

По результатам выполненной работы были сделаны следующие выводы: были приготовлены Ni-Mo-содержащие каталитические системы; повышение температуры обработки каталитических систем ведёт к значительному изменению фазового состава, что влечет за собой изменение свойств этих систем.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИХН СО РАН (проект FWRN-2021-0004), финансируемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Литература

1. Klimov O. V. et al. Bimetallic Co–Mo complexes: A starting material for high active hydrodesulfurization catalysts //Catalysis Today. – 2010. – Т. 150. – №. 3-4. – С. 196-206.
2. Leonova K. A. et al. Textural characteristics of sulphided hydrotreatment catalysts prepared using Co–Mo complex compounds //Adsorption. – 2013. – Т. 19. – №. 2. – С. 723-731.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЖИДКОФАЗНОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Копычева У.Н.

Научный руководитель доцент В.А. Чузлов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день наиболее распространенным методом получения алкилбензина является жидкофазное алкилирование, с использованием серной кислоты в качестве катализатора. Жидкофазное алкилирование не является самым эффективным и экологичным способом производства бензина, но замена катализатора в действующих установках экономически нецелесообразна. Поэтому оптимизация действующих установок, является ключевым фактором повышения эффективности производства высокооктанового компонента бензина [1].

Объектом исследования является процесс сернокислотного алкилирования, который позволяет получать высокооктановое топливо, не содержащие углеводороды ароматического и нафтенового строения. Основным компонентом алкилата является высокоразветвлённый изомер C_8 – 2,2,4-триметилпентан.

Для проведения исследований процесса сернокислотного алкилирования изобутана низшими олефинами 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. Математическая модель процесса сернокислотного алкилирования изобутана олефинами позволит повысить эффективность управления процессом, снизить риски производства и увеличить экономические показатели [2].

Процесс 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°C происходит увеличение скорости побочных реакций, в результате которых образуются нежелательные углеводороды C_5 - C_7 и высокомолекулярные соединения. На рисунке 1 приведена зависимость октанового числа по исследовательскому методу от температуры в реакторе алкилирования.

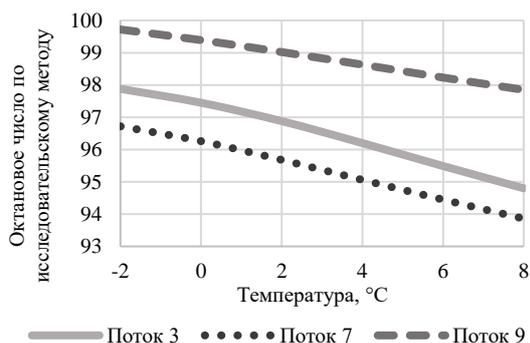


Рис. 1. Влияние температуры на октановое число алкилата

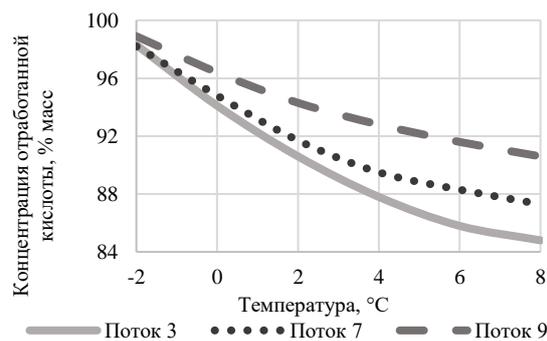


Рис. 2. Влияние температуры на концентрацию отработанной кислоты

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.

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.

С использованием предложенной математической модели были проведены исследования влияния расхода бутан-бутиленовой фракции при различных ее составах на качество алкилата, получаемого в процессе

серноокислотного алкилирования. Результаты исследования октановых характеристик алкилата при различной подаче бутан-бутиленовой фракции представлены на рисунке 3.

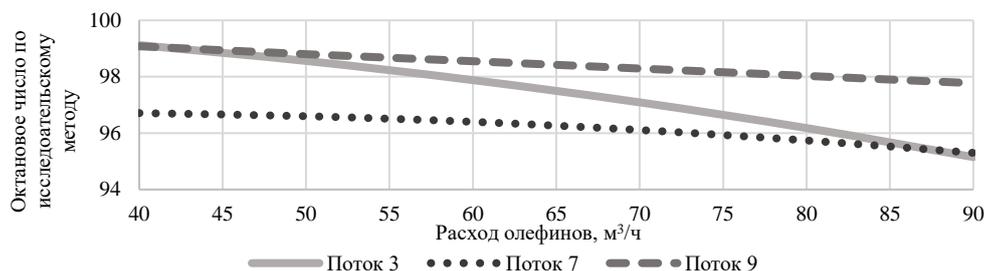


Рис.3. Влияние расхода бутан-бутиленовой фракции на октановое число алкилата

При увеличении расхода бутан-бутиленовой фракции происходит снижение исследовательского октанового числа алкилата вследствие снижения общего времени пребывания исходных реагентов в зоне протекания химических реакций. Снижение мольного соотношения изобутан / олефины в процессе серноокислотного алкилирования приводит к увеличению вклада побочных реакций образования полимерных соединений.

На рисунке 4 изображена зависимость концентрации целевых компонентов от расхода циркулирующего изобутана.

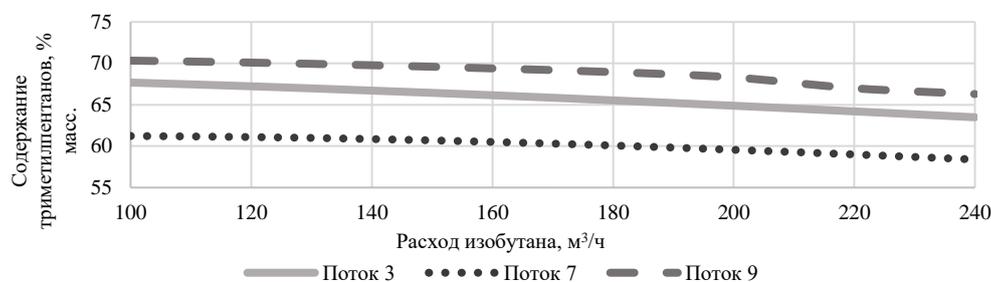


Рис.4. Влияние расхода циркулирующего изобутана на содержание целевых компонентов

По результатам расчетов, представленных на рисунке 4, при высоких значениях подачи циркулирующего изобутана происходит снижение массовой концентрации высокоразветвлённых изооктанов вследствие снижения общего времени пребывания исходного сырья в зоне протекания химических превращений.

Для поддержания требуемой концентрации в контакторы реакторного блока серноокислотного алкилирования подается свежая кислота с концентрацией 96-99 % масс. Результаты исследований, проведенных с использованием предложенной математической модели, представлены на рисунке 5.

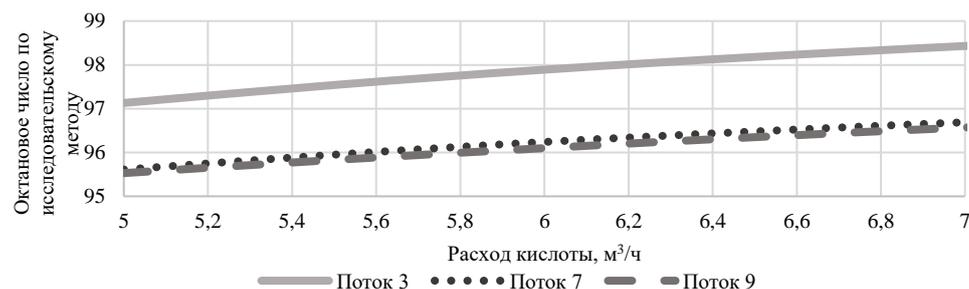


Рис.5. Влияние расхода серной кислоты на октановое число

По результатам проведенных исследований, при увеличении подачи свежей серной кислоты в реакционный контур происходит повышение ее концентрации внутри каждого из контакторов, что положительно сказывается на составе и, как следствие, октановом числе продуктового алкилата. Использование кислоты с чрезмерно высокой концентрацией может привести к усилению реакций сульфирования, в свою очередь пониженные концентрации (86 % масс. и менее) приводят к усилению побочных реакций полимеризации олефинов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-2911.2022.4.

Литература

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