

ОТЗЫВ

**официального оппонента доцента Чернышевой Е.А.
на диссертационную работу Юсупова Марселя Разифовича
«Топливо-нефтехимическая переработка бензиновых фракций»,
представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.12. – Химическая технология топлива и высокоэнергетических
веществ**

Актуальность темы диссертации. Каталитический риформинг на сегодняшний день является одним из головных процессов нефтепереработки по производству высокооктановых компонентов автомобильных бензинов, и вместе с этим является основой производства ароматических углеводородов, используемых для нефтехимической отрасли. Одновременно с получением целевых ароматических углеводородов образуется ряд побочных продуктов, таких как рафинат каталитического риформинга с установки экстракции ароматических углеводородов и тяжелая бензиновая фракция с установки предфракционирования гидрогенизата, которые находят ограниченное применение в структуре нефтеперерабатывающих заводов и, как правило, их используют не оптимально. Несмотря на наличие успехов в разработке технологий переработки в топливно-нефтехимическом комплексе, побочные фракции производства ароматических углеводородов не находят квалифицированного применения, поэтому разработка технологических решений, повышающих эффективность работы данного комплекса, представляет интерес и является актуальной задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации. Научные положения, приведенные в диссертации основаны на широком систематическом анализе литературных источников и обработке достоверных экспериментальных данных совместно с использованием специализированного программного обеспечения. Работа программного обеспечения основывается на использовании баз термодинамических данных, полученных экспериментальным путем на сертифицированном оборудовании. Представленные в работе Юсупова М.Р. выводы основываются на большом фактическом материале и удовлетворяют требованиям, сложившимся в научном сообществе. Основные положения и рекомендации, сформулированные соискателем, являются аргументированными и полностью раскрывают цель и задачи работы. Обоснованность сформулированных научных положений и выводов диссертации, сомнений не вызывает.

Достоверность и новизна результатов исследования. Исследования автором проводились с одновременным использованием лабораторного оборудования и специализированных программ для расчета технологических схем. Положения, выводы и результаты являются принципиально новыми, достоверными и подтвержденными расчетным путем. Теоретические положения, выводы и зависимости, представленные в диссертационной работе Юсупова М.Р., соответствуют современным положениям нефтехимии и переработки нефти. Выводы диссертации не противоречат результатам других исследователей, а дополняют и развивают их.

Новизна результатов заключается в том, что автором разработана комбинированная технология переработки бензол-толуольных рафинатов производства ароматических углеводородов, которая основана на дифференцированном подходе к применению рафината с использованием одной части продукта в качестве компонентов высокооктановых бензинов, а другой в качестве получения сырья пиролиза с большим содержанием парафиновых углеводородов нормального строения. Данная технология может быть использована на топливно-нефтехимических предприятиях на примере филиалов ПАО АНК «Башнефть».

Автором показано, что образование ароматических углеводородов C_{10+} в процессе риформинга протекает не только через дегидроциклизацию парафиновых и дегидроизомеризацию нафтеновых углеводородов, но и через конденсацию моноциклических структур, при этом образование нафталиновых углеводородов протекает без участия нафтеновых бициклических структур.

Показана возможность вовлечения фракции 170-кк в сырьё установки риформинга бензинового направления с выделением из риформата ароматического концентрата C_{10+} , что делает его ценным сырьём для получения высокоплотных реактивных топлив путем гидрирования.

Разработана технологическая схема разделения гидрогенизата путем ректификации, позволяющая снизить общие энергозатраты на 51,2 %. Предложенная схема может быть использована на блоках вторичной перегонки бензинов.

Значимость результатов диссертации для науки и практики. В работе автора показано, что бензол-толуольные рафинаты производства ароматических углеводородов содержат значительные количества изокомпонентов и вовлечение их в сырьё пиролиза снижает выход целевых олефиновых углеводородов. В то же время в рафинатах содержится до 10 % изопентана, который является ценным целевым продуктом установки изомеризации. Предложено предварительное фракционирование рафината на три фракции: фракция нк-70 °С, насыщенная изопентаном и изогексанами, направляется на блок ректификации, установки изомеризации, что позволяет высвободить на установке изомеризации большее количество рециклового н-пентана, который является более благоприятным сырьём процесса пиролиза; фракция 70-100 °С, в которой наибольшая доля алканов, направляется в качестве сырья пиролиза совместно с рецикловым н-пентаном; фракция 100-кк, содержащая преимущественно изооктаны, направляется в качестве компонента сырья каталитического риформинга.

Показано, что гидроочищенную бензиновую фракцию 170-кк целесообразно использовать в качестве компонента сырья установок риформинга бензинового профиля, при этом тяжелая часть риформата будет использоваться в качестве сырья для получения высокоплотного реактивного топлива.

Результаты исследований по разработке комбинированной технологии переработки рафината каталитического риформинга будут использоваться в качестве рекомендаций для организации и практического использования в работе отделов операционных улучшений и производственного планирования ПАО АНК «Башнефть».

Структура и содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов, изложена на 139 страницах, включает 30 таблиц, 48 рисунков. Список литературы содержит 175 источника.

В первой главе рассмотрены исторические и текущие аспекты развития процесса каталитического риформинга, производства ароматических углеводородов и технологии переработки переработки побочных бензиновых фракций, приготовления сырья каталитического риформинга.

Во второй главе приведены данные об объектах и методах исследования. В качестве объектов исследования были выбраны бензиновые фракции, используемые для производства ароматических углеводородов и в качестве сырья установки изомеризации. Автор использовал для исследования программное обеспечение Aspen Hysys. Результаты исследования физико-химических свойств бензиновых фракций были использованы в качестве исходных данных для разработанных моделей.

В третьей главе исследована возможность применения рафината в качестве сырья каталитического риформинга с непрерывной регенерацией катализатора, где по расчетным графическим зависимостям показано ухудшение основных показателей работы установки каталитического риформинга. Предложена дифференцированная переработка рафината, которая заключается в выделении из рафината фракции нк-70 °С и использовании ее в качестве сырья блока фракционирования установки изомеризации, выделение фракции 100-кк, которая представлена преимущественно изооктанами, и использовании ее в качестве сырья установки риформинга, а также фракции 70-100 °С, направляемой в качестве сырья на установку пиролиза. Достоинства разработанной технологии заключаются в приготовлении сырья пиролиза с повышенным содержанием алканов нормальной структуры, что позволяет повысить выход целевых олефинов на 2,3 %. Предложенная схема позволяет также на установке каталитической изомеризации за счет избыточного рециклового н-пентана снизить выход побочной продукции и тяжелого изомеризата, при сохранении выработки товарного изомеризата.

В четвертой главе показаны результаты исследований по использованию тяжелой бензиновой фракции (фракция 170-кк) в качестве компонентов моторных топлив, таких как дизельные, реактивные топлива, а также растворителей. Автором обоснована невозможность использования данной фракции как готового товарного продукта, в связи с чем рассмотрен способ ее вовлечения в качестве сырья каталитического риформинга бензинового профиля как со стационарным слоем катализатора, так и с непрерывной регенерацией катализатора. По результатам проведенного модельного эксперимента октановое число риформата растет, при этом выход риформата в системе с движущимся слоем катализатора также увеличивается, в отличие от системы со стационарным слоем катализатора, что объясняется реакцией дегидроциклизации тяжелых парафинов в жестких условиях. Т.к. содержание ароматических углеводородов C_{10+} , которые потенциально представлены нафталиновым рядом, увеличивается, предложено выделение из риформата ароматического концентрата для использования его в качестве реактивных топлив марок Т-6 или Т-8В.

В пятой главе обосновывается необходимость изменения схемы предварительного разделения бензиновых фракций, где происходит подготовка сырья каталитического риформинга по фракционному составу, поскольку около 60 % энергозатрат приходится на колонну деизопентанизации. Расчетное исследование, проведенное автором по оптимизации конфигурации установки фракционирования, позволило предложить наиболее оптимальную схему ректификации с сокращением энергозатрат почти на 50 %.

Конкретные пути использования результатов диссертационной работы.

Полученные результаты исследования несомненно могут быть широко использованы на предприятиях нефтегазоперерабатывающего профиля. Разработанная технология дифференцированной переработки рафинатов каталитического риформинга решает важную проблему квалифицированного использования подобных побочных фракций, вырабатываемых на производствах ароматических углеводородов, что позволяет оптимизировать работу завода и увеличить выработку маржинальной продукции. Кроме того, полученные результаты исследования по переработке рафинатов будут использованы в качестве рекомендаций для работы сотрудников отделов производственного планирования и операционных улучшений ПАО АНК «Башнефть». Предложенные технологические схемы переработки бензиновых фракций, описанные в главах исследования, могут быть применены в работе проектно-конструкторских организациях.

Публикации. Количество опубликованных работ по результатам выполненных исследований достаточно: 9 научных трудов, из которых 1 статья в журнале, индексируемом в Scopus, 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК. Материалы диссертации были представлены в материалах четырех научно-технических конференций.

Замечания по работе.

По работе имеются следующие замечания:

1. В диссертации имеются стилистические ошибки и неточности в оформлении таблиц и рисунков.
2. Для обоснования целесообразности использования предложенных технологических разработок представляется важным дополнить работу оценкой экономической эффективности в части рационального использования рафината, предварительного фракционирования гидроочищенных бензинов и производства высокоплотных реактивных топлив.
3. На странице 103 указано, что ароматические углеводороды C_{10+} образуются не только через дегидроциклизацию парафинов и гидроизомеризацию нафтенов, но и через конденсацию моноциклических аренов. При этом в диссертации не отмечено, что образование ароматических углеводородов C_{10+} может протекать и через трансалкилирование ароматических углеводородов.
4. В работе в качестве научной новизны заявлено положение «...Разработана технологическая схема разделения гидрогенизата путем ректификации, позволяющая снизить общие энергозатраты на 51,2 %. Предложенная схема может быть использована на блоках вторичной перегонки бензинов...». Однако, следует отметить, что данный результат в большей степени может быть отнесен к практической ценности работы.
5. Поскольку данная диссертационная работа связана с производством ароматических углеводородов, возможно более целесообразным было бы название «Разработка эффективных технологических решений рациональной переработки бензиновых фракций при производстве ароматических углеводородов».

Заключение

Отмеченные замечания не снижают положительной оценки работы. Диссертационная работа Юсупова М.Р. «Топливо-нефтехимическая переработка

процессов переработки нефтяного, газового и газоконденсатного сырья, попутного нефтяного газа на компоненты. Конструктивное оформление технологий и основные показатели аппаратуры установок для переработки сырья. Технологии подготовки указанного сырья к переработке. Разработка энергосберегающих технологий. Технологии приготовления товарных нефтепродуктов» и п. 4 «Подготовка продуктов переработки нефти и газа для нефтехимического синтеза», а также требованиям пп.9-13 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. (редакция от 18.03.2023).

Диссертация соответствует требованиям, установленным пунктом 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 18.03.2023): все исследования и предложенные технологические решения были проведены исключительно при участии автора. Теоретические предположения и положения, описание методов, обработка результатов и выводы, содержащиеся в диссертации, являются результатами исследовательской работы, выполненной соискателем.

Диссертация является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой предложены новые научно обоснованные технологические решения по эффективной переработке бензиновых фракций, получающихся при производстве ароматических углеводородов, что имеет существенное значение для развития топливно-нефтехимического комплекса Российской Федерации, а соискатель Юсупов Марсель Разифович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Официальный оппонент:

к.х.н., доцент, профессор кафедры
«Технология переработки нефти»
ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина»

Е. А. Чернышева

01.09.2023

Подпись Чернышевой Елены Александровны заверяю



Сведения об официальном оппоненте:

Чернышева Елена Александровна,
кандидат химических наук (специальность по которой защищена диссертация: 2.6.12, до 04.06.2021 г. 05.17.07 - «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ», доцент, профессор кафедры «Технология переработки нефти» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»
Адрес: 119991, Российская Федерация г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1
Телефон: +7 (499) 507-86-01, +7(916)548-31-66
E-mail: elenchernysheva@mail.ru, Chernysheva.e@gubkin.ru.