

Список литературы

1. Dente M., Ranzi E., Goossens A.G. Detailed prediction of olefin yields from hydrocarbon pyrolysis through a fundamental simulation model (SPYRO®) // *Computers & Chemical Engineering*. – 1979. – Vol. 3. – P. 61–75.
2. Langtangen H.P. *Truncation error analysis*. – Oslo: University of Oslo, 2013. – 41. – p. 3.
3. Козлов В.В., Долганов И.М., Слободин С.С. Выбор численных методов решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений для быстродействующей модели пиролиза углеводородного сырья // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. – 2024. – Т. 335. – № 1. – С. 202–211.
4. Fehlberg E. *Classical fifth-, sixth-, seventh-, and eight-order Runge–Kutta formulas with stepsize control*. – Huntsville : Nasa Technical Report NASA TR R-287, 1968. – 82 p.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ НА КОМПЛЕКСЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРООЧИСТКИ И ЦЕОЛИТА ТИПА ZSM-5

Ю. С. Кокорина, И. А. Богданов, А. А. Алтынов, Д. В. Соснина
Научный руководитель – к.т.н., ассистент ОХИ ТПУ И. А. Богданов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
ysk14@tpu.ru

В контексте сырья для производства моторных топлив, растительные масла являются возобновляемыми ресурсами, что важно для снижения зависимости от нефти. Кроме того, производство и использование топлив из растительных масел может снизить выбросы CO₂, CO и других токсичных газов в атмосферу, что способствует общей борьбе с изменением климата [1].

В данной работе реализована переработка кукурузного, подсолнечного и рапсового масел на комплексе катализаторов гидроочистки и цеолитном катализаторе типа ZSM-5.

Переработка масел осуществлялась на лабораторной каталитической установке с проточным типом реактора на неподвижном слое катализатора. Технологические параметры: давление

7 МПа, температура 375 °С, объемная скорость подачи сырья 0,08 мл/мин, расход водорода 35 мл/мин. В реактор поочередно были загружены катализаторы в равных объемах (5 + 5 см³). Катализаторы размещались так, чтобы растительное масло сначала поступало на катализатор гидроочистки, после чего на цеолитный катализатор. Катализаторы предварительно прокаливали в течение 3-х часов в токе водорода при 375 °С.

В результате переработки растительных масел были получены жидкие продукты с содержанием воды от 16–18 % масс.

Групповой углеводородный состав продуктов каталитической переработки был определен с помощью хроматомасспектрометрического анализа на приборе «Хроматэк Кристалл 5000.2» с колонкой HP-1-MS (30 м; 0,25 мм;

Таблица 1. Групповой состав продуктов каталитической переработки растительных масел

Группа	Содержание, % масс.		
	Продукт из кукурузного масла	Продукт из подсолнечного масла	Продукт из рапсового масла
Изо-парафины	17,63	18,75	3,14
Н-парафины	7,58	5,95	3,47
Нафтенy	6,86	6,37	1,81
Олефины	2,23	2,31	1,99
Алкины	0,05	0,04	0,00
Ароматические УВ	48,27	48,58	68,31
Кислородсодержащие	2,33	2,31	1,45
Не идентифицированные	15,04	15,69	19,83

0,25 мкм). Результаты определения группового состава продуктов представлены в Таблице 1.

Исходя из результатов Таблицы 1, большая доля приходится на ароматические углеводороды (УВ). Причём в продукте переработки рапсового масла ароматических УВ на 20 % масс. больше, чем в продуктах переработки кукурузного и подсолнечного масел. Для дальнейших исследований был выбран продукт каталитической переработки рапсового масла как наиболее перспективный.

Для продукта, полученного из рапсового масла, был проведен анализ фракционного состава в соответствии с методом [2]. Результаты анализа фракционного состава полученного продукта представлены в Таблице 2.

Из полученных результатов следует, что образец обладает широким фракционным составом и включает в себя бензиновую (пределы выкипания н.к.-180 °С) и дизельную (пределы выкипания 180 °С-к.к.) фракции. Причём разделение на бензиновую и дизельную фракции происходит примерно в равных соотношениях от

Таблица 2. Фракционный состав продукта, полученного каталитической переработкой рапсового масла

Доля отгона, % об.	Температура, °С
н.к.	38
10	61
20	84
30	110
40	133
50	154
60	180
70	270
80	307
90	322

общего количества исследуемого продукта, что говорит о возможности получения компонентов бензинов и дизельных топлив с помощью предлагаемого метода переработки.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-23-00101, <https://rscf.ru/project/23-23-00101/>.

Список литературы

1. Евтеев В.К. *Возможность применения топлива на основе растительного масла в Иркутской области* / В.К. Евтеев, Ф.А. Васильев // *Актуальные вопросы аграрной науки.* – 2018. – № 29. – С. 5–12.
2. ГОСТ 2177-99 *Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава.* – М. : Стандартинформ, 2006. – 23 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ

У. Н. Копычева

Научный руководитель – к.т.н., доцент В. А. Чузлов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30
uljakopicheva@mail.ru

Компонент бензина, произведенный на установке сернокислотного алкилирования, является наиболее экологически чистым потоком и не содержит в своём составе ароматических соединений, используемых при компаундировании товарных бензинов. Поэтому повышение эффективности и производительности данного технологического процесса, является актуальным вопросом для нефтеперерабатывающих предприятий.

Реактор сернокислотного алкилирования оснащен перемешивающим устройством для равномерного смешения углеводородного потока и катализатора – серной кислоты. Реакция алкилирования протекает на границе раздела фаз жидкость-жидкость, поэтому диспергирование компонентов сырья влияет на конверсию углеводородов и эффективность процесса жидкофазного алкилирования. На рисунке 1 изображено устройство горизонтального реактора жидко-