

при которых варьировался расход сырья, подаваемого в реактор в диапазоне 200–8000 кг/час.

Результаты расчета представлены на рисунке 1. Данные результаты показывают влияние расхода сырья на выходную температуру и степень превращения на выходе из реактора при использовании в качестве разбавителя фракции 85–140 °С.

Таким образом, максимальная конверсия сырья 99,7 % достигается для сырья I при расходе сырья 8000 кг/час, наименьшая при таком же расходе – 98 % для сырья IV. Это объясняется

увеличением молекулярной массы сырья. В одинаковом объеме содержится меньше моль сырья IV, чем сырья I, происходит меньшее тепловыделение, и скорость реакций снижается. При увеличении расхода сырья наблюдается снижение температуры на выходе из реактора и степени превращения ЛАБ, что связано с уменьшением времени контакта реагентов.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации МД-4011.2021.4 и гранта РФФИ 20-38-90103.

Список литературы

1. I. Dolganova, E. Ivanchina, I. Dolganov, E. Ivashkina, A. Solopova, *Modeling the multi-stage process of the linear alkylbenzene sulfonic acid manufacturing*, *Chem. Eng. Res. Des.* 147 (2019). – 510–519.

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НА ЦЕОЛИТНОМ КАТАЛИЗАТОРЕ СМЕСИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА И ПРЯМОГОННОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Д. В. Соснина, И. А. Богданов

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

Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, д. 30, dariasosna@mail.ru

В настоящее время возникает необходимость поиска альтернативных источников топлива, которая обусловлена ужесточением экологических требований, предъявляемых к товарным нефтепродуктам [1, 2].

Переработка прямогонного дизельного топлива (ДТ) с вовлечением растительного масла (возобновляемого сырья) на цеолитном катализаторе может стать эффективным решением для получения более экологически чистых, низкозастывающих ДТ.

Цель работы – исследование целесообразности совместной переработки на цеолитном катализаторе смеси растительного масла и прямогонного ДТ.

Процесс совместной переработки смеси ДТ и 50 % об. подсолнечного масла (ПМ) осуществлялся на лабораторной каталитической установке «САТАСОН» при следующих технологических параметрах: температура процесса 475 °С, давление 0,35 МПа, расход сырья 0,5 мл/мин, объем катализатора в реакторе 10 см³.

Для исследования целесообразности добавления ПМ к ДТ при переработке на цеолите были определены физико-химические свойства (плотность, кинематическая и динамическая вязкости), низкотемпературные характеристики (температура помутнения, предельная температура фильтруемости (ПТФ), температура застывания), а также фракционный состав продукта переработки.

Результаты определения физико-химических свойств полученного продукта показали, что плотность при 15 °С составила 842,7 кг/м³, кинематическая и динамическая вязкости 1,52 мм²/с и 1,28 мПа·с, соответственно.

По значению кинематической вязкости полученный в ходе каталитической переработки продукт соответствует требованиям [3] для арктической марки ДТ (требования – 1,5–4,0 мм²/с), а по значению плотности – зимней марке ДТ (требования – не более 843,4 кг/м³).

Результаты определения низкотемпературных характеристик показали, что полученный продукт не мутнеет и не застывает при темпера-

Таблица 1. Фракционный состав полученного продукта переработки

Доля отгона, % об	Температура, °С									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	42	102	128	147	175	212	255	289	327	360

туре -70 °С. ПТФ продукта переработки смеси ДТ и 50 % об. ПМ также ниже -70 °С, что соответствует требованиям для арктической марки ДТ (требования – ПТФ не выше -45 °С) [3].

В таблице 1 представлены результаты определения фракционного состава продукта переработки смеси ДТ и 50 % об. ПМ на цеолитном катализаторе.

Как можно видеть из результатов, представленных в таблице 1, 50 % об. продукта перегоняются при температуре 212 °С, что соответствует

требованиям [3] для арктической марки ДТ (требования – 50 % об. перегоняются при температуре не выше 255 °С).

Таким образом, было показано, что совместная переработка подсолнечного масла и ДТ на цеолитном катализаторе является целесообразной, позволяет вовлекать возобновляемые компоненты (до 50 % об.) и получать продукты, соответствующие требованиям, предъявляемым к низкозастывающим маркам ДТ.

Список литературы

1. Бурюкин Ф. А., Косицына С. С., Савич С. А., Смирнова Е. В., Хандархаев С. В. // *Известия Томского политехнического университета. Химия и химические технологии*, 2004. – Т. 325. – № 3. – С. 14–22.
2. Китова М. В. *Каталитическая депарафинизация нефтяного сырья на новых катализаторах с получением экологически чистых дизельных топлив*. – Москва, 2001. – 150 с.
3. ГОСТ 305-2013 Межгосударственный стандарт. Топливо дизельное. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200107826>.

ВЛИЯНИЕ $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ НА ВЫДЕЛЕНИЕ Хе ИЗ УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГАЗОГИДРАТНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Е. А. Степанова, А. Н. Петухов, М. С. Сергеева, Н. А. Мохначев
 Научный руководитель – к.х.н., доцент А. Н. Петухов

*Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева
 Нижний Новгород, Нижегородская обл., ул. Минина, 24, nntu@nntu.ru*

Ксенон (Хе) – это инертный газ, который имеет широкий круг применения [1]. Например, он может быть использован в медицине в качестве идеального анестезирующего вещества, в создании источников света, так как свет от ламп с ксеноном гораздо ярче, чем от ламп накаливания, что делает их востребованными в автомобильной промышленности, также ксенон применяют в качестве рабочего тела в ионных и плазменных реактивных двигателях в космической промышленности.

В отличие от метода низкотемпературной конденсации получения ксенона из окружающего воздуха, рассматриваемый метод газогидратной кристаллизации позволяет добывать этот компонент из природного газа, где его со-

держание выше на 4 порядка. В таком способе молекулы ксенона при определенных давлении и температуре адсорбируются в полости, состоящие из молекул воды, что позволяет разделять и транспортировать газ.

Было проведено математическое моделирование процесса газогидратной кристаллизации с целью определения влияния различных концентраций компонентов на коэффициент газогидратного распределения Хе.

На рисунке 1 приведены графики смоделированных коэффициентов газогидратного распределения ксенона от температуры и концентрации $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ при давлениях 40 и 80 бар – диапазон давлений, при которых природный газ поступает на перерабатывающие установ-