ГОСТ 305-2013 Межгосударственный стандарт. Топливо дизельное. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200107826>.

**ДИНАМИКА КОНВЕРСИИ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНОМ НАГРЕВЕ
Табурчинов Р.И.**

Научный руководитель - научный сотрудник Р.И. Егоров
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Постоянный рост энергопотребления обуславливает перманентную потребность в развитии технологий получения энергии [2,3]. Это, в свою очередь, заставляет ученых фокусироваться на решении двух ключевых задач: поисков новых топлив и новых технологий их эффективного использования. Однако, ограниченность запасов традиционных топлив требует расширения топливной базы экономики в том числе и за счет горючих отходов и ранее не востребованных видов ископаемого топлива (торфы, бурые угли и др.). Использование таких видов топлива (с низкой калорийностью и высокой зольностью) сопряжено с необходимостью разработки новых методик извлечения из них энергии. В силу низкой теплотворной способности, отработанные методы прямого сжигания и автотермической конверсии в синтез-газ оказываются малоэффективными и, таким образом, требуются дополнительные исследования в поисках более эффективных подходов [5,6]. Отработка новых способов получения высококалорийного синтез-газа из отходов позволят использовать их применительно к комбинированным парогазовым циклам производства тепловой и электрической энергии.

В данный момент в России производится порядка 20 млн тонн шламов и фильтр-кеков каменных углей в год [7], что с учетом накопленных залежей в отвалах обогатительных фабрик, позволяет рассчитывать на длительный период использования разработанных методов и подходов. Кроме обеспечения промышленности дешевым топливом можно рассчитывать на существенный экологический эффект за счет утилизации накопленных и производящихся отходов.