



## **ВВЕДЕНИЕ**

Бакалаврская работа содержит 49 страницы, 8 таблиц, 5 рисунков , 31 литературных источников.

Производство высококачественного газойля и битума является одной из ключевых задач в области нефтяной переработки. Энергетическая политика стран требует использования разнообразных источников углеводородного сырья, однако ресурсы, обладающие высоким качеством и низкой стоимостью, становятся все более дефицитными.

Тяжелое нефтяное сырье, характеризующийся высоким содержанием асфальтенов и парафинов, часто рассматривается как неперспективный продукт нефтедобычи, его использование ограничено из-за низкой рентабельности. Тяжёлая нефть, в свою очередь, требует сложных и дорогостоящих технологий для ее переработки, что делает её покупку менее привлекательной для многих нефтехимических комплексов. Тем не менее, эти ресурсы можно перерабатывать в качественную продукцию, что способно не только значительно увеличить рентабельность, но и расширить спектр доступных углеводородных материалов на рынке. Высококачественный газойль и битум, полученные из парафинистого мазута и тяжёлой нефти, могут стать альтернативой традиционным источникам и обеспечить экономическую выгоду [1].

Целью работы является разработка способа одновременного получения строительного и дорожного битумов.

В первой главе бакалаврской работы осуществлен поиск и изучение литературных данных для сравнения способов переработки нефти с получением битумов различных марок.

В условиях современной мировой экономики, характеризующейся растущим спросом на энергию и нефтепродукты, все большее значение приобретает переработка нетрадиционных видов углеводородного сырья. Тяжелое нефтяное сырье, обладая особым химическим составом и физико-химическими свойствами, представляют собой важный ресурс для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Однако их переработка сопряжена с рядом технологических и экономических сложностей.

Несмотря на сложности переработки, тяжелые нефти являются ценным сырьем для производства топлив, битумов и других продуктов. Разработка месторождений тяжелых нефтей становится все более актуальной в условиях истощения запасов легких нефтей. Современные технологии, такие как термическая конверсия, гидрокрекинг и деасфальтизация, позволяют эффективно перерабатывать тяжелое сырье и получать высококачественные продукты.

Анализ и описание химического состава этих видов сырья откроет новые горизонты для разработки методов их переработки. Важно понимать, что успешное изучение этих процессов позволит не только решить вопросы рентабельности, но и добиться соблюдения экологических стандартов, что в условиях актуальных мировых тенденций становится первостепенной задачей.

В настоящее время переработка тяжелого нефтяного сырья представляет собой сложный и многогранный процесс, включающий в себя несколько ключевых технологий. Процесс переработки этих видов сырья требует применения специализированных методов, поскольку они отличаются высокой вязкостью и содержанием тяжёлых компонентов, таких как асфальтены и смолистые вещества.

Основные методы обработки парафинистого мазута и тяжёлой нефти включают дистилляцию, крекинг и гидрогенизацию. Дистилляция, как уже

упоминалось, позволяет отделить легкие фракции. Важно отметить, что для этих видов сырья часто применяют как атмосферные, так и вакуумные процессы дистилляции. Вакуумная дистилляция намного эффективней, так как позволяет получить более высококачественные остатки и значительно снизить давление, что минимизирует разложение углеводородов.

После дистилляции на очереди стоят процессы крекинга, которые могут быть термическими или каталитическими. Гидрокрекинг является одним из самых эффективных методов переработки в современных условиях, так как обеспечивает не только высокую степень преобразования, но и снижение содержания серы в конечных продуктах. Это происходит за счет взаимодействия углеводородов с водородом, так что на выходе получается более экологически чистый продукт.

Следующий этап обработки включает обессоливание и удаление водяных примесей. Эти процессы необходимы для повышения качества нефти и мазута, так как наличие солей отрицательно сказывается на работе оборудования и качество получаемой продукции. Различные физические и химические методы, такие как коагуляция и флотация, применяются для достижения поставленных целей.

Важно также учитывать, что обработка парафинистого мазута и тяжёлой нефти требует постоянного контроля за параметрами технологического процесса. Это позволяет минимизировать потери и оптимизировать условия переработки.

Современные технологии требуют эффективного применения и внедрения автоматизированных систем управления процессами. Использование информационных технологий и систем контроля делает процесс переработки более эффективным и безопасным. Эти аспекты становятся особенно актуальными при работе с высоковязкими и токсичными материалами, которые содержат тяжелые углеводороды и могут негативно влиять на окружающую среду.

Таким образом, анализ химико-физических свойств парафинистого мазута и тяжёлой нефти, а также внедрение современных методов их переработки, позволяет значительно увеличить выход высококачественных нефтепродуктов и сократить время на их производство.

Во второй главе бакалаврской работы описан технологический процесс переработки тяжелого нефтяного сырья с получением различных марок битума, для колонны окисления выполнены расчеты материального и теплового баланса.

Основным аппаратом установок непрерывного действия для производства битума являются трубчатый реактор или окислительная колонна. Окислительные колонны используются в основном для производства дорожных битумов, а трубчатые реактора для производства строительных битумов. Отдельные установки могут иметь одновременно оба аппарата.

На рисунке представлена схема установки производства битумов, состоящей из двух блоков (на первом получают строительные битумы, на втором – дорожные вязкие).

Гудрон через печь П-1 поступает в емкость Е-1, а затем в смесителях М-1 и М-2 контактирует с воздухом и рециркулирующим окисленным продуктом. Смесь направляется в трубчатые реакторы первого блока Р-1, Р-2. Продукты окисления из реакторов переходят в испаритель К-1, где происходит отделение газообразной фазы от жидкой. Газы (воздух, пары отгона, окислы углерода и серы) через холодильник Х-1 направляются в сепаратор К-3, из которого несконденсировавшиеся газы окисления выводятся на сжигание в печь П-3, а отгон – через холодильник Х-5 с установки.

Окисленный продукт с низа испарителя К-1 частично возвращается в смесители М-1 и М-2 на рециркуляцию, а балансовый избыток откачивается в емкости Е-3–Е-6. Из емкостей строительный битум поступает на розлив в крафтмешки и автобитумовозы.

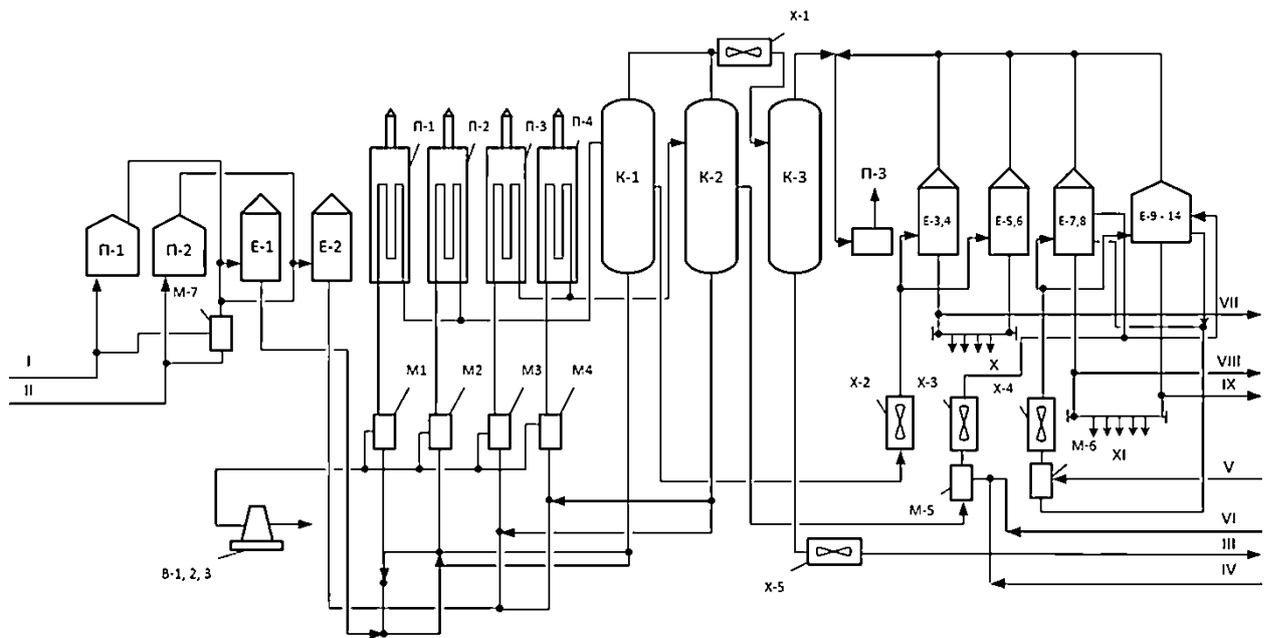


Рисунок 1 - Схема установки одновременного получения дорожного и строительного битумов:

Дорожные битумы получают окислением асфальта деасфальтизации по схеме, аналогичной описанной выше (смесители М-3 и М-4 → испаритель К-2). Окисленный продукт из испарителя К-2 подается в смеситель М-5 на компаундирование с поверхностно-активными веществами и экстрактом селективной очистки масел, а затем попадает в емкости Е-7 – Е-14. Если на предприятии отсутствуют асфальты и экстракты, то дорожные битумы получают окислением гудрона.

Дорожные вязкие битумы разливаются из емкостей Е-7 и Е-8 в железнодорожные цистерны, бункерные полувагоны и автобитумовозы. Для получения дорожных жидких битумов вязкие битумы в смесителе М-6 смешиваются с разжижителем – керосино-газойлевой фракцией.

Установка предусматривает производство нескольких марок окисленных битумов. Для составления материального баланса процесса необходимо рассчитать количество потребляемого сырья: гудрон, воздух, а также количество веществ выходящих из установки: битум, азот, непрореагировавший кислород, углекислый газ, водяные пары, углеводородные газы и отгон, каждой колонны в отдельности в зависимости от ее производительности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Предложена модернизация технологического процесса, позволяющая одновременно получать несколько марок битумов (дорожный 74 масс.% и строительный 23 масс.%) за счет разделения технологических зон (окисление, сепарация) и оптимизации подачи воздуха и температурных режимов.

2. Составлены материальный баланс установки до и после модернизации и тепловой баланс

3. Предложенная технология позволяет снизить энергозатраты за счет утилизации тепла реакции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Хорошев В. Г., Попов Л. Н., Гатин Р. И. Перспективы использования альтернативных видов топлива в судовых энергетических установках // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2019. — № 4 (390). — С. 200–208.
- 2 Ширяева Р. Н., Сагитова Ч. Х., Бадикова А. Д. Состав и структурные особенности асфальтенов тяжелой нефти // Вестник Башкирского университета. – 2020. – Т. 25. – № 1. – С. 73-81.
- 3 Хайн Н. Дж. Геология, разведка, бурение и добыча нефти. – М.: Олим-Бизнес, 2010. – 726 с.
- 4 Пат. 2795980 Российская Федерация. Установка производства газойля и битума из парафинистого мазута и тяжелой нефти / Курочкин А. В. – Заявка №2022123351 от 31.08.2022, опубл. 15.05.2023, Бюл. №14.
- 5 Влияние параметров процесса замедленного коксования асфальта на выход и качество жидких и твердофазных продуктов / Н. К. Кондрашева, В. А. Рудко, М. Ю. Назаренко и др. // Записки Горного института. – 2020. – Т. 241. – С. 97–104.
- 6 Пивоварова Н. А., Берберова Н. Т., Шинкарь Е. В. Перспективные технологии удаления и утилизации сероводорода из мазута // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2020. – Т. 63. – № 8. – С. 39-53.
- 7 Проваторова Г. В. Экологические аспекты модификации битума // Умные композиты в строительстве. – 2021. – Т. 2. – № 1. – С. 47-52.
- 8 Корнеев Д. С., Певнева Г. С., Головкин А. К. Термические превращения асфальтенов тяжелых нефтей при температуре 120 °С // Журнал СФУ. Химия. – 2019. – № 1. – С. 101-117.
- 9 Задымова Н. М., Скворцова З. Н., Траскин В. Ю. Тяжелая нефть как эмульсия: состав, структура и реологические свойства // Коллоидный журнал. 2016. – Т. 78. – № 6. – С. 675-687.

- 10 Коваленко Е. Ю., Сагаченко Т. А., Голушкова Е. Б. Изменение структурно-группового состава смол и асфальтенов при воздействии на нефть металлических порошков // Известия ТПУ. – 2014. – № 3. – С. 130-136.
- 11 Зайдуллин И. М., Петрова Л. М., Аббакумова Н. А. Состав тяжелых нефтей и структурные характеристики компонентов как факторы, влияющие на устойчивость нефтей к осаждению асфальтенов // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 10. – С. 152-154.
- 12 Петров И. С. Термические и каталитические методы переработки мазута // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2019. – № 6. – С. 34-40.
- 13 Кузнецов В. П. Современные методы переработки тяжелых нефтей и нефтяных остатков // Химия и технология топлив и масел. – 2018. – № 4. – С. 22-28.
- 14 Сафин И. Г. Использование природных битумов в асфальтобетонных смесях // Дорожное строительство. – 2021. – № 4. – С. 45-50.
- 15 Ахметов Р. Р. Природные битумы: свойства и применение в строительстве // Строительные материалы. – 2020. – № 5. – С. 33-38.
- 16 Бикмухаметова Г. К., Абдуллин А. И., Емельянычева Е. А. Природные битумы. Перспективы использования // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – № 18. – С. 31-36.
- 17 Назаренко М. Ю., Кондрашева Н. К., Салтыкова С. Н. Характеристика отходов сланцепереработки для их использования в качестве фильтрующих материалов // Вода и экология: проблемы и решения. – 2018. – № 1 (73). – С. 9–16.
- 18 Пат. 2795980 Российская Федерация. Установка производства газойля и битума из парафинистого мазута и тяжелой нефти / Курочкин А.В., – Заявка №2022123351 от 31.08.2022, опубл. 15.05.2023. Бюл. №14
- 19 Гун, Р. Б. Нефтяные битумы / Р. Б. Гун. — М.: Химия, 1973. — 429 с.

20 Пат. 2626321 Российская Федерация. Установка замедленной термической конверсии мазута / Курочкин, А. В. – Заявка №2016126082 от 28.06.2016, опубл. 26.07.2017 Бюл. №21

21 Пат. 2683111 Российская Федерация. Способ получения битума / Карпов Н. В., Вахромов Н. Н., Дутлов Э. В. и др. – Заявка №2018117841 от 14.05.2018, опубл. 26.03.2019 Бюл. №9

22 Пат. 2458965 Российская Федерация. Способ получения битума / Князьков А. Л., Никитин А. А., Лагутенко Н. М. и др. – Заявка №2011104455/05 от 08.02.2011, опубл. 20.08.2012 Бюл. №23

23 Лавриненко А. А., Сирченко А. С. Повышение эффективности действия собирателей при флотации углей // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. № 3. С. 70–74.

24 Гусев Д. И. Современные методы депарафинизации нефтепродуктов // Химия и технология топлив и масел. – 2019. – № 2. – С. 15-20.

25 Нефедов, Б. К. Пути развития и модернизации российских НПЗ / Б. К. Нефедов // Катализ в промышленности. – 2008. – № 1. – С. 33-39.

26 Попкова, О. С. Определение параметров для эффективного горения малосернистого мазута / О. С. Попкова, А. И. Файзуллина, К. Х. Гильфанов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017 – № 132. – С. 1267-1276

27 Чешкова, Т. В. Структура асфальтенов нефтей различной химической природы / Т. В. Чешкова, В. П. Сергун, Е. Ю. Коваленко и др. // Известия ТПУ – 2018 – №9 – С. 61-71

28 Котенко Н. П., Щерба Ю. С., Евфорицкий А. С. Влияние полимерных и функциональных добавок на свойства битума и асфальтобетона // Известия вузов. – 2019. – № 1. – С. 94-99.

29 Григорьев М. А. Модификация битумов полимерными добавками для улучшения свойств асфальтобетона // Дорожное строительство. – 2020. – № 8. – С. 56-61.

30 Козлов А. Н. Экологические проблемы переработки нефти и пути их решения // Экология и промышленность России. – 2019. – № 7. – С. 33-38.

31 Черножуков, Н.И. Технология переработки нефти и газа / Н.И. Черножуков. – М.: Химия, 1978. — 423 с.