

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

На правах рукописи

УДК 665.63:66.048.3

БОБОХОНОВ Хусан Намозович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА
РЕКТИФИКАЦИИ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СМЕСЕЙ В
ИСЧЕРПЫВАЮЩЕЙ КОЛОННЕ**

05.17.21 – «Процессы и аппараты переработки нефти и газа»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Ташкент – 2012

Работа выполнена в лаборатории «Процессы и аппараты химической технологии» Института общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан.

Научный руководитель: академик АН РУз, доктор технических наук, профессор
Салимов Закиржан Салимович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Маннанов Улугбек Васикович

кандидат технических наук, доцент
**Мухитдинов Джалолитдин
Пахритдинович**

Ведущая организация: **ОАО «УЗЛИТИНЕФТГАЗ»**

Защита диссертации состоится «___» _____ 2012 г. в 10⁰⁰ часов на заседании специализированного совета Д 067.07.01 при Ташкентском государственном техническом университете имени Абу Райхана Беруни по адресу: 100095, г.Ташкент, ул.Университетская, 2, ТашГТУ, ФЭА, ауд.418.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке Ташкентского государственного технического университета имени Абу Райхана Беруни.

Автореферат разослан «___» _____ 2012 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,

Зарипов О.О.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Современная нефтегазовая промышленность Узбекистана – одна из крупнейших отраслей экономики страны. В годы независимости страны проделана огромная работа по совершенствованию структуры отрасли, её техническому оснащению и перевооружению, наращиванию объемов добычи нефти и газа и выпуску качественной продукции, отвечающей требованиям международных стандартов. В строй введен ряд крупных объектов: компрессорная станция на месторождении Кокдумалак; Бухарский нефтеперерабатывающий завод; Ходжаабадское подземное хранилище газа; Шуртанский газохимический комплекс; реконструирован Ферганский нефтеперерабатывающий завод и др. В ближайшей перспективе будут построены завод по производству синтетического жидкого топлива с использованием очищенного метана Шуртанского ГХК и Устюртский газохимический комплекс на базе месторождения Сургиль. Как отмечено в книге Президента страны Ислама Каримова «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана»^{*}, дальнейшее ускоренное проведение модернизации, технического перевооружения предприятий, широкое внедрение современных гибких технологий в базовых отраслях экономики относятся к ключевым задачам, предусмотренным в республиканской Антикризисной программе. Для достижения этих целей важное значение приобретает широкое внедрение в производство новейших разработок отечественных ученых.

Как известно, производство моторных топлив основано на одном из энергоёмких процессов – сложной перегонке (ректификации) нефтегазоконденсатных смесей. При этом в качестве отпаривающего агента используется перегретый водяной пар. Он используется как в ректификационных, так и в отгонных (стриппинг) колоннах. Общий расход водяного пара в атмосферных колоннах перегонки нефти составляет 1,2 – 3,5, а в вакуумных колоннах для перегонки мазута – 5 – 8 % масс. на перегоняемое сырье. Применение водяного пара при перегонке нефтегазоконденсатных смесей связано с отрицательными явлениями: увеличение затрат энергии (тепла и холода) на перегонку и конденсацию; повышение нагрузки колонн по парам, что приводит к увеличению диаметра аппаратов и уносу жидкости между тарелками; подача водяного пара в ректификационные колонны обуславливает образование в процессе конденсации углеводородных паров водяного (технологического) конденсата, отделение водяного конденсата от полученных фракций требует специальных аппаратов, проведение технологических процессов очистки и дополнительных энергетических затрат; увеличение сопротивления и повышение давления в колонне и других аппаратах; водяной пар и его

^{*} И.А. Каримов Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. – Ташкент: «Ўзбекистон», 2009. –С. 28-30.

конденсат, находясь в составе смеси углеводородов, снижают интенсивность тепломассообменных процессов и эффективность технологических показателей оборудования для их осуществления; образуемый водяной конденсат способствует усилению коррозии контактирующих поверхностей аппаратов; в составе водяного конденсата присутствуют остатки нефтепродуктов, сернистые и др. химические соединения, требующие дополнительных расходов, связанных с их удалением и утилизацией; обводнение нефтепродуктов и необходимость их последующей осушки; производство перегретого водяного пара требует значительных энергетических и технологических затрат и др.

Одним из путей повышения эффективности производства моторных топлив и других нефтепродуктов является применение прогрессивных методов ректификации. Одним из этих методов является метод сухой перегонки, основанный на исключении водяного пара, применяемого в качестве отпаривающего агента. Использование в производстве моторного топлива новой технологии первичной перегонки нефтегазоконденсатного сырья с применением альтернативного отпаривающего агента обеспечивает интенсификацию процесса ректификации и пресечения вышеперечисленных негативных явлений.

В нефтеперерабатывающей промышленности для перегонки нефтегазоконденсатного сырья используется сложная ректификационная колонна, состоящая из исчерпывающей и укрепляющей частей. В нижней исчерпывающей части достигается максимальная степень удаления из сырья низкокипящих компонентов, поэтому она и называется исчерпывающей колонной.

Исходя из вышеизложенного, особую актуальность приобретают теоретическое и экспериментальное обоснование целесообразности применения углеводородных паров при разделении нефтегазоконденсатного сырья на дистиллятные фракции и мазут, выявление особенностей тепло- и массообмена и определение эффективности использования альтернативного отпаривающего агента при ректификации сырья в исчерпывающей колонне.

Степень изученности проблемы. Ректификация широко применяется в самых различных областях химической технологии для получения разнообразных продуктов в чистом виде. Например, путём ректификации из нефтегазоконденсатного сырья получают различные продукты: бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, масляные фракции. При ректификации сжиженных газов выделяют этилен, этан, пропан, бутан и другие компоненты.

Исчерпывающая колонна ректификационной установки выполняет две функции – эвапорационного пространства для горячей струи и аккумулятора жидкости для стабильной работы насоса, откачивающего остаток. Предложены различные варианты по совершенствованию схемы перегонки нефти путем создания дополнительного подогрева кубового продукта «горячей струей». Вследствие недостаточного объема нижней части

ректификационных колонн рекомендовано осуществлять подвод тепла в специальные выносные аппараты: подогреватели с паровым пространством той или иной конструкции, теплообменники, трубчатые печи. Предложен ввод полученного при конденсации головных продуктов, водяного конденсата, в кубы ректификационных и отпарных колонн.

Специалисты в области нефтепереработки С.А.Ахметов, О.Ф.Глаголева, В.М.Капустин*, рассмотрев особенности перегонки с водяным паром, указали на существенные недостатки водяного пара в качестве испаряющего агента при перегонке нефти; при этом ими сделано следующее заключение: «В последние годы в мировой нефтепереработке проявляется тенденция к существенному ограничению применения водяного пара и к переводу установок на технологию сухой перегонки». Однако в литературных источниках отсутствуют глубокие исследования по применению углеводородных паров в качестве отпаривающего агента при перегонке нефтегазоконденсатной смеси в ректификационной колонне вместо перегретого водяного пара.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Работа выполнена по теме «Интенсификация процесса ректификации нефтегазоконденсатных смесей», утвержденной Ученым Советом Института общей и неорганической химии АН РУз от 18 марта 2009 года (протокол №6). Корректировка диссертационной темы произведена на заседании Ученого Совета 21 октября 2011 года (протокол №13). Работа выполнена также в рамках договора с Бухарским НПЗ «Разработка и внедрение высокоэффективного и энергосберегающего способа первичной перегонки нефтегазоконденсатного сырья с использованием углеводородного теплоносителя вместо водяного пара» (№09-21-222/026 от 30 декабря 2009г.).

Цель исследования: повышение эффективности процесса ректификации нефтегазоконденсатной смеси в исчерпывающей колонне путём рециркуляции альтернативного отпаривающего агента (паров тяжелой нефти) через кубовой продукт вместо перегретого водяного пара.

Задачи исследования:

- анализ современного состояния теории и практики ректификации нефтегазоконденсатного сырья;
- выявление положительного эффекта применения альтернативного отпаривающего агента при ректификации жидких углеводородов вместо водяного пара путём сравнения их тепломассообменных параметров;
- расчёт основных физико-химических и теплофизических свойств нефти, газового конденсата и их смесей, а также мазута и паров тяжелой нефти;
- определение потенциального количества светлых дистиллятных фракций путём изучения фракционного состава нефти и газового конденсата;

* С.А.Ахметов. Технология глубокой переработки нефти и газа. – Уфа: «Гилем», 2002. –С. 207-208. Технология переработка нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под редакцией О.Ф.Глаголевой, В.М.Капустина. –Москва: «Химия», «Колосс», 2006. –С.390-392.

- изучение влияния состава нефтегазоконденсатной смеси и температуры процесса на выход светлых фракций из сырья в исчерпывающей колонне с применением углеводородных паров;
- составление материальных и тепловых балансов процесса ректификации нефтегазоконденсатного сырья в исчерпывающей колонне с применением паров тяжелой нефти;
- разработка рациональной схемы подвода альтернативного отпаривающего агента в кубовую часть ректификационной колонны;
- определение экономической целесообразности применения на практике предлагаемой схемы повышения эффективности процесса ректификации нефтегазоконденсатного сырья в исчерпывающей колонне.

Объект и предмет исследования. Объектами исследования являются процессы ректификации нефтегазоконденсатных смесей в исчерпывающей колонне с применением альтернативного отпаривающего агента. Предмет исследования составляет теоретическое и экспериментальное исследование условий проведения процесса ректификации жидкого углеводородного сырья в исчерпывающей колонне с использованием углеводородных паров.

Методы исследований. Определение физико-химических и теплофизических свойств нефти, газового конденсата и их смесей, а также промежуточных продуктов осуществлено по стандартным методикам, описанным в справочнике «Расчёт процессов и аппаратов нефтепереработки» (Под ред. Е.Н.Судакова. М.: «Химия», 1979). Для изучения фракционного состава нефти и газового конденсата использован аппарат разгонки нефти и нефтепродуктов Энглера. Измерения температуры, давления, расходов сырья и теплоносителя, количеств дистиллятных фракций и мазута и других показателей проведены традиционными методами. Обработка результатов теоретических исследований проведена с использованием критериальных уравнений, полученных на основе теории подобия.

Гипотеза исследования: теоретическое и экспериментальное исследования, необходимые для обоснования замены традиционного испаряющего агента (водяного пара) на альтернативный вариант (углеводородные пары) при первичной перегонке жидких углеводородов в исчерпывающей колонне, опираясь на различия физико-химических и теплофизических свойств отпаривающих агентов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- результаты определения основных физико-химических и теплофизических свойств нефтегазоконденсатных смесей и промежуточных продуктов;
- положительный эффект применения альтернативных отпаривающих агентов (углеводородных паров) при перегонке нефтяного сырья вместо водяного пара;
- экспериментальные данные по изучению влияния состава нефтегазоконденсатной смеси на выход светлых фракций при ректификации

сырья с применением паров тяжелой нефти в качестве отпаривающего агента вместо водяного пара;

- разработка рациональной технологической схемы для проведения процесса ректификации нефтегазоконденсатного сырья в исчерпывающей колонне с использованием паров тяжелой нефти;

- технико-экономические расчёты повышения эффективности процесса ректификации нефтегазоконденсатного сырья в исчерпывающей колонне за счет применения альтернативного испаряющего агента.

Научная новизна. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований впервые получены следующие научные результаты:

- 1) обоснован положительный эффект применения альтернативного отпаривающего агента при ректификации жидких углеводородов, возникающий из-за большой разницы между кинематическими вязкостями водяного пара и паров тяжелой нефти;

- 2) установлен характер влияния состава нефтегазоконденсатной смеси на выход светлых фракций из сырья при ректификации с применением в качестве испаряющего агента паров тяжелой нефти;

- 3) определены оптимальные условия проведения процесса ректификации нефтегазоконденсатных смесей в исчерпывающей колонне с применением альтернативного отпаривающего агента – паров тяжелой нефти;

- 4) предложен эффективный способ перегонки нефтегазоконденсатной смеси в исчерпывающей колонне путем рециркуляции паров тяжелой нефти через кубовой продукт, позволяющий увеличивать отбор топливных дистиллятов из мазута.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость работы заключается в том, что впервые показана возможность применения альтернативного отпаривающего агента при ректификации углеводородного сырья взамен перегретого водяного пара. Разработана малоотходная технология перегонки нефтегазоконденсатных смесей в исчерпывающей колонне путём рециркуляции паров тяжелой нефти через кубовой продукт, позволяющая повысить отбор дистиллятных фракций из состава мазута в среднем на 2,67 % и уменьшить расход испаряющего агента на 11,7 %.

Предлагаемая малоотходная технология ректификации нефтегазоконденсатной смеси в исчерпывающей колонне с рециркуляцией паров тяжелой нефти через кубовой продукт обеспечивает следующие преимущества: увеличение выхода светлых фракций из сырья; исключение использования перегретого водяного пара; уменьшение энергетических затрат, связанных с отделением водяного конденсата от получаемых дистиллятных фракций и последующей утилизации кислых вод; повышение эффективности эксплуатации технологического оборудования; снижение расхода антикоррозионных химических реагентов.

Реализация результатов. Решением производственно-технического совета Бухарского нефтеперерабатывающего завода №14 от 10 октября 2011 года результаты исследований и способ создания отпаривания углеводородными парами в процессе ректификации нефтегазоконденсатного сырья в исчерпывающей колонне приняты к адаптации совместно со специалистами завода к производственным условиям с дальнейшим внедрением в производство. Подготовлены Технологическая инструкция по применению паров тяжелой нефти вместо водяного пара (в качестве отпаривающего агента) в исчерпывающей части ректификационной колонны и Изменения к технологическому регламенту установки атмосферной перегонки смеси газоконденсата и нефти и фракционирования гидроочищенной нефти при использовании паров тяжелой нефти в качестве отпаривающего агента в исчерпывающей колонне. Заключен акт с Бухарским НПЗ о принятии к внедрению нового метода ректификации нефтегазоконденсатного сырья с применением альтернативного отпаривающего агента. Ожидаемый годовой экономический эффект составляет 1316,734 млн. сум.

Апробация работы. Основные положения диссертации обсуждены на научных и научно-практических конференциях: Республиканской научно-практической конференции «Иқтидорли талабалар, магистрлар, аспирантлар, докторантлар ва мустақил тадқиқотчиларнинг илмий-амалий конференцияси» (Наманган, 2009 й.); Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы аналитической химии» (Термез, 2010 г.); Республиканской научно-технической конференции «Ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик қайта жихозлаш, инновациялар, иқтисодий самарали усуллар ва ноанъанавий ечимлар» (Фарғона, 2010 й.); Шестой Международной конференции «Intelligent systems for industrial automation» (Ташкент, 2010 г.); конференции «Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан» (Нукус, 2011 г.); Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы очистки нефти и газа от примесей различными физико-химическими методами» (Карши, 2011 г.); Республиканской научно-технической конференции «Проблемы развития малого бизнеса, основанного на научных достижениях и инновационных технологиях взглядом молодых ученых» (Ташкент, 2011 г.); Республиканской научно-практической конференции «Юқори технологик ишланмалар ишлаб чиқаришга» (Тошкент, 2011 й.); Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана» (Ташкент, 2011г.).

Опубликованность результатов. Основное содержание диссертации отражено в 18 опубликованных работах, в том числе, в 9 статьях и 9 тезисах докладов. Поданы заявки на получение патентов РУз на «Способ ректификации нефтегазоконденсатных смесей с применением

углеводородного отпаривающего агента» (IAP №20100059, 16.02.2010) и полезную модель «Устройство для перегонки нефти» (№ FAP 20110038, 13.05.2011).

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 147 страницах компьютерного текста, включает 26 таблицы, 18 рисунков и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы из 114 библиографических наименований и приложения.

Автор выражает искреннюю благодарность директору Бухарского нефтеперерабатывающего завода, доктору технических наук Ш.М.Сайдахмедову и старшему научному сотруднику–соискателю Ташкентского государственного технического университета, кандидату технических наук О.Р. Абдурахмонову за ценные научные консультации и оказанную помощь при выполнении диссертационной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность работы, проанализирована степень изученности проблемы, указаны цель и задачи исследования, раскрыта научная новизна, показана научно-практическая значимость полученных результатов, а также сформулированы основные положения, выносимые на публичную защиту.

Первая глава посвящена анализу современного состояния теории и практики ректификации углеводородного сырья. Анализ и обобщение фактического материала, привлеченного в этой главе, позволили сформулировать уточненные цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе обобщены результаты по выявлению положительного эффекта применения альтернативных отпаривающих агентов при ректификации жидких углеводородов вместо водяного пара путём сравнения их тепломассообменных показателей.

Анализ коэффициентов теплоотдачи некоторых углеводородов и водяного пара. Значение коэффициента теплоотдачи α определялось из критериального уравнения:

$$Nu = 0,125 \cdot Re^{2/3} \cdot Pr^{1/3}, \quad (1)$$

где $Nu = \alpha l / \lambda$ – критерий Нуссельта, l – характерный линейный размер процесса теплоотдачи (радиус пузыря отпаривающего агента), м; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); $Re = wl/\nu$ – критерий Рейнольдса, w – средняя скорость движения паровой фазы, м/с, ν – кинематическая вязкость, м²/с; $Pr = c\mu/\lambda$ – критерий Прандтля, c – теплоемкость паровой фазы, Дж/(кг·К), μ – динамическая вязкость, Па·с.

Результаты, приведенные в табл. 1, показывают, что коэффициент теплоотдачи от водяного пара к углеводородной смеси составляет 27,05 Дж/(м²·К), а от углеводородного отпаривающего агента (с учетом состава отпаривающего агента C₁–C₄ атомов углерода в молекуле углеводорода) этот показатель составляет от 154,8 до 253,6 Дж/(м²·К).

Таблица 1

Значения коэффициента теплоотдачи некоторых углеводородов и водяного пара (при температуре 473 К)

Название отпаривающего агента	λ , Вт/(м·К)	Pr	Re	Nu	α , Дж/(м ² ·К)
Водяной пар (аналог)	0,033	0,967	17,074	0,819	27,048
Метан (CH ₄)	0,241	0,185	27,056	0,642	154,812
Этан (C ₂ H ₆)	0,175	0,203	56,110	1,076	188,426
Пропан (C ₃ H ₈)	0,151	0,188	100,165	1,545	233,340
Бутан (C ₄ H ₁₀)	0,135	0,224	122,863	1,878	253,619

Из полученных данных видно, что соотношение коэффициентов теплоотдачи в паровой фазе с применением углеводородного отпаривающего агента к коэффициенту теплоотдачи в данной фазе с использованием водяного пара, при ректификации жидких углеводородных смесей, составило при применении: метана – 5,7 раза; этана – 6,9 раза; пропана – 8,6 раза и бутана – 9,3 раза.

Определение коэффициента молекулярной диффузии декана и октана в паровые и жидкие фазы углеводородов. Значения коэффициента диффузии D_z [м²/с] диффундирующего газообразного компонента A углеводородной смеси в отпаривающий агент B рассчитывались по следующей формуле:

$$D_z = \left[\frac{(0,0043 \cdot 10^{-4} \cdot T^{3/2})}{P(V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \right] \cdot \left[\left(\frac{1}{M_A} \right) + \left(\frac{1}{M_B} \right) \right]^{1/2}, \quad (2)$$

где T – абсолютная температура, К; P давление (абсолютное), кгс/см²; V_A и V_B – молярные объемы взаимодействующих веществ, см³/моль; M_A и M_B – молярные массы, кг/кмоль.

Расчёт коэффициента диффузии декана в паровой фазе проводился при температуре 473 К и давлении 0,26 МПа. Физико-химические показатели декана: молярная масса $M_A = 142$ кг/кмоль, молярный объём $V_A = 229,4$ см³/моль, кинематическая вязкость $\nu = 6,8 \cdot 10^{-7}$ м²/с.

Рассчитывались коэффициенты диффузии октана в жидкой фазе распределяемых компонентов при температуре $T = 473$ К и давлении 0,26 МПа. Динамический коэффициент вязкости жидкости $\mu_B = 0,31$ мПа·с. Физико-химические свойства октана: молярная масса $M_A = 114$ кг/кмоль, молярный объём $V_A = 185$ см³/моль, кинематическая вязкость $\nu = 8,5 \cdot 10^{-7}$ м²/с.

При расчете коэффициента диффузии распределяемого вещества в жидкости использовано следующее выражение:

$$D_{жс} = 7,4 \cdot 10^{-12} \cdot \left[\frac{((\beta M_B)^{1/2} T)}{\mu V_A^{0,6}} \right], \quad (3)$$

где μ – вязкость жидкости, в которой происходит диффузия, мПа·с; β – параметр, учитывающий ассоциацию молекул растворителя; M_B – молярная

масса растворителя, кг/кмоль; T – абсолютная температура, К; V_A – молярный объем диффундирующего вещества, см³/моль.

Коэффициенты массоотдачи в паровой и жидкой фазах. Перегонка нефтегазоконденсатных смесей проводится в тарельчатых ректификационных колоннах. Для определения диффузионного критерия Нуссельта для тарельчатых колонн рекомендовано следующее уравнение:

$$Nu_d = 0,69 \cdot Pr_d^{0,5} \cdot Re^{0,72} \cdot Ga^{0,24}, \quad (4)$$

где Nu_d – диффузионный критерий Нуссельта; Pr_d – диффузионный критерий Прандтля; Ga – критерий Галилея.

Из диффузионного критерия Нуссельта выводится выражение для коэффициента массоотдачи β :

$$\beta = (Nu_d \cdot D) / l. \quad (5)$$

Проведены расчеты по определению коэффициента массоотдачи между жидкостью и отпаривающим агентом при ректификации углеводородных смесей. Рассчитывался коэффициент массоотдачи при температуре системы 473 К, скорости отпаривающего агента в свободном сечении аппарата $w = 0,6$ м/с, высоте слоя светлой жидкости над тарелкой $l = 0,05$ м. В качестве отпаривающих агентов использованы водяной пар, октан и нонан. Результаты расчета коэффициента массоотдачи в паровой фазе приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения коэффициента массоотдачи при диффузии декана в процессе перегонки с использованием отпаривающих агентов

Отпаривающий агент	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с	V_B , см ³ /моль	M_B , кг/кмоль	$\beta_y \cdot 10^{-3}$, м/ч
Водяной пар (аналог)	12,61	18,9	18	5,03
Октан (C ₈ H ₁₈)	0,85	185	114	17,5
Нонан (C ₉ H ₂₀)	0,76	207,2	128	18,2

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что значения коэффициента массоотдачи декана в паровой фазе (β_y) равны $17,5 \cdot 10^3$ м/ч и $18,2 \cdot 10^3$ м/ч в зависимости от составляющей фазы – октана и нонана соответственно. Этот показатель равен $5,03 \cdot 10^3$ м/ч, когда индивидуальный углеводород – декан распределяется в водяном паре. Отсюда следует, что за счет использования углеводородных отпаривающих агентов (например, октана и нонана) вместо водяного пара можно интенсифицировать процесс массоотдачи в паровой фазе в 3,5 раза.

При аналитическом расчете коэффициента массоотдачи в жидкой фазе тарельчатой колонны рекомендовано следующее уравнение для определения диффузионного критерия Нуссельта:

$$Nu_d = 0,23 Pr^{0,5} Re^{1,1} Ga^{0,24} \Gamma^{-1}, \quad (6)$$

где Γ – геометрический симплекс $\Gamma = 1 - \varepsilon$; ε – газосодержание пены.

В третьей главе приведены результаты изучения некоторых физико-химических и теплофизических свойств нефтегазоконденсатных смесей и промежуточных продуктов.

Экспериментальным путём установлено что, с увеличением количества нефти в составе смеси плотность изменяется в пределах $755,0 - 823,1 \text{ кг/м}^3$ (при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$). Из промежуточных продуктов тяжелая нефть имеет плотность ($\rho=747,0 \text{ кг/м}^3$), близкую к плотности газового конденсата ($\rho=755,0 \text{ кг/м}^3$), а мазут – $\rho=947,9 \text{ кг/м}^3$, значительно превышающую плотность нефти – $\rho=823,1 \text{ кг/м}^3$.

Показано, что с увеличением доли газового конденсата в составе смеси (нефть + газовый конденсат) при $t=20 \text{ }^\circ\text{C}$ кинематическая вязкость уменьшается от $2,58$ до $0,66 \text{ мм}^2/\text{с}$. Мазут имеет кинематическую вязкость $\nu=5,0 \text{ мм}^2/\text{с}$, это почти в 2 раза больше вязкости Газлийской нефти ($\nu=2,58 \text{ мм}^2/\text{с}$). А тяжелая нефть имеет кинематическую вязкость ($\nu=0,71 \text{ мм}^2/\text{с}$), близкую к значению вязкости Гиссарского газового конденсата.

Выявлено, что основным фактором, влияющим на теплоемкость нефти (при $t=\text{const}$) является её плотность. Например, с увеличением плотности нефти в пределах $0,784\text{--}0,804 \text{ кг/м}^3$ её теплоемкость уменьшается от $2,0262$ до $1,9731 \text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$.

В четвертой главе результаты экспериментального исследования процесса ректификации нефтегазоконденсатной смеси с применением альтернативного отпаривающего агента. Эксперименты проведены на лабораторной установке, показанной на рис. 1. *Условия проведения опытов:* объём нефтегазоконденсатной смеси $V_c = 3000 \text{ мл}$; количество отпаривающего агента $V_{oa} = 100 \text{ мл}$; конец кипения смеси $t_{\text{кк}} = 350 \text{ }^\circ\text{C}$; продолжительность процесса $\tau = 105 \text{ мин}$; расход флегмы $R = 12 \text{ мл/мин}$;

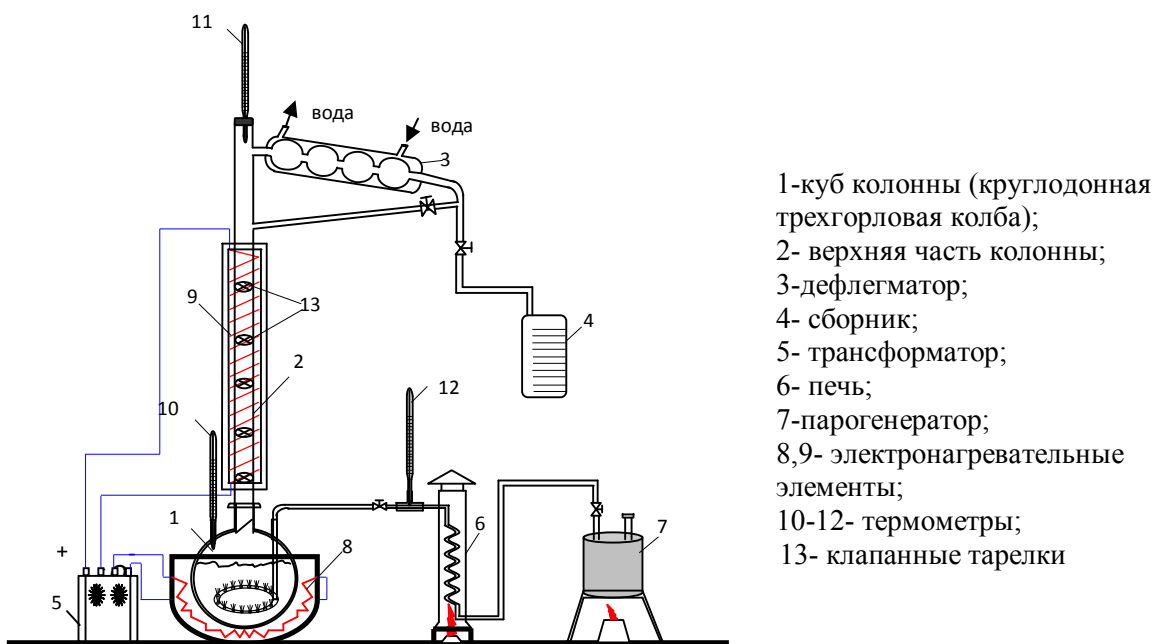


Рис. 1. Лабораторная ректификационная установка

Таблица 3

Влияние состава нефтегазоконденсатной смеси на выход светлых фракций и отбор мазута из сырья

№	Содержание газоконденсата в смеси, %	Температура начала кипения °С	Перегонка с водяным паром						Перегонка с парами тяжелой нефти						Уменьшение кол-ва мазута, % об.	Увеличение выхода светлых фракций, мл	Увеличение выхода светлых фракций, % об.
			Объем светлых фракций, мл	Объем мазута, мл	Потери, мл	Выход светлых фракций, % об.	Выход мазута, % об.	Потери, %	Объем светлых фракций, мл	Объем мазута, мл	Потери, мл	Выход светлых фракций, % об.	Выход мазута, % об.	Потери, %			
1	0	65	2705,3	370,5	24,2	87,95	12,05	0,78	2783,8	292,0	24,2	90,51	9,49	0,78	21,18	78,5	2,82
2	10	67	2708,4	364,3	27,3	88,14	11,86	0,88	2786,1	286,6	27,3	90,67	9,33	0,88	21,34	77,7	2,79
3	20	69	2713,1	356,5	30,4	88,39	11,61	0,98	2790,2	279,4	30,4	90,90	9,10	0,98	21,61	77,1	2,76
4	30	71	2720,8	348,8	30,4	88,64	11,36	0,98	2797,3	272,3	30,4	91,13	8,87	0,98	21,92	76,5	2,73
5	40	74	2732,3	334,2	33,5	89,10	10,90	1,08	2808,3	258,2	33,5	91,58	8,42	1,08	22,73	76,0	2,70
6	50	75	2746,3	320,2	33,5	89,56	10,44	1,08	2821,8	244,7	33,5	92,02	7,98	1,08	23,59	75,5	2,68
7	60	77	2758,7	304,7	36,6	90,05	9,95	1,18	2833,7	229,7	36,6	92,50	7,50	1,18	24,63	75,0	2,65
8	70	80	2765,8	294,5	39,7	90,38	9,62	1,28	2840,2	220,1	39,7	92,81	7,19	1,28	25,26	74,4	2,62
9	80	82	2767,0	288,3	44,7	90,56	9,44	1,44	2840,6	214,7	44,7	92,97	7,03	1,44	25,53	73,6	2,59
10	90	83	2768,4	284,6	47,0	90,68	9,32	1,52	2841,2	211,8	47,0	93,06	6,94	1,52	25,58	72,8	2,56
11	100	84	2769,7	281,3	49,0	90,78	9,22	1,58	2841,7	209,3	49,0	93,14	6,86	1,58	25,60	72,0	2,53

Основные показатели паров тяжелой нефти: $\rho = 747,0 \text{ кг/м}^3$; $\nu = 0,71 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $t_{\text{н.к.}} = 75$; $t_{\text{к.к.}} = 185 \text{ }^\circ\text{C}$. Относительная погрешность экспериментов составила 0,5 %.

Из анализа экспериментальных данных, приведенных в табл. 3, следует, что с увеличением доли газового конденсата в нефтегазоконденсатной смеси от 0 до 100 % об. выход светлых фракций из сырья в контрольных опытах (перегонка с водяным паром) увеличивался от 87,95 до 90,78 % об.; при этом отбор мазута изменялся в пределах $12,05 \div 9,22$ % об. В основных опытах (перегонка с парами тяжелой нефти) с изменением доли газового конденсата в составе нефтегазоконденсатной смеси в пределах $0 \div 100$ % об. отбор дистиллятных фракций из сырья повысился от 90,51 до 93,14 % об., а выход мазута из сырья уменьшался от 9,49 до 6,86 % об. Анализ данных табл. 3 свидетельствует о том, что степень увеличения выхода светлых дистиллятных фракций из нефтегазоконденсатных смесей за счет использования углеводородных паров в качестве альтернативного отпаривающего агента вместо перегретого водяного пара находится в пределах $2,53 \div 2,82$ % об. (в среднем 2,67 % об.).

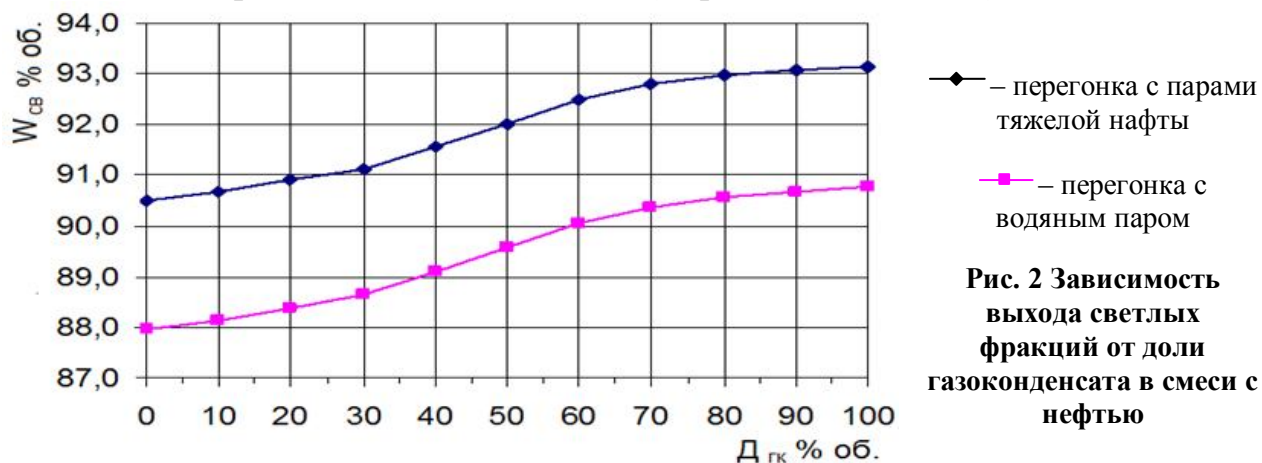


Рис. 2 Зависимость выхода светлых фракций от доли газоконденсата в смеси с нефтью

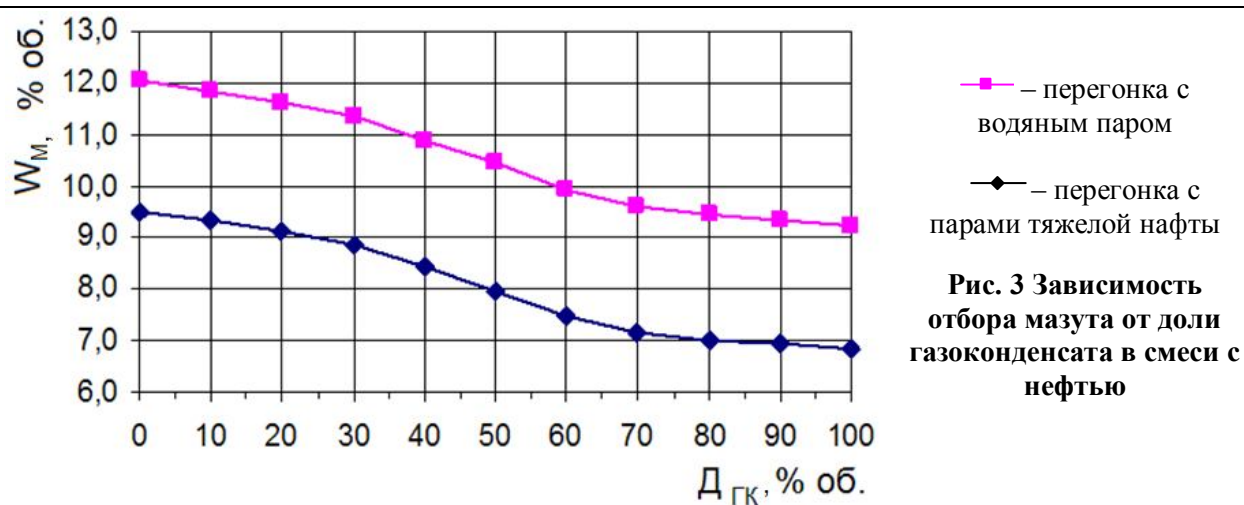


Рис. 3 Зависимость отбора мазута от доли газоконденсата в смеси с нефтью

Для сравнения значения коэффициентов массоотдачи в паровой фазе при распределении фракции углеводородов с температурными пределами $170\text{--}180 \text{ }^\circ\text{C}$ в отпаривающих агентах сведены в таблицу 4. Из этой таблицы следует, что значение коэффициента массоотдачи углеводородов (с

температурными пределами выкипаемости 170-180⁰С) в альтернативном отпаривающем агенте (в парах тяжелой нефти) составляет $\beta_{\text{п}} = 17,5 \cdot 10^3$ м/ч, что в 3,5 раза выше у аналогичного показателя в традиционном отпаривающем агенте-водяном паре ($\beta_{\text{п}} = 5,03 \cdot 10^3$ м/ч).

Таблица 4

Коэффициенты диффузии и массоотдачи в паровой фазе при распределении фракции углеводородов ($t_{\text{кип}} = 170-180$ °С) в отпаривающих агентах

Отпаривающий агент	$D_{\text{п}} \cdot 10^6$, м ² /с	$\beta_{\text{п}} \cdot 10^{-3}$, м/ч
Водяной пар	5,51	5,03
Пары тяжелой нефти	1,53	17,5

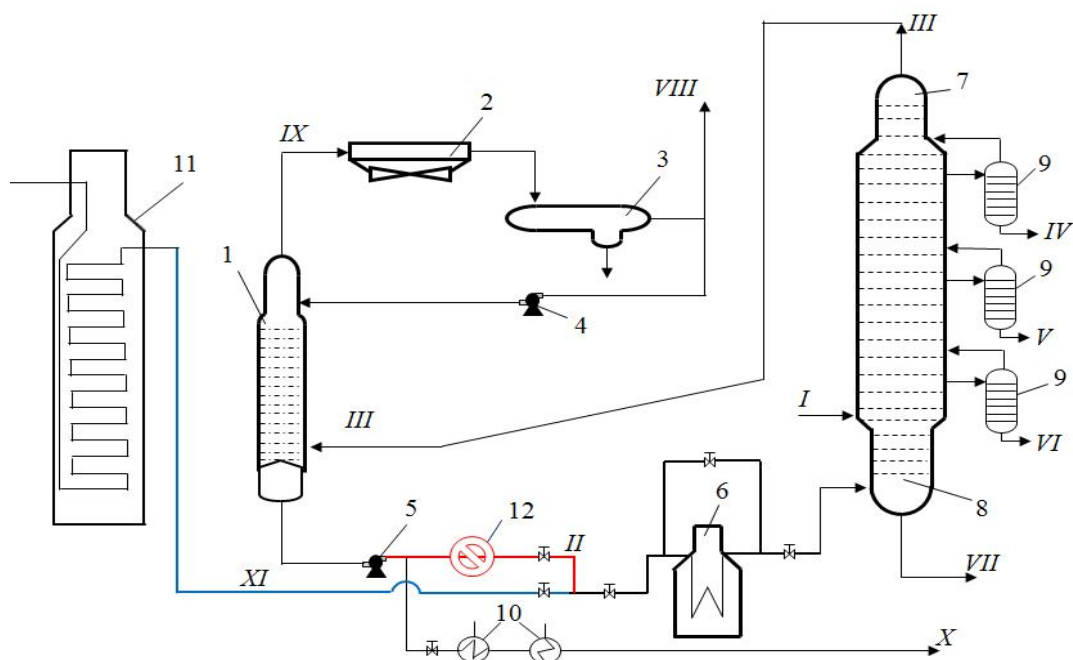
Сравнение физико-химических свойств отпаривающих агентов. Значения коэффициентов диффузии и массоотдачи зависят от физико-химических свойств отпаривающих агентов. Из данных табл. 5 видно, что между основными физико-химическими и теплофизическими свойствами используемого (водяного пара) и рекомендуемого (паров тяжелой нефти) отпаривающих агентов имеются существенные различия.

Таблица 5

Основные физико-химические и теплофизические свойства отпаривающих агентов (при 473 К и 2,6 атм)

Отпаривающий агент	M , кг/кмоль	V , см ³ /моль	ρ , кг/м ³	$\mu \cdot 10^6$, Па·с	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с	C_p , кДж/кг·К	λ , Вт/м·К
Водяной пар	18	18,9	1,286	16,2	12,6	1,974	0,0275
Пары тяжелой нефти	112-117	185	9,6	8,16	0,85	2,211	0,0101

В пятой главе приведена рациональная технологическая схема подвода паров тяжелой нефти в исчерпывающую колонну (рис. 4). При ректификации нефтегазоконденсатной смеси в исчерпывающей колонне в качестве отпаривающего агента используются пары тяжелой нефти, которые отбираются из низа разделительной колонны (1). Эта колонна разделяет общую нефть на легкую, выводимую с верхней части колонны, и на тяжелую нефть. Тяжелая нефть при выходе из низа разделительной колонны насосом (5) перекачивается через охладители на складирование. Она имеет следующие пределы кипения: начало $t_{\text{нк}} = 75$ °С и конец кипения $t_{\text{кк}} = 185$ °С. Отбор тяжелой нефти производится из трубопровода между насосом (5) и охладителем (10), далее проходит через печь (6) и достигает температуры $T_{\text{оа}} = 280$ °С. Отпаривающий агент отбирается расходом 0,58 кг/с из состава тяжелой нефти, отправляемого на складирование. Пары тяжелой нефти в качестве отпаривающего агента подаются в кубовую часть ректификационной колонны атмосферной перегонки (8).



I – разделительная колонна; 2 – воздушный охладитель; 3 – емкость; 4, 5 – насосы; 6 – печь; 7, 8 – соответственно укрепляющая и исчерпывающая части ректификационной колонны атмосферной перегонки; 9 – стриппинг-колонны; 10 – теплообменник; 11 – трубчатая печь; 12 – расходомер. Поток: *I* – углеводородная смесь на ректификацию; *II* – отпаривающий агент (пары тяжелой нефти); *III* – пары легкой фракции углеводородной смеси; *IV* – керосин; *V* – легкий газойл; *VI* – тяжелый газойл; *VII* – мазут; *VIII* – легкая нефть на склад; *IX* – легкая нефть; *X* – тяжелая нефть на склад; *XI* – линия водяного пара

Рис. 4. Принципиальная схема подвода паров тяжелой нефти в исчерпывающую часть ректификационной колонны

Таблица 6

Материальный баланс исчерпывающей колонны

Режимы перегонки	Жидкое орошение, G_f , т/ч	Отпаривающий агент, G_{oa} , т/ч	Выход светлых фр., G_n , т/ч	Сумма расходов паров $G_{oa} + G_n = G_{on}$, т/ч	Мазут, G_R , т/ч	Отбор дистиллятов $\varepsilon = \frac{G_n}{G_f}$	Отбор остатка $1 - \varepsilon = \frac{G_R}{G_f}$
С использованием водяного пара	73,6	2,38	13,60	15,98	60,0	0,1848	0,8152
С использованием паров тяжелой нефти	73,6	2,11	15,62	17,73	57,98	0,2123	0,7877

Материальный и тепловой балансы исчерпывающей колонны составлены применительно к Бухарскому НПЗ. Из данных табл. 6 следует, что выход светлых фракций из сырья повышается с 13,60 т/ч до 15,62 т/ч и происходит уменьшение количества мазута, выходящего из кубовой части колонны, с 60 т/ч до 57,98 т/ч. Расход отпаривающего агента снижается на 11,7 %.

Из данных табл. 7 видно, что в обоих случаях ректификации нефтегазоконденсатной смеси (Н=30%, ГК=70%) с применением в качестве

отпаривающего агента – водяного пара и паров тяжелой нефти соблюдаются тепловые балансы $51,9 \cdot 10^6$ кДж/ч и $51,3 \cdot 10^6$ кДж/ч соответственно.

Таблица 7

Тепловой баланс исчерпывающей колонны

Режимы перегонки	Приход тепла, $Q_p \cdot 10^{-6}$, кДж/ч			Расход тепла, $Q_r \cdot 10^{-6}$, кДж/ч			
	Q_f	Q_{oa}	Σ	Q_n	Q_R	Q_{oa}	Σ
с применением водяного пара	50,05	1,84	51,89	10,17	39,88	1,84	51,89
с применением паров тяжелой нефти	50,05	1,30	51,35	11,68	38,08	1,58	51,34

Таблица 8

Экономические показатели метода повышения эффективности исчерпывающей колонны при ректификации нефтегазоконденсатного сырья

№	Показатели экономической эффективности	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, тыс. сум	Годовая экономия, млн сум
1	Исключение затрат на создание отпаривающего агента – перегретого водяного пара	т/год	11974,15	18,476	221,240
2	Увеличение выхода светлых фракций	т/год	1493,36	699,417	1044,481
3	Уменьшение затрат на рекуперацию кислых вод	т/год	11974,15	4,302	51,513
4	Подготовка и монтаж дополнительной линии для подвода паров тяжелой нефти	линия	1	500	-
	Суммарный годовой экономический эффект	млн сум			1316,734

Результаты расчета ожидаемого экономического эффекта за счет использования альтернативного отпаривающего агента (паров тяжелой нефти) вместо водяного пара при ректификации нефтегазоконденсатного сырья в исчерпывающей колонне обобщены и сведены в табл. 8.

Таким образом, ожидаемый годовой экономический эффект для одного нефтеперерабатывающего завода с производительностью по сырью 2,5 млн. т. составляет 1316,734 млн. сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного комплекса теоретических и экспериментальных исследований, направленных на повышение эффективности процесса ректификации нефтегазоконденсатной смеси в исчерпывающей колонне путём замены перегретого водяного пара, применяемого в качестве отпаривающего агента, на углеводородные пары тяжелой нефти, сформулированы следующие общие выводы по диссертационной работе.

1. Сравнение основных параметров традиционного и альтернативного отпаривающих агентов (коэффициенты теплоотдачи и массоотдачи, плотность, динамическая и кинематическая вязкости) свидетельствует о том, что углеводородные пары имеют явные преимущества по сравнению с перегретым водяным паром:

- увеличение коэффициентов теплоотдачи в паровой фазе с применением индивидуальных углеводородных отпаривающих агентов (метана, этана, пропана и бутана) составило в пределах $5,7 \div 9,3$ раза по сравнению с аналогом – водяным паром;
- повышение значения коэффициента массоотдачи в паровой фазе при распределении фракции углеводородов с температурой кипения $170-180^{\circ}\text{C}$ в парах тяжелой нефти составило 3,5 раза по сравнению с данными в водяном паре;
- разница между кинематическими вязкостями водяного пара ($12,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) и паров тяжелой нефти ($0,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) составила 14,8 раза.

Выше отмеченные обстоятельства послужили основой для достижения положительного эффекта от применения паров тяжелой нефти при ректификации нефтегазоконденсатных смесей в исчерпывающей колонне вместо традиционного отпаривающего агента (водяного пара), выразившегося в увеличении выхода светлых фракций из сырья в среднем на 2,7 % об.

2. Обобщение полученных данных свидетельствует о том, что толщины пограничных пленок, образуемых углеводородными отпаривающими агентами – октаном и нонаном соответственно составили: $5,08 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ (распределяемый компонент - октан), $4,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ (распределяемый компонент - декан); при этом данный показатель для водяного пара составляет: $49,24 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ (распределяемый компонент - октан) и $46,54 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ (распределяемый компонент - декан). Из полученных данных следует, что за счет применения углеводородных отпаривающих агентов можно уменьшить толщину пограничной пленки между контактирующими фазами в 9,8 раза.

3. Результаты экспериментов по изучению влияния состава нефтегазоконденсатной смеси на выход светлых фракций при ректификации нефтегазоконденсатного сырья в исчерпывающей колонне с применением паров тяжелой нефти показали, что с увеличением доли газового конденсата в смеси в пределах $0 \div 100$ % выход дистиллятных фракций из сырья повышается от 90,51 до 93,14 % об., а выход мазута уменьшается от 9,49 до

6,86 %. Из полученных данных также следует, что за счет использования паров тяжелой нефти вместо водяного пара при ректификации нефтегазоконденсатных смесей можно увеличивать выход светлых фракций из состава мазута в среднем 2,67 % об. и уменьшить расход отпаривающего агента на 11,7 %.

4. Определены оптимальные условия проведения процесса ректификации в исчерпывающей колонне: жидкостное орошение – 20,4 кг/с; температура орошения – 340 °С; давление в колонне – 0,26 МПа; расход паров тяжелой нефти – 0,58 кг/с; температура подачи отпаривающего агента – 280 °С; выход светлых фракций 4,3 кг/с; расход мазута – 16,1 кг/с; температура мазута – 328,4 °С.

5. Предложена малоотходная технология ректификации нефтегазоконденсатной смеси в исчерпывающей колонне путём рециркуляции альтернативного отпаривающего агента (паров тяжелой нефти) через кубовой продукт, которая имеет следующие достоинства: увеличение выхода дистиллятных фракций из сырья; исключение использования водяного пара; уменьшение энергозатрат, связанных с отделением водяного конденсата от получаемых дистиллятных фракций и последующей утилизации кислых вод; исключение обводнения нефтепродуктов (авиационного керосина и дизельного топлива); снижение расхода антикоррозионных реагентов. Ожидаемый годовой экономический эффект за счет применения новой технологии сухой перегонки жидких углеводородных смесей для одного нефтеперерабатывающего предприятия с производительностью по сырью 2,5 млн тонн в год составляет 1,3 млрд сумов в год.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Бобохонов Х.Н. Ректификация жараёнларида дистиллят буглари иссиқлигидан фойдаланиш // Иқтидорли талабалар, магистрантлар, аспирантлар докторантлар ва мустақил тадқиқотчиларнинг илмий-амалий конференцияси мақолалари тўплами. – Наманган, 2009. –Б. 201.
2. Бобохонов Х.Н., Абдурахмонов О.Р. Гидравлический расчет перелива жидкости в ректификационной колонне // Академик А.Ғ. Ғаниевнинг 80 йиллигига бағишланган «Аналитик кимё фанининг долзарб муоммолари» III-Республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалари тўплами. – Термиз, 2010. – Б. 314-317.
3. Абдурахмонов О.Р., Салимов З.С., Бобохонов Х.Н., Худойберганов А.А. Исследование и расчет теплоемкости углеводородов // Научная жизнь. – Москва, 2010. - №5. –С. 10-14.
4. Абдурахмонов О.Р., Бобохонов Х.Н. Исследование массоотдачи при ректификации нефтегазоконденсатных смесей с использованием углеводородных паров в качестве отпаривающего агента // Узбекский химический журнал. –Ташкент, 2010. – №5. – С. 40-42.

5. Салимов З. С., Абдурахмонов О. Р., Бобохонов Х.Н., Худойберганов А. А. Исследование и расчет теплоемкости углеводородных газов и паров // Узбекский химический журнал. –Ташкент, 2010. – №6. – С. 27-31.
6. Салимов З.С., Абдурахмонов О.Р., Сайдахмедов Ш.М., Бобохонов Х.Н. Интенсификация процесса предварительной перегонки нефтегазоконденсатного сырья // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2010. -№7. – С. 339-342.
7. Абдурахмонов О. Р., Салимов З. С., Бобохонов Х.Н. Исследование и расчет теплоемкости углеводородов // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2010. -№8. – С . 418-420.
8. Abdurakhmonov O.R., Bobokhonov H.N., Khudayberganov A.A. Computer calculation process of rectification oil-gas-condensates raw materials // Proceedings of Sixth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. –Tashkent, 2010. – PP. 132-134.
9. Салимов З.С., Абдурахмонов О.Р. Бобохонов Х.Н. Определение теплоемкости жидких углеводородов и их паров // Доклады АН РУз. – Ташкент, 2011. –№2. – С. 42-46.
10. Бобохонов Х.Н., Абдурахмонов О.Р. Интенсификация массопередачи в процессе ректификации нефтепродуктов // “Ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва таҳнологик қайта жиҳозлаш, инновациялар, иқтисодий самарали усуллар ва ноанъанавий ечимлар” мавзусидаги II Республика илмий ва илмий-техник анжумани мақолалари тўплами. - Фарғона, 2010. –Б. 108-110.
11. Бобохонов Х.Н. Нефть ва газ конденсати аралашмасини ректификациялаш жараёнинида углеводород буғларидан фойдаланиш // Ёш олимлар илмий анжумани мақолалари тўплами. – Тошкент, 2010. – Б. 16-18.
12. Салимов З.С., Абдурахмонов О.Р., Бобохонов Х.Н. Исследование теплоотдачи при ректификации нефтегазоконденсатных смесей с использованием углеводородного теплоносителя // Доклады АН РУз. – Ташкент, 2011. –№3. – С. 48-50.
13. Бобохонов Х.Н., Абдурахмонов О.Р., Мўминов Р.Р. Нефть ва газ конденсати аралашмасини ректификациялаш жараёнини такомиллаштириш // Материалы Республиканская научно-практическая конференция: «Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан». – Нукус, 2011. – С.55-58.
14. Бобохонов Х.Н., Абдурахмонов О.Р., Муминов Р.Р., Абдурахмонов С.Р. Энергосбережение в процессах ректификации на примере разделения нефтегазоконденсатных смесей // “Илм-фан ютуқлари ва инновацион технологияларга асосланган кичик бизнес ва хусусий тадбиркорликни ривожлантириш муаммолари ёш олимлар нигоҳида” Республика илмий-амалий конференцияси мақолалари тўплами. – Тошкент, 2011. – С. 212-214.

15. Бобохонов Х.Н., Абдурахмонов О.Р. Определение теплоемкости углеводородов и их паров при атмосферном давлении // Материалы Республиканская научно-практическая конференция: «Актуальные проблемы очистки нефти и газа от примесей различными физико-химическими методами». – Карши, 2011. – С. 55-58.
16. Zakirjan Salimov, Olim Abdurakhmonov, Shamshidinhuja Saydakhmedov, Husan Bobokhonov. Reduction of the thickness of the boundary film at rectification of hydrocarbonic mixes with application of dry distillation // Perspectives of Innovations, Economics and Business. – Prague, 2011. – № 9/3. – PP. 78-80.
17. Абдурахмонов О.Р., Салимов З.С., Бобохонов Х.Н. Повышение эффективности массообмена при ректификации углеводородного сырья // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции: «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов». – Ташкент, 2012. – С. 295-298.
18. Салимов З.С., Абдурахмонов О.Р., Сайдахмедов Ш.М., Бобохонов Х.Н. Влияние сухой перегонки нефтегазоконденсатных смесей на межфазную пограничную пленку // Доклады АН РУз. –Ташкент, 2012. –№2. – С. 44-46.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Бобохонов Хусан
Намозовичнинг 05.17.21 – Нефть ва газни қайта ишлаш жараёнлари ва ускуналари
ихтисослиги бўйича “Ҳайдаш колоннасида нефть-газ конденсати аралашмаларини
ректификациялаш жараёни самарадорлигини ошириш” мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: ҳайдаш, ректификациалаш, ректификацилаш колоннаси, ҳайдаш колоннаси, сув буғи, углеводород буғлари, муқобил буғлатувчи агентлар, иссиқлик алмашилиш, модда алмашилиш, иссиқлик бериш коэффициентлари, молекуляр диффузия коэффициенти, чегара юпка қатлам қалинлиги, модда бериш коэффициенти, жадаллашиш механизми, моддий баланс, иссиқлик баланси, технологик схема.

Тадқиқот объектлари: ҳайдаш колоннасидаги ректификациялаш жараёнлари.

Ишнинг мақсади: сув буғи ўрнига рециркуляция йўли орқали муқобил буғлатувчи агент – оғир нафта буғидан фойдаланиб, ҳайдаш колоннасида нефть-газ конденсати аралашмасини ректификациялаш жараёни самарадорлигини ошириш.

Тадқиқот методлари: углеводородли хом ашёнинг физик-кимёвий ва иссиқлик-физикавий хоссаларини аниқлашда стандартлаштирилган услублардан, унинг фракцион таркибини аниқлашда эса нефтни оддий ҳайдаш ускунасида фойдаланилган. Хом ашё ва иссиқлик ташувчининг ҳарорати, босими, сарфи ва бошқа кўрсаткичлари анъанавий услублар ёрдамида аниқланган. Тадқиқот натижаларини қайта ишлашда ўхшашлик назарияси асосида олинган критериялар тенгламалардан фойдаланилган.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: илк бор нефть-газ конденсати аралашмасини ректификациялашда қўлланиладиган буғлатувчи агентлар - сув буғи ва оғир нафта буғларининг кинематик коэфффициентлари ўртасида катта фарқ борлиги оқибатида, муқобил буғлатувчи агент (нафта буғлари)дан фойдаланишнинг ижобий самараси асосланган; буғлатувчи агент сифатида оғир нафта буғларидан фойдаланилган ҳолатда, нефть-газ конденсати аралашмаси таркиби ўзгаришининг хом ашёдан тиниқ фракциялар чиқишига таъсири аниқланган; муқобил буғлатувчи агент сифатида оғир нафтанинг буғларидан фойдаланиш орқали, хом ашёдан ёқилғи фракцияларини олишни кўпайтиришга ва буғлатувчи агентнинг сарфини камайтиришга имкон берувчи, нефть-газ конденсати аралашмасини ҳайдаш колоннасида ректификациялашнинг самарали усули таклиф қилинган; ҳайдаш колоннасида нефть-газ конденсати аралашмасини муқобил буғлатувчи агент (оғир нафта буғлари)дан фойдаланган ҳолда ректификация қилишнинг оптимал режимлари аниқланган.

Амалий аҳамияти: Оғир нафта буғини саноат ректификациялаш колоннасининг куб қисмига етказиб беришнинг ишлаб чиқилган самарали технологик схемасини амалиётда қўллаш орқали, мазут таркибидан ёқилғи фракцияларини олишни ўртача ҳисобда 2,7 % кўпайтиришга ва буғлатувчи иссиқлик ташувчининг сарфини 11,7% камайтиришга имконият яратилади.

Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: ректификациялаш колоннасининг куб қисмида оғир нафта буғларидан фойдаланиш бўйича технологик йўриқнома ва регламент тайёрланган. Ишлаб чиқилган амалий таклиф, Бухоро нефтни қайта ишлаш корхонасининг ишлаб чиқариш – техник кенгашининг 2011 йил 10 октябрдаги қарорига биноан, корхона мутахассислари билан биргаликда унга мослашув ва кейинчалик ишлаб чиқаришга жорий этиш учун қабул қилинган. Суюқ углеводородли аралашмаларни ректификацион колоннанинг куб қисмида янги қуруқ ҳайдаш усулидан Бухоро НҚИКда фойдаланиш орқали қўйилган йиллик иқтисодий самара 1,3 млрд. сўмни ташкил этди.

Қўлланиш соҳаси: нефтни қайта ишлаш саноати.

РЕЗЮМЕ

диссертации Бобохонова Хусана Намозовича на тему: «Повышение эффективности процесса ректификации нефтегазоконденсатных смесей в исчерпывающей колонне» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.21 – «Процессы и аппараты переработки нефти и газа»

Ключевые слова: перегонка, ректификация, ректификационная колонна, исчерпывающая колонна, водяной пар, углеводородные пары, альтернативные отпаривающие агенты, теплообмен, массообмен, коэффициент теплоотдачи, коэффициент молекулярной диффузии, толщина пограничной пленки, коэффициент массоотдачи, механизм интенсификации, материальный баланс, тепловой баланс, технологическая схема.

Объекты исследования: процессы ректификации в исчерпывающей колонне.

Цель работы: повышение эффективности процесса ректификации нефтегазоконденсатной смеси в исчерпывающей колонне путём рециркуляции альтернативного отпаривающего агента (паров тяжелой нефти) через кубовой продукт вместо перегретого водяного пара.

Методы исследования: при определении физико-химических и теплофизических свойств углеводородного сырья использованы стандартные методики, а при изучении его фракционного состава – аппарат простой перегонки при атмосферном давлении. Измерения температуры, давления, расходов сырья и теплоносителя и других показателей проведены традиционными методами. Обработка результатов исследований выполнена с использованием критериальных уравнений, полученных на основе теории подобия.

Полученные результаты и их новизна: впервые обоснован положительный эффект применения альтернативного отпаривающего агента при ректификации жидких углеводородов, возникающий из-за большой разницы между кинематическими вязкостями водяного пара и паров тяжелой нефти; установлен характер влияния состава нефтегазоконденсатной смеси на выход светлых фракций из сырья при ректификации с применением в качестве испаряющего агента паров тяжелой нефти; предложен эффективный способ ректификации нефтегазоконденсатной смеси в исчерпывающей колонне с применением паров тяжелой нефти в качестве альтернативного отпаривающего агента, позволяющий увеличить выход светлых фракций из состава мазута и уменьшить расход отпаривающего агента; определены оптимальные условия проведения процесса ректификации нефтегазоконденсатной смеси в исчерпывающей колонне с применением альтернативного испаряющего агента (паров тяжелой нефти).

Практическая значимость: разработанная рациональная технологическая схема подвода паров тяжелой нефти в кубовую часть промышленной ректификационной колонны позволяет повысить отбор светлых фракций из мазута в среднем на 2,7 % и уменьшить расход отпаривающего теплоносителя на 11,7 %.

Степень внедрения и экономическая эффективность: подготовлены технологическая инструкция и технологический регламент по применению паров тяжелой нефти в исчерпывающей части ректификационной колонны. Разработанные рекомендации, на основании решения производственно-технического состава Бухарского НПЗ от 10 октября 2011 года приняты к адаптации совместно со специалистами завода к производственным условиям с дальнейшим внедрением в производство. Ожидаемый годовой экономический эффект за счет применения нового метода сухой перегонки жидких углеводородных смесей в исчерпывающей колонне Бухарского НПЗ составляет 1,3 млрд. сумов.

Область применения: нефтеперерабатывающая промышленность.

RESUME

Thesis of Husan Namozovich Bobohonov on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in technical sciences on speciality 05.17.21 – «Processes and apparatus of oil and gas refining» subject: «Increase of efficiency of process of rectification oil-gas condensate mixes in an exhaustive column»

Key words: rectification, distillation, steam, the hydrocarbon pairs, the alternative heat carrier, alternative steaming agents, heat change, mass-transfer, convective heat exchange coefficient, molecular diffusion coefficient, thickness of a boundary film, a mass-transfer coefficient, material balance, fractionation tower, exhaustive string, intensification.

Subjects of research: rectification processes in an exhaustive string.

Purpose of work: increase of efficiency of process of rectification нефтегазоконденсатной mixes in an exhaustive column by replacement перегретого the water steam applied as the heat-carrier (the steaming agent), on steams heavy faction.

Methods of research: at determination physical and chemical and thermal properties of hydrocarbon raw standard methods of application are used, and at learning of its fractional composition - vehicle. Measurements of temperature, stress, raw and heat carrier discharge rates and other indexes are held by traditional methods. Treating of results of studies is held with use of methods of similarity theory and modelling.

The results obtained and their novelty: for the first time the dodge of an intensification of a mass-transfer is substantiated at rectification of a petrogas condensate mixture for the account of decrease of thickness of boundary films between contacted by phases at use of hydrocarbon steams of in the capacity of steaming agent instead of overheated steam; possibility of an intensification of process of heat change between the steaming agent and a distilled mixture by comparison of coefficients of a convective heat exchange vapour-phase with application of methane, ethane, propane and butane in relation to analogue - water steam is demonstrated; the effective method of rectification of a petrogas condensate mixture in an exhaustive string with application of steams of a high-gravity naphtha in the capacity of the alternative steaming agent allowing is tendered to augment culling of propellant distillates from raw.

Practical value: the elaborated optimum flow diagramme of heat input of steams of a high-gravity naphtha in a bottom part of an industrial fractionation tower allows to increase culling of light distillate fractions from composition of boiler oil on the average on 2,7 % and to diminish the discharge rate of steaming heat carrier on 11,7 %.

Degree of embed and economic effectivity: the technological operating instruction on application of steams of a high-gravity naphtha in exhausting a fractionation tower part is prepared. The elaborated recommendations, on the basis of solution it is production - operating personnel Bukhara petroleum refinery from October, 10th, 2011, are taken over to adapting jointly with specialists of factory to working conditions with the further implementation in production. Expectational annual economic benefit for the account application of a new method of pyrogenic distillation of liquid hydrocarbon mixtures in an exhaustive string Bukhara petroleum refinery compounds 1,3 mlrd. soums per year.

Field of application: the petroleum-refining industry.