

определены температура помутнения и температура застывания. Результаты представлены в таблице 2.

Из результатов, представленных в таблицах 1 и 2, видно, что биотопливо, синтезированное из отработанного масла, обладает большим значением плотности и соответственно худшей температурой застывания, однако меньшей вяз-

костью по сравнению с биодизелем, полученным из свежего масла.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что биодизель второго поколения по характеристикам сравним с биодизелем первого поколения, что делает отработанные растительные масла перспективным сырьем для получения возобновляемого и экологически чистого топлива.

Список литературы

1. Erdiwansyah Mamat R., Sani M. S. M., Sudhakar K., Kadarohman A., Sardjono R. E. Обзор высших спиртов и биодизеля как альтернативных топлив в двигателях // *Energy Reports*, 2019 – V. 5. – P. 467–479.
2. Бальжанова А. Т. Исследование влияния сырья и параметров синтеза на характеристики биодизельного топлива: бакалаврская работа / А. Т. Бальжанова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР), Отделение химической инженерии (ОХИ); науч. рук. М. В. Киргина. – Томск, 2020.
3. Ю. С. Кокорина, Е. С. Чебанова, А. И. Наурусов Синтез биодизельного топлива из отработанного масла // *Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования: сборник статей по материалам LV Международной научно-практической конференции, Москва, 14 декабря 2021 года.* – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Интернаука», 2021. – С. 58–61.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ

У. Н. Копычева, В. А. Чузлов

Научный руководитель – д.т.н., профессор Э. Д. Иванчина

Национальный исследовательский Томский Политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, uljakopicheva@mail.ru

Ужесточение экологических требований к моторным топливам увеличивает спрос на технологии по производству экологически чистых компонентов товарных бензинов с высоким значением октанового числа, одним из таких процессов является жидкофазное алкилирование изобутана низшими олефинами.

Для проведения исследований процесса сернокислотного алкилирования необходимо применить метод математического моделирования, который позволит рассчитать состав и октановое число алкилата при различных технологических условиях процесса и переменном составе олефиновой и изобутановой фракций. Модель позволяет изучать влияние температурного режима, расхода сырья в реактор и переменного углеводородного состава исходной фракции.

Реакция алкилирования изобутана олефинами протекает с выделением тепла (85–90

кДж/моль), исходя из законов термодинамики для производства алкилбензина предпочтительны низкие температуры. Также при повышении температуры более 15 °С происходит увеличение скорости побочных реакций, в результате которых образуются нежелательные углеводороды C₅–C₇ и высокомолекулярные соединения. На рисунке 1 приведена зависимость октанового числа по исследовательскому методу от температуры в реакторе алкилирования.

Вследствие повышения температуры в реакторе происходит снижение вклада целевых реакций из-за повышения скорости побочных реакций, что ведет к уменьшению доли триметилпентанов в алкилате. Из-за снижения концентрации целевых компонентов в алкилбензине происходит падение октанового числа по исследовательскому методу.

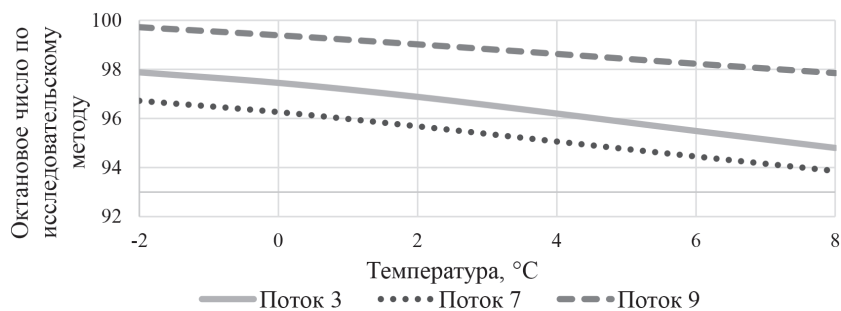


Рис. 1. Влияние температуры на октановое число алкилата

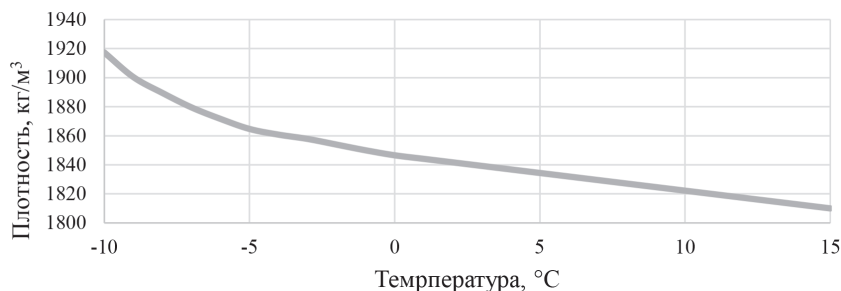


Рис. 2. Температурная зависимость плотности для серной кислоты

Таким образом, повышение температуры негативно сказывается на скорости образования разветвлённых парафинов C_8 и снижает концентрацию катализатора, что также отрицательно влияет на качество получаемого продукта. При этом следует отметить, что при повышенной температуре вязкость и плотность кислоты снижается, увеличивается качество диспергирования углеводородов в дисперсионной среде. На Рисунке 2 приведена температурная зависимость плотности для серной кислоты.

При повышенных температурах из-за снижения вязкости и плотности серной кислоты уменьшаются затраты на перемешивание реакционной массы.

При снижении температуры в реакторе алкилирования с 8 до -2 °C возрастает скорость образования целевых продуктов, при этом затраты на перемешивание возрастают на 4,2 %, в свою очередь, октановое число возрастает всего на 2,6 пункта, стоит также учитывать, что при снижении температуры возрастает расход хладагента.

Список литературы

1. Meyers R. A. *Handbook of petroleum refining processes (edition 3)* / R. A. Meyers. – New York: McGraw-Hill, 2003.
2. Ivanchina E. D., Ivashkina E. N., Dolganova I. O., Chuzlov V. A, Kopycheva U. N., Ivancin N. R. *Predictive Modeling of the Kinetics of Deactivation of Liquid-Phase Alkylation of Hydrocarbons Processes. Petroleum and Coal*, 2021. – 63 (2). – 447–454.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА МЕТАНА

А. А. Котельников

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОХИ И. М. Долганов

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, aak220@tpu.ru

В современном мире экологически чистое топливо – это то, к чему стремятся мировые лидеры в сфере производства энергоресурсов. Водородная энергетика хорошо зарекомендовала

себя и имеет многолетний опыт использования в различных сферах деятельности [1].

Пиролиз метана – один из энергоэффективных способов получения чистого водорода с ми-