

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

Минимальные значения расходов для данных продуктов (1716,41 м³/ч и 1711,92 м³/ч для бензиновой фракции, 118,44 м³/ч и 118,11 м³/ч для жирного газа) соответствуют сырьевым потокам 3 и 4, в составе которых наибольшее содержание смол.

Также с ростом содержания в сырье крекинга смол происходит увеличение содержания кокса, как это видно на рисунке 2.

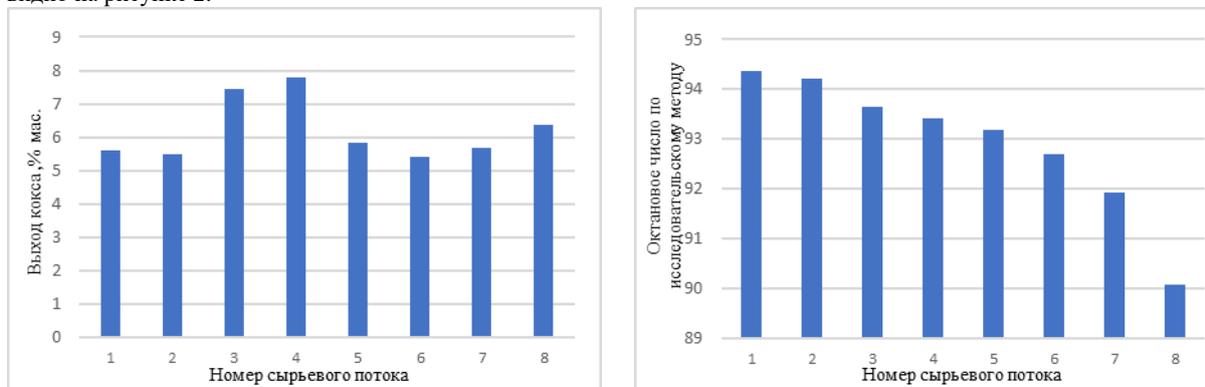


Рис. 2 Зависимость выхода кокса и октанового числа бензиновой фракции от состава перерабатываемого сырья

Наибольшие значения выхода кокса соответствуют потокам 3 и 4 (7,45 % мас. и 7,78 % мас.), в составе которых наблюдается самое большое содержание смол из имеющихся потоков (4,44 % мас. и 4,75 % мас. соответственно).

Ввиду высокого значения ОЧ у ароматических углеводородов октановое число бензина каталитического крекинга зависит от содержания ароматических углеводородов.

Так, для сырьевых потоков (от 1 до 8), наблюдается уменьшение содержания ароматических углеводородов в их составе, а, следовательно, и уменьшение содержания ароматических углеводородов в полученном бензине, что приводит к уменьшению октанового числа в смеси (рисунок 2).

Таким образом, применение моделирующей программы реактора каталитического крекинга позволяет прогнозировать выход и качество продуктов процесса в зависимости от состава сырья и технологического режима процесса. Исследование влияния данных параметров на производительность реакторно-регенераторного блока и качество получаемых продуктов позволит оптимизировать работу промышленной установки каталитического крекинга.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 19-71-10015 «Фундаментальные математические модели процессов переработки нефтяного сырья в высокооктановые бензины и дизельное топливо».

Литература

1. Разработка формализованной схемы превращения углеводородов в процессе каталитического крекинга для прогнозирования индивидуального состава газов / Г. Ю. Назарова, Е. Н. Ивашкина, А. А. Орешина [и др.] // Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства материалы 10-й Международной научно-технической конференции, Омск, 26-29 февраля 2020: / Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Нефтехимический институт (НХИ). — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2020. — [С. 43-44]

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЛКИЛБЕНЗОЛСУЛЬФОКИСЛОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Солопова А.А., Долганова И.О., Долганов И.М.

Научный руководитель – научный сотрудник И.О. Долганова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Высокий мировой спрос на безопасные и эффективные моющие средства способствует развитию технологий биоразлагаемых анионных поверхностно-активных веществ. Алкилбензолсульфокислота – базовый компонент для таких поверхностно-активных веществ. Алкилбензолсульфокислоту получают путем сульфирования серным ангидридом тонкой пленки линейного алкилбензола с длиной боковой цепи преимущественно 10-13 атомов углерода. Наиболее эффективными на данный момент являются многотрубные пленочные реакторы. Реакция сульфирования экзотермична, охлаждение осуществляется путем подачи воды в межтрубное пространство. Повышение температуры в реакционной зоне приводит к протеканию побочных реакций, в ходе которых образуются вязкие тетралины и сульфоны [3], оседающие на внутренних стенках реакционных труб и снижающие качество конечного продукта. Для удаления побочных продуктов необходимо периодически осуществлять остановку реактора и промывать реакционные трубки водой.

Применение математического моделирования для подбора оптимальных технологических параметров позволяет увеличивать продолжительность непрерывной работы реактора без ухудшения качества конечных продуктов [4]. В настоящее время известны различные варианты математических моделей для пленочных реакторов сульфирования линейного алкилбензола. Ранние модели предполагали турбулентное движение в жидкой и газовой фазах, а также отсутствие уноса капель жидкости газовой фазой или же захвата пузырьков газа жидкостью. Позднее были предложены модели, предполагающие ламинарное течение жидкой фазы, дополненные допущениями о диффузии газа в жидкость, а также адсорбции SO_3 жидкой фазой.

В данной работе представлены результаты расчетов с применением разработанной математической модели, основанной на следующих предположениях: режим идеального вытеснения, пленка жидкости располагается по всей поверхности труб и симметрична относительно оси реактора, снижение скорости реакции происходит за счет образования вязкого компонента [2].

Проведенные расчеты на основе экспериментальных данных [1] показали, что среднеквадратическое отклонение расчётных данных от экспериментальных не превышает $\sigma_{ASA} = 0,55$ для алкилбензолсульфокислоты и $\sigma_{H_2SO_4} = 0,15$ для серной кислоты, соответственно модель адекватно описывает процесс, и может быть использована для дальнейших расчетов.

Мониторинг работы установки сульфирования

В первую очередь был проведен мониторинг работы установки сульфирования линейного алкилбензола. В результате расчётов на математической модели были получены динамики изменения концентрации алкилбензолсульфокислоты и серной кислоты в течении двух межпромывочных циклов (рис. 1-2).

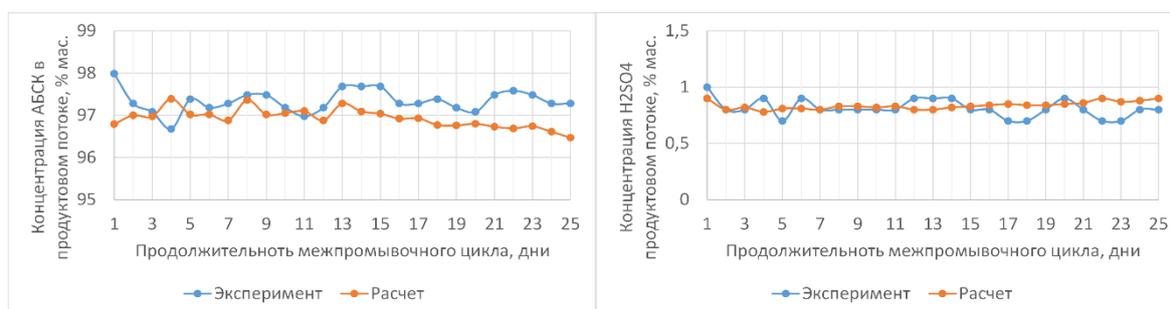


Рис. 1 Изменение экспериментальной и расчётной концентрации алкилбензолсульфокислоты и H_2SO_4 в течение межпромывочного цикла 27.12.2019 – 25.01.2020

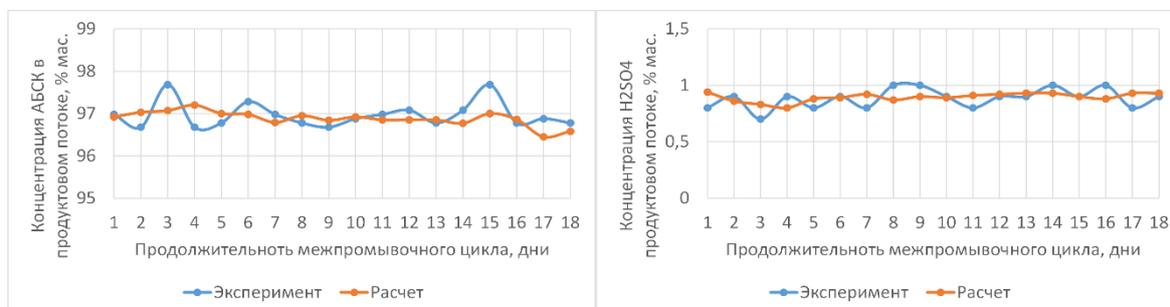


Рис. 2 Изменение экспериментальной и расчётной концентрации алкилбензолсульфокислоты и H_2SO_4 в течение межпромывочного цикла 03.04.2020 – 20.04.2020

Установление влияния содержания ароматических углеводородов в потоке линейных алкилбензолов на массовую долю алкилбензолсульфокислоты в продуктовом потоке и оптимальный расход серы, подаваемой на сжигание.

К важным достоинствам математической модели относится то, что она позволяет рассчитывать показатели качества продуктового потока в зависимости от концентрации ароматических соединений в сырье сульфирования.

Проведение расчетов на математической модели позволило установить влияние содержания ароматических углеводородов в сырье на массовую долю алкилбензолсульфокислоты в продуктовом потоке и оптимальный расход серы, подаваемой на сжигание в печи для получения газовой смеси серного ангидрида и воздуха, используемой для сульфирования линейного алкилбензола. Рассчитанные оптимальные расходы сжигаемой серы и выход алкилбензолсульфокислоты при разной концентрации ароматических углеводородов в сырье представлены на рисунке 3.

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

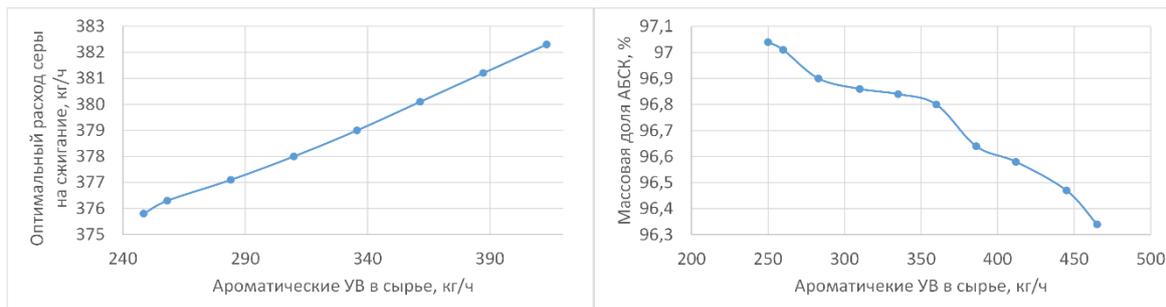


Рис. 3 Зависимость выхода алкилбензолсульфокислоты и оптимального расхода сжигаемой серы от содержания ароматических углеводородов в сырье

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.