

чительную часть составляют олефиновые и ароматические углеводороды.

Из данных таблицы 2 наглядно видно значительное увеличение содержания олефиновых и ароматических углеводородов в процессе переработки, а также сильное снижение содержания нафтеновых углеводородов. Также следует отметить снижение содержания н-парафинов и увеличение содержания изопарафинов.

Изменения группового состава продуктов переработки по сравнению с сырьевыми СГК можно объяснить следующим образом:

1. Увеличение доли изопарафинов обуславливается протеканием реакций изомеризации н-парафинов.

2. Увеличение доли олефинов обусловлено протеканием крекинга н-парафинов, а также частичного крекинга нафтенов.

3. Увеличение доли ароматических углеводородов обеспечивается протеканием реакций перераспределения водорода в олефинах.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №21-73-00095, <https://rscf.ru/project/21-73-00095/>.

Список литературы

1. *Статистический сборник «ТЭК России – 2019, Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. URL: <https://www.ac.gov.ru>, свободный. – Дата обращения 28.02.2022.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕССЕРИВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ

Д. Е. Амзараков, И. В. Никитин

Научный руководитель – к.т.н., доцент М. А. Самборская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, dmitrmeister15@gmail.ru*

Одной из важнейших проблем, связанных с нефтепереработкой, является постоянно возрастающая доля сернистых соединений различных классов в нефти, поступающей на переработку. Именно с сераорганическими соединениями связано возникновение проблем, как на стадии переработки нефти, так и при сжигании топлив, содержащих повышенные количества серы. В связи с этим исследование процессов глубокой сероочистки дизельного топлива имеют важное как научное, так и практическое значение, конечной целью которых является поиск эффективных альтернативных путей повышения качества углеводородного сырья и моторных топлив.

Окислительное обессеривание представляется наиболее перспективным методом глубокой десульфуризации дизельного топлива. В отличие от широко применяемого в промышленности гидрообессеривания, данная альтернатива позволяет удалить тугоплавкие ароматические сернистые соединения, использует более мягкие условия процесса, требует меньших эксплуатационных и капитальных затрат и не принуждает к использованию дорогостоящих катализаторов [1].

Цель данной работы – исследование методов и адсорбентов для удаления сернистых соединений из нефти и нефтяных фракций, оптимизация параметров процесса – температуры, времени контакта и соотношения реагентов; разработка модели адсорбции, также проведение расчетов термодинамических величин реакций акватермолиза сернистых соединений.

Объекты исследования – 3 образца дизельных дистиллятов нефти одного из месторождений с интервалом выкипания 180–320 °С, содержащий 0,645 % масс. общей серы. В качестве катализаторов были использованы фталоцианины кобальта на различных носителях: сибуните, сахаптинском цеолите и КН-30 (цеолит ZSM-5). Содержание фталоцианина кобальта составляло 3 % масс. Адсорбентами выступали силикагель марки КСКГ и активный уголь марки БАУ-А.

Окислительное обессеривание проводили в термостатируемом реакторе путем контактирования исследуемого топлива с катализатором при различном диапазоне весового соотношения как в присутствии активаторов, так и без них. В ходе реакции кислород воздуха пропускали через реакционную смесь, время контакта составило 2 ч. Извлечение из серы окисленных

образцов проводили методом адсорбции в стандартных условиях при частоте вращения мешалки 800 об/мин и времени контакта 1,5 ч.

По полученным результатам можно сказать, что КН-30 на ZSM-5 обеспечивает большее удаление серы из исходного образца по сравнению с другими носителями. Хуже всего себя проявили фталоцианины кобальта на сибуните, достигнув степени конверсии 33 %.

Исследования по установлению оптимального времени контакта показали, что при нагреве до 60 °С степень удаления серы адсорбци-

онной очисткой сперва ухудшается до 0,497 % масс., но при достижении 3 ч достигает 0,48 % масс. Возможно, это можно объяснить процессами десорбции компонентов с пор адсорбента.

Таким образом, в рамках данной работы были проведены процессы окисления дизельных образцов в присутствии катализаторов на различных носителях с вариацией условий окисления и адсорбции. Также проведен расчет термодинамических величин реакций, заложенных в схему процесса акватермолиза сернистых соединений.

Список литературы

1. *Deep oxidative desulfurization of diesel fuels using homogeneous and SBA-15-supported peroxophosphotungstate catalysts // Diana Ju-*

lião, Fátima Mirante, Susana O. Ribeiro, Ana C. Gomes, 2019 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ УСТАНОВКИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНДЕНСАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ПИНЧ-АНАЛИЗА

Е. С. Апарина

Научный руководитель – к.х.н., доцент ОХИ Е. В. Бешагина

*Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет
634034, г. Томск, проспект Ленина, 30, tpu@tpu.ru*

Введение

В рамках исследовательской работы с точки зрения оптимизации рассматривалась полученная ранее в ходе моделирования схема установки низкотемпературной конденсации (НТК), предназначенная для осушки газа и выделения отдельных углеводородов в жидкую фазу [1]. В качестве продуктов данной установки был получен товарный сухой газ, удовлетворяющий требованиям ГОСТ Р 57413-2017 «Газ горючий природный. Технические условия» и ГОСТ 5542-2014 «Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения», а также широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ) в качестве жидкой фазы.

Поскольку смоделированная установка низкотемпературной конденсации подразумевает 8 теплообменников, которые потребляют значительное количество энергии, необходимо было определить целесообразность направления использования потоков на схеме установки для оптимального использования внутреннего и внешнего холодильных циклов. Этим определена актуальность данной работы.

Практическая значимость работы состояла в результатах пинч-анализа, то есть в вариантах перенаправления потоков на схеме установки для максимизации использования «тепла» и «холода» потоков внутреннего холодильного цикла. Пинч-анализ был выполнен в среде моделирования Aspen Energy Analyzer [2].

Теоретическая часть

В контексте пинч-анализа каждый оптимизируемый процесс рассматривается как совокупность горячих и холодных потоков. Горячими называются потоки, которые нуждаются в охлаждении, а холодными – потоки, нуждающиеся в нагреве. Для каждого процесса может быть построена одна кривая на диаграмме «энтальпия-температура», представляющая совокупность всех горячих потоков, и одна кривая, представляющая совокупность всех холодных потоков процесса [3]. Эти кривые называются соответственно горячей и холодной составными кривыми.

В рамках данной работы был выполнен пинч-анализ теплообменного оборудования установки. Первоначально были определены