

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 18.03.01 Химическая технология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект установки вакуумной ректификации сборной Западно-Сибирской нефти УДК 665.6048.3-982-047.74

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д41	Леммер М.А		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Бондалетов В.Г.	Д.Т.Н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ::

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова О. А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мойзес О.Е.	К.Т.Н., доцент		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 18.03.01 Химическая технология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) Мойзес О. Е.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-2Д41	Леммер Максиму Александровичу

Тема работы:

Проект установки вакуумной ректификации сборной Западно-Сибирской нефти

Утверждена приказом директора (дата, номер)

04.03.2019, № 1678/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

24.05.2019

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Проект установки вакуумной ректификации сборной Западно-Сибирской нефти производительностью 3000 тыс. тонн в год
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Теоретическая часть 2. Инженерные расчеты 3. Финансовый менеджмент 4. Социальная ответственность
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Технологическая схема 2. Чертеж колонны. Вид общий 3. Чертеж колонны. Сборочные единицы 4. График точки безубыточности

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	к.э.н., доцент Т.Г.Рыжакина
Социальная ответственность	ассистент О. А.Немцова
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	12.11.2018
---	------------

**Задание выдал:
руководитель**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Бондалетов В.Г.	д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д41	Леммер Максим Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д41	Леммер Максим Александрович

Школа	Инженерная школа Природных ресурсов	Отделение	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	18.03.01Химическая технология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала проекта</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i>
3. <i>Планирование процесса управления проектом: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Определение производственной мощности. Расчет сырья, материалов, оборудования, фонда оплаты труда. Расчет себестоимости готового продукта. Расчет точки безубыточности.</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности установки вакуумной ректификации</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Расчет точки безубыточности графическим и математическим методами.</i>
2. <i>Расчет технико-экономических показателей</i>
3. <i>Расчёт чистого денежного потока</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности проекта</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д41	Леммер М.А		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д41	Леммер Максиму Александровичу

Школа	Инженерная школа Природных ресурсов	Отделение	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	18.03.01Химическая технология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Проектируемая установка вакуумной ректификации сборной-западной сибирской нефти относится к опасным производствам ввиду обращения в технологическом процессе взрывопожароопасных веществ Установка вакуумной ректификации относится к категории взрывоопасных производств и характеризуется наличием в системе взрывоопасных, пожароопасных и ядовитых газов, высоких температур, среднего и высокого давления. Процессы данного производства могут представлять угрозу здоровью и жизни человека.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - Специальные (характерные при эксплуатации объектов исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Специальные нормы для работников (льготы, ограничения) применяемые согласно ст. 121 Трудового Кодекса РФ При размещении оборудования учитываются технологические требования согласно ВСН -3-86/Минхимпром Рекомендации по установке технологического оборудования на открытых площадках в химической промышленности
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействий	Вредные факторы: 1. Повышенная загазованность воздуха рабочей среды; 2. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе и в помещениях; 3. Превышение уровней шума и вибрации; 4. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 5. Химические факторы: - токсические; - раздражающие. Опасные факторы: 1. Разрушающиеся конструкции; 2. Электрический ток; 3. Подвижные части производственного оборудования; 4. Повышенная температура поверхностей оборудования; 5. Повышенное давление в оборудовании.

3. Экологическая безопасность:	<i>На установке ректификации имеют место: - газовые выбросы; - постоянные, так и периодические стоки, содержащие вредные вещества; - твердые отходы.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Чрезвычайные ситуации на производстве возникают вследствие аварий, сопровождающихся самопроизвольным выходом в окружающее пространство вещества и (или) энергии.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова О. А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-2Д41	Леммер М.А		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему: «Проект установки вакуумной ректификации сборной Западно-Сибирской нефти» содержит 113с, 4 рисунка, 38 таблиц, источников 16.

Ключевые слова: ректификация, колонна, мазут, гудрон, дистилят.

Объектом дипломной работы является ректификационная колонна, которая служит для переработки нефти под вакуумом.

Производительность установки по основному продукту – 3000 тыс т/год.

В основном разделе были рассмотрены: технология разделения нефти под вакуумом, общая характеристика производства, физико-химические основы процесса, характеристика продукта, конструкция ректификационных колонн.

В расчетном разделе были проведены расчеты ректификационной колонны. Составлены тепловой, технологический, гидравлический расчет и составлен материальный баланс, произведено моделирование колонны.

В экономическом разделе выполнен анализ экономической эффективности проекта.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены ряд вопросов подлежащих исследованию, проектированию и разработке: производственная безопасность, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

ABSTRACT

Final qualifying work on the theme: "Project of installation of vacuum rectification of West Siberian oil" contains 113c, 4 figures, 38 tables, sources 16.

Key words: rectification, column, fuel oil, tar, distillate.

The object of the thesis is a distillation column, which is used for refining oil under vacuum.

The capacity of the plant for the main product is 3000 thousand tons/year.

In the main section were considered: technology of oil separation under vacuum, General characteristics of production, physical and chemical basis of the process, product characteristics, design of distillation columns.

In the calculation section, the calculations of the distillation column were Made thermal, technological, hydraulic calculation and material balance, the modeling of the column.

The economic section analyzes the economic efficiency of the project.

In the section "Social responsibility" were considered a number of issues to be studied, designed and developed: industrial safety, environmental safety, safety in emergency situations, legal and organizational issues of safety.

Содержание

Введение.....	9
1 Теоретическая часть.....	10
1.1 Технология разделения нефти под вакуумом.....	10
1.2 Общая характеристика производства.....	12
1.3 Физико-химические основы процесса	12
1.4 Характеристика продукта, сырья и материалов	15
1.5 Конструкция ректификационных колонн	17
1.6 Технологическое оформление процесса	20
1.7 Описание технологической схемы	22
2 Инженерные расчеты.....	24
2.1 Материальный баланс.....	24
2.2 Тепловой баланс.....	34
2.3 Технологический расчет колонны.....	35
2.4 Механический расчет основного аппарата.....	41
2.5 Подбор вспомогательного оборудования	42
2.6 Результат проведения разработки	50
2.7 Автоматизация производства	50
2.8 Аналитический контроль	54
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	56
3.1 Краткая характеристика, состав предприятия.....	56
3.2 Описание продукта	57
3.3 Структура управления	58
3.4 SWOT-анализ.....	58
3.5 Расчет производственной мощности.....	59
3.6 Расчёт численности необходимого персонала цеха	62
3.7 Организация труда.....	64
3.8 Расчет основных фондов.....	68
3.9 Расчет себестоимости продукции.....	69
3.10 Расчет технико-экономических показателей	71
3.11 Расчет точки безубыточности.....	72
3.12 Вывод	74
4 Социальная ответственность.....	
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности... ..	75
4.2 Производственная безопасность	78
4.3 Экологическая безопасность	87
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	92
Заключение.....	97
Список использованных источников	98
Приложение А. Расчет на ветровую нагрузку.....	100

ВВЕДЕНИЕ

Перегонку нефти на промышленных установках непрерывного действия осуществляют при температуре не выше 370 °С, т.к. при более высокой температуре начинается разложение углеводородов - крекинг. В данном случае крекинг нежелателен, т.к. при этом образуются непредельные углеводороды, которые резко снижают качество нефтепродуктов. В результате атмосферной перегонки нефти при 350-370 °С остается мазут, для перегонки которого необходимо подобрать условия, исключая возможность крекинга и способствующие отбору максимального количества дистиллятов. Самым распространенным методом выделения фракций из мазута является перегонка в вакууме.

Вакуум понижает температуру кипения углеводородов и тем самым позволяет при 410-420 °С отобрать дистилляты, имеющие температуры кипения до 500 °С в пересчете на атмосферное давление.

Нагрев мазута до 420 °С тоже сопровождается некоторым крекингом углеводородов, но если получаемые дистилляты затем подвергаются вторичным методам переработки, то присутствие следов непредельных углеводородов не оказывает существенного влияния. При получении масляных дистиллятов разложение их сводят к минимуму, повышая расход водяного пара, снижая перепад давления в вакуумной колонне и т.д. Существующими методами удастся поддерживать остаточное давление в ректификационных колоннах 20-60 мм.рт. ст. Наиболее резкое снижение температуры кипения углеводородов наблюдается при остаточном давлении ниже 50 мм. рт. ст. Следовательно, целесообразно применять самый высокий вакуум, какой только можно создать существующими в настоящее время методами. Чтобы увеличить отбор дистиллятов из мазутов, в вакуумную колонну подают перегретый водяной пар или перегоняют полученный остаток (гудрон) с испаряющим агентом - лигроино-керосиновой фракцией.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование ректификационной колонны непрерывного действия, в которой происходит выделение нефтяной фракции 350-500 из нефти под вакуумом.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Технология разделения нефти под вакуумом

В ряде производств химической, нефтяной, пищевой и других отраслей промышленности в результате различных технологических процессов получают смеси жидкостей, которые необходимо разделить на составные части.

Для разделения смесей жидкостей и сжиженных газовых смесей в промышленности применяют способы простой перегонки (дистилляции), перегонки под вакуумом с водяным паром, молекулярной перегонки и ректификации.

Сущность процесса ректификации сводится к выделению из смеси двух или в общем случае нескольких жидкостей с различными температурами кипения одной или нескольких жидкостей в более или менее чистом виде. Процесс ректификации осуществляют в ректификационной установке, включающей ректификационную колонну, дефлегматор, холодильник-конденсатор, подогреватель исходной смеси, сборники дистиллята и кубового остатка. Основным аппаратом установки является ректификационная колонна, в которой пары перегоняемой жидкости поднимаются снизу, а навстречу парам сверху стекает жидкость, подаваемая в верхнюю часть аппарата в виде флегмы.

Высокая температура нагрева сырья вызывает разложение углеводородов. Перегонка в вакууме основана на том, что при уменьшении внешнего давления над жидкостью понижается температура ее кипения. Практически это означает следующее: углеводороды, кипящие, например, при 500 °С при атмосферном давлении, можно перегонять при давлении в несколько миллиметров ртутного столба уже при 200–250 °С [2].

На современных вакуумных установках применяют следующие технологические схемы перегонки мазута:

- 1) однократное испарение всех фракций в одной вакуумной колонне;
- 2) однократное испарение с применением отпарных колонн;
- 3) двукратное испарение отгоняемых фракций в двух вакуумных колоннах.

Получаемые при вакуумной перегонке мазута-дистилляты могут быть использованы в качестве сырья каталитического крекинга (работа по топливной схеме) и в качестве фракций для производства масел (работа по масляной схеме).

При работе по топливной схеме на установке получается одна широкая фракция, направляемая в качестве сырья (широкого вакуумного отгона) на установки каталитического крекинга. Если вакуумная перегонка ведется с целью получения масляных дистиллятов, то к качеству фракций предъявляются более жесткие требования.

В вакуумной колонне применяют ограниченное количество тарелок (так как увеличение числа тарелок приводит к повышению давления в питательной секции и к снижению глубины отбора) с низким гидравлическим сопротивлением или насадку; используют вакуум создающую систему (ВСС), обеспечивающую достаточно глубокий вакуум.

Количество тарелок в отгонной секции ограничено (4–6), чтобы обеспечить малое время пребывания нагретого гудрона. С этой целью одновременно уменьшают диаметр куба колонн, чтобы он был в 1,5–2 раза меньше диаметра концентрационной части [3]. Из-за больших потоков паров, находящихся в глубоком вакууме, диаметр таких колонн значительно больше диаметра атмосферных и составляет 8–12 м. В результате этого распределение жидкости и барботаж в колонне неравномерны, что приводит к малой эффективности тарелок.

Оптимальность работы вакуумного блока зависит от следующих факторов:

- качеством мазута по содержанию нефтепродуктов, выкипающих до 350 °С;
- технологическим режимом нагрева сырья в печи;
- конструкцией устройств ввода сырья и зоны испарения вакуумной колонны;
- соответствием показателей технологическому проекту;
- конструкцией контактных устройств;
- остаточным давлением в верхней части колонны;
- перепадом давления в колонне.

Соблюдение заданных режимных параметров позволяет обеспечить эффективное ведение процесса.

1.2 Общая характеристика производства

Перегонку нефти на промышленных установках непрерывного действия осуществляют при температуре не выше 370 °С, т.к. при более высокой температуре начинается разложение углеводородов - крекинг. В данном случае крекинг нежелателен, т.к. при этом образуются непредельные углеводороды, которые резко снижают качество нефтепродуктов.

В результате атмосферной перегонки нефти при 350-370 °С остается мазут, для перегонки которого необходимо подобрать условия, исключая возможность крекинга и способствующие отбору максимального количества дистиллятов. Самым распространенным методом выделения фракций из мазута является перегонка в вакууме.

Вакуум понижает температуру кипения углеводородов и тем самым позволяет при 410-420 °С отобрать дистилляты, имеющие температуры кипения до 500 °С в пересчете на атмосферное давление.

1.3 Физико-химические основы процесса

Ректификация – диффузионный процесс разделения жидкостей, различающихся по температурам кипения, за счет противоточного многократного контактирования паров и жидкости.

Ректификация является массообменным процессом. Массообменный процесс – это перенос вещества из одной фазы в другую без изменения химической структуры самого вещества (см. рисунок 2.1).

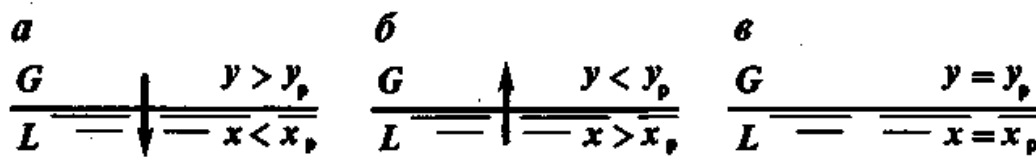


Рисунок 1-1. Схема переноса вещества между двумя фазами
а – из фазы G в фазу L; б – из фазы L в фазу G; в – равновесие фаз

Для получения продуктов с заданной концентрацией компонентов и высокими выходами используют процесс ректификации, который широко применяется в нефтегазопереработке, химической, нефтехимической, кислородной, пищевой и других отраслях промышленности.

Вступающие в контакт пары и жидкость при ректификации не находятся в равновесии, но в результате контакта фазы стремятся достичь его или приблизиться к этому состоянию. При этом происходит выравнивание температур и давлений в фазах и перераспределение компонентов между ними.

Контакт пара и жидкости, при котором система достигает состояния равновесия, называется идеальным или теоретическим, а устройство, обеспечивающее такой контакт – теоретической тарелкой.

Сущность процесса ректификации смеси заключается в следующем [4]. На каждую, например, n -ю тарелку с вышележащей тарелки стекает жидкость и с нижерасположенной тарелки поднимаются пары. При теоретическом контакте на n -й тарелке система достигает состояния равновесия, при этом пары и жидкость будут иметь одинаковую температуру.

Для осуществления процесса ректификации температурный режим в колонне должен быть таким, чтобы температура убывала в направлении движения потока паров (возрастала в направлении движения потока жидкости).

При контакте фаз в результате массообменных процессов температура паровой фазы снизится, часть паров конденсируется и концентрация НКК в них возрастет, а температура жидкой фазы увеличится, часть ее испарится, и концентрация НКК в ней уменьшится.

Изменение состава паров и жидкости удобно проследить по изобарным температурным кривым, приведенным на рисунке 2.2. Схема движения потоков в колонне показана на рисунке 2.3.

На n -й теоретической тарелке в результате контакта концентрация НКК в паровой фазе увеличилась, а в жидкой фазе уменьшилась, тем самым концентрация ВКК в жидкости увеличилась.

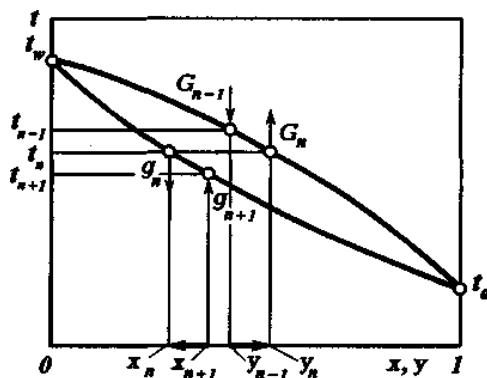


Рисунок 1.2 – Схема изменения состава пара и жидкости на тарелке

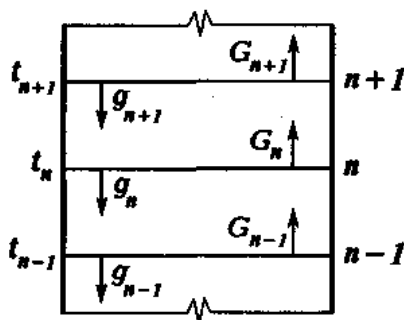


Рисунок 1-3 – Схема контактирования пара и жидкости на тарелке

При ректификации массообмен протекает в обоих направлениях. Если теплота испарения и теплоемкости разделяемых компонентов различаются незначительно, то массы парового и жидкостного потоков по высоте аппарата изменяются мало.

Очевидно, при многократном повторении таких противоточных контактов на верху аппарата можно получить пары, обогащенные в любой степени низкокипящим компонентом, а снизу отбирать жидкость, обогащенную высококипящим компонентом. Процесс выполняется до тех пор, пока пар на верху колонны не приобретёт заданного состава по НКК, а жидкость внизу колонны не достигнет состава.

Процессы ректификации осуществляются периодически или непрерывно при различных давлениях: при атмосферном давлении, под вакуумом (для разделения смесей высококипящих веществ), а также под давлением больше атмосферного (для разделения смесей, являющихся газообразными при нормальных температурах).

1.4 Характеристика продукта, сырья и материалов

1.4.1 Фракционный состав нефти

Для всех индивидуальных веществ температура кипения при данном давлении является физической константой. Так как нефть представляет собой смесь большого числа органических веществ, обладающих различным давлением насыщенных паров, то говорить о температуре кипения нефти нельзя.

Нефть и ее продукты характеризуются не температурами кипения, а температурными пределами начала и конца кипения и выходом отдельных фракций, перегоняющихся в определенных температурных интервалах. По результатам перегонки и судят о фракционном составе.

При исследовании новых нефтей фракционный состав определяют на стандартных перегонных аппаратах, снабженных ректификационными колонками.

Это позволяет значительно улучшить четкость погоноразделения и построить по результатам фракционирования так называемую кривую истинных температур кипения (ИТК) в координатах температура – выход фракций, в % (масс.). Отбор фракций до 200 °С проводится при атмосферном давлении, а остальных во избежание термического разложения – под различным вакуумом. По принятой методике от начала кипения до 300 °С отбирают 10-градусные, а затем 50-градусные фракции до фракций с концом кипения 475-550 °С.

Фракционный состав Западно-Сибирской нефти приведен в таблице 1.1.

1.4.2 Химический состав нефти

Главные элементы, из которых состоят все компоненты нефти, – углерод и водород. Содержание углерода и водорода в различных нефтях колеблется в сравнительно узких пределах и составляет в среднем для углерода 83,5-87 % и для водорода 11,5-14 %. По высокому содержанию водорода нефть занимает исключительное положение среди остальных каустобиолитов. В гумусовых углях содержание водорода в среднем 5 %, в твердых сапропелитовых образования – 8 %.

Таблица 1:1– Фракционный состав Западно-Сибирской нефти

Номер фракции	Температура выкипания фракции при 101,3 кПа, °С	Выход (на нефть), %		ρ_4^{20}	n_D^{20}	М, кг/кмоль	V_{20} , мм ³ /с	V_{50} , мм ³ /с	V_{100} , мм ³ /с	Температура, °С		Содержание серы, %
		отдельных фракций	суммарный							застывания	вспышки	
1	до 28 (газ до С ₄)	1,60	1,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	28–42	2,28	3,88	0,6161	1,3632	—	—	—	—	—	—	—
3	42–71	3,05	6,93	0,6687	1,3768	—	—	—	—	—	—	—
4	71–90	2,67	9,60	0,6948	1,3907	—	—	—	—	—	—	0,03
5	90–108	2,69	12,29	0,7229	1,4032	104	—	—	—	—	—	0,10
6	108–125	2,88	15,17	0,7382	1,4143	—	0,91	—	—	—	—	0,18
7	125–144	3,25	18,42	0,7530	1,4254	128	1,02	—	—	—	—	—
8	144–160	3,08	21,50	0,7661	1,4310	—	1,12	—	—	—	—	0,36
9	160–177	3,01	24,51	0,7782	1,4363	154	1,25	—	—	—	—	—
10	177–196	3,05	27,56	0,7923	1,4422	—	1,65	0,84	—	минус 57	—	0,60
11	196–215	3,01	30,57	0,8055	1,4475	180	1,99	0,96	—	минус 48	—	—
12	215–236	3,17	33,74	0,8175	1,4533	—	2,70	1,17	0,78	минус 40	—	0,94
13	236–255	3,29	37,03	0,8312	1,4579	206	3,42	1,40	0,91	минус 30	—	—
14	255–276	3,25	40,28	0,8418	1,4628	—	4,47	1,97	1,04	минус 22	108	1,40
15	276–296	3,25	43,53	0,8511	1,4682	236	5,73	2,41	1,20	минус 14	—	—
16	296–317	3,21	46,74	0,8622	1,4723	—	8,64	2,92	1,43	минус 5	135	1,54
17	317–338	3,29	50,03	0,8708	1,4792	269	11,87	3,61	1,68	3	—	—
18	338–356	3,33	53,36	0,8783	1,4845	—	15,26	4,33	1,93	11	160	1,70
19	356–375	3,41	56,77	0,8884	1,4908	305	—	5,86	2,42	13	—	—
20	375–394	3,37	60,14	0,8972	1,4964	—	—	8,47	2,86	24	184	1,97
21	394–415	3,53	63,67	0,9064	1,5015	323	—	11,39	3,72	29	—	—
22	415–436	3,57	67,24	0,9175	1,5082	—	—	16,08	4,56	33	210	2,48
23	436–460	3,56	70,80	0,9254	1,5137	349	—	—	6,21	35	—	—
24	460–482	3,32	74,12	0,9312	1,5192	—	—	—	8,42	37	238	2,96
25	482–504	3,27	77,39	0,9389	1,5236	373	—	—	12,73	39	—	—
26	504–528	3,22	80,61	0,9461	1,5288	—	—	—	—	41	262	3,54
27	528–549	3,17	83,78	0,9514	—	398	—	—	—	42	—	—
28	549–570	3,08	86,86	0,9587	—	—	—	—	—	44	293	4,12
29	остаток	13,14	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Повышенное содержание водорода и объясняет жидкое состояние нефти. Наряду с углеродом и водородом во всех нефтях присутствуют сера, кислород и азот. Азота в нефтях мало (0,001-0,3 %) ; содержание кислорода колеблется в пределах 0,1-1,0 % ; однако в некоторых высокосмолистых нефтях оно может быть выше.

Значительно отличаются друг от друга нефти по содержанию серы. В нефтях многих месторождений серы сравнительно мало (0,1-1,0 %). Но для сернистых нефтей с содержанием серы от 1 до 3 % в последнее время возросла.

В очень малых количествах в нефтях присутствуют и другие элементы, главным образом металлы — ванадий, никель, железо, магний, хром, титан, кобальт, калий, кальций, натрий и др. Обнаружены также фосфор и кремний. В различных нефтепродуктах был найден германий в количестве 0,15-0,19 г/т.

В производстве используются множество различных веществ и материалов. Основными является сырая нефть, используемая в качестве сырья. Продуктом вакуумной перегонки является дистиллят (см. таблицу 1.2).

Таблица 1:2– Характеристика исходного сырья и основных материалов

Наименование	Обозначение	Контролируемые показатели	Норма по документу	Область применения
Нефть	ГОСТ Р 51858-2002	Принимается по результатам анализа	-	Используется как сырье установки
ХОВ (Химически очищенная вода)	СТО 05742746-02-64-2009	Принимается по результатам анализа поставщика	-	Используется как сырье на блоке утилизации тепла
Дезэмульгатор нефтяных эмульсий	Сертификат	Принимается по результатам входного контроля на складе СЭУ	-	Используется для интенсификации разрушения водонефтяных эмульсий
Щелочь свежая разбавленная	СТО 05742746-02-52-2009	Массовая доля едкого натра, % Содержание механических примесей	6÷12 отсутствие	Для защелачивания бензина и нефти
Ингибитор коррозии ЕС 1021А	Сертификат	Принимается по результатам входного контроля на складе СЭУ	-	Для антикоррозионной защиты оборудования
Масло промышленное И-30А	ГОСТ 20799-88	См. стандарт		Используется при эксплуатации насосов, в качестве смазки
Воздух сжатый КИП	СТО 05742746-02-38-2010	Принимается по результатам анализа поставщика	-	Используется для КИП
Воздух сжатый силовой	СТО 05742746-02-38-2010	Принимается по результатам анализа поставщика	-	Используется для продувки
Дистиллят вакуумный	-	Не контролируется, гарантируется технологией	-	Используется как продукт установки

1.5 Конструкция ректификационных колонн

1.5.1 Типы колонных аппаратов

Аппараты колонного типа могут быть классифицированы в зависимости от рабочего давления, технологического назначения и типа контактных устройств. В зависимости от применяемого давления колонные аппараты подразделяются на атмосферные, вакуумные и колонны, работающие под давлением.

По технологическому назначению колонные аппараты подразделяются на колонны атмосферных и атмосферно-вакуумных установок разделения нефти и мазута, колонны установок вторичной перегонки бензинов, каталитического крекинга, установок газоразделения, установок регенерации растворителей при депарафинизации масел и др.

По типу внутренних контактных устройств различают тарельчатые, насадочные и пленочные колонные аппараты (рисунок 1.4). Области применения контактных устройств определяются свойствами разделяемых смесей, рабочим давлением в аппарате, нагрузками по пару (газу) и жидкости и т.п. [5]

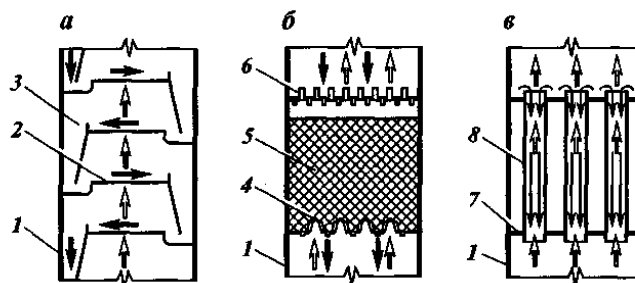


Рисунок 1.4- Схемы основных типов колонных аппаратов:

а - тарельчатый; б - насадочный; в - пленочный; 1 - корпус колонны; 2 - полотно тарелки; 3 - переточное устройство; 4 - опорная решетка; 5 - насадка; 6 - распределитель; 7 - трубная решетка; 8 - трубка.

В тарельчатых аппаратах(рисунок 1.1, а) контакт между фазами происходит при прохождении пара (газа) сквозь слой жидкости, находящейся на контактном устройстве (тарелке) жидкостью осуществляется на поверхности специальных насадочных тел, а также в свободном пространстве между ними.

В ректификационных колоннах применяются тарелки различных конструкций (колпачковые, клапанные, струйные, провальные и т.п.), существенно различающиеся по своим рабочим характеристикам и технико-экономическим данным.

При выборе конструкции контактного устройства учитывают как их гидродинамические и массообменные характеристики, так и экономические показатели работы колонны при использовании того или иного типа контактных устройств.

Общее число тарелок в вакуумных колоннах невелико, не более 14. Дистиллятных фракций может быть одна или две, с выводом через отпарные колонны или без них. Если же используются отпарные колонны, то организуют и циркуляционные орошения.

1.5.2 Конструкции тарелок

В настоящее время в промышленной практике известны несколько различных конструкций тарелок, которые можно классифицировать по способу передачи жидкости с тарелки на тарелку, по способу взаимодействия жидкой и паровой (газовой) фаз, по характеру диспергирования взаимодействующих фаз, по конструкции устройства для ввода пара (газа) в жидкость и др.

По способу передачи жидкости различают тарелки со специальными переточными устройствами и тарелки провальные. По характеру диспергирования взаимодействующих фаз различают тарелки барботажного и струйного типов.

В зависимости от конструкции устройств для ввода пара в жидкость различают ситчатые (дырчатые), колпачковые, клапанные, язычковые (чешуйчатые) и другие типы тарелок.

Рассмотрим особенности работы барботажной тарелки на примере колпачковой тарелки с круглыми колпачками, схема которой приведена на рисунке 1.5.

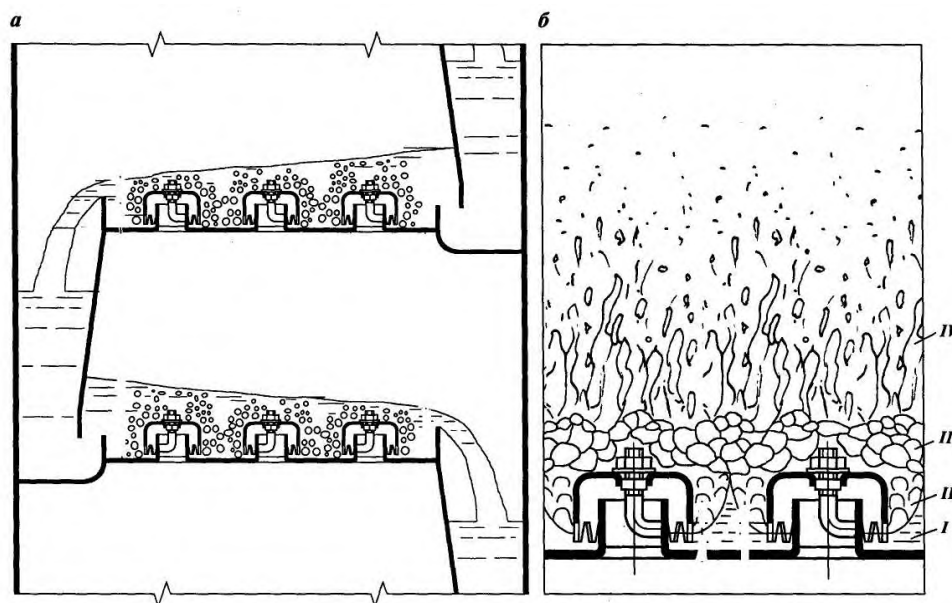


Рисунок 1.5- Схема работы барботажной тарелки с круглыми колпачками:

а - общий вид тарелки; б - схема барботажа газа в зоне контакта. I- зона небарботируемой жидкости; II- зона недеформируемых струй; III- зона деформируемых струй — пены; IV- зона парового пространства с взвешенными каплями жидкости.

Жидкость поступает на полотно тарелки из переливного устройства и течет от приточной стороны тарелки к сточной, при этом на тарелке возникает градиент уровня жидкости. Стенка переливного устройства погружена в жидкость, находящуюся на нижележащей тарелке, что обеспечивает в колонне соответствующий гидравлический затвор, исключающий возможность прохождения паров через переливное устройство.

Уровень жидкости в переливном устройстве выше уровня жидкости на тарелке, что обеспечивает необходимый расход жидкости. Высота слоя жидкости на полотне тарелки определяется высотой сливной перегородки и подпором жидкости над гребнем слива. Изменяя высоту сливной перегородки, можно менять уровень жидкости на тарелке.

Поток паров при поступлении в слой жидкости прорезями колпачков разбивается на большое число отдельных струй, которые с большой скоростью входят в жидкость. В пространстве между смежными колпачками паровые и жидкостные струи, сталкиваясь, деформируются, образуя слой газожидкостной системы (пены) с сильно развитой поверхностью контакта фаз (рисунок 1.5, б).

1.6 Технологическое оформление процесса

Различают перегонку по топливному и по мазутному варианту. Вакуумная перегонка мазута по топливному варианту, как уже отмечалось выше, предназначена для получения газойля с температурами выкипания 350–500 °С. Эта фракция должна быть светлой или слегка окрашенной, свободной от смолисто-асфальтеновых веществ и содержать минимальные концентрации металлов.

Металлы сильно влияют на активность и срок службы катализаторов, применяемых при каталитическом крекинге, гидрокрекинге, пиролизе вакуумного газойля, поэтому при эксплуатации промышленных установок исключительно важно уменьшить унос жидкости (гудрона) в концентрационную секцию вакуумной колонны в виде брызг, пены, тумана и т.д.

В этой связи вакуумные колонны по топливному варианту имеют при небольшом числе тарелок (или невысоком слое насадки) развитую питательную секцию: отбойники из сеток и промывные тарелки, где организуется рециркуляция затемненного продукта. Для снижения температуры низа колонны организуют рецикл (квенчинг) частично охлажденного гудрона.

Заданная глубина вакуума создается с помощью конденсационно-вакуумсоздающих систем (КВС) установок АВТ путем конденсации паров, уходящих с верха колонн, и эжектирования неконденсирующихся газов и паров.

Используют две схемы конденсации паров:

1) конденсация с ректификацией в верхней секции вакуумной колонны посредством верхнего циркуляционного орошения (ВЦО) или острого орошения (ОО);

2) конденсация без ректификации вне колонны в выносных конденсаторах-холодильниках поверхностного типа (ПКХ) теплообменом с водой или воздухом или барометрического типа (БКС) смешением с водой или газойлем, выполняющим роль хладагента и абсорбента.

Схема конденсации паров приведена на рисунке 1.7.

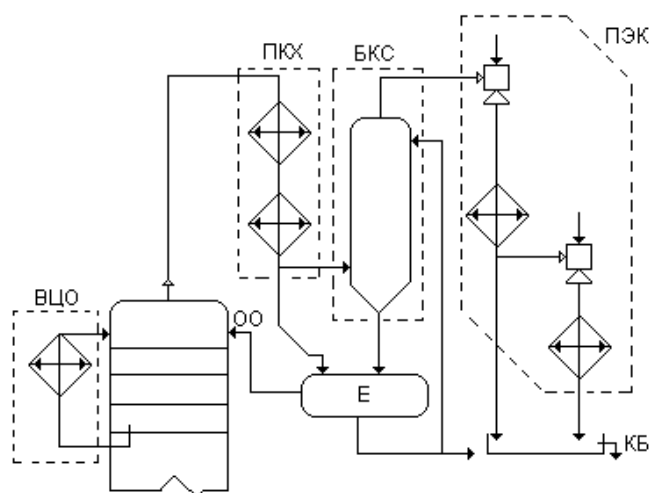


Рисунок 1.6- Конденсация паров в КВС:

ВЦО – верхнее циркуляционное орошение; ОО – острое орошение; ПКХ – поверхностные конденсаторы-холодильники; БКС – барометрический конденсатор смешения; ПЭК – промежуточные конденсаторы парозежекторного насоса; Е – емкость-сепаратор; КБ – колодец барометрический.

1.7 Описание технологической схемы

Технологическая схема вакуумной перегонки показана на рисунке 2.1.

Мазут (поток I), отбираемый с низа атмосферной колонны блока АТ, прокачивается параллельными потоками через печь 2 в вакуумную колонну. Смесь нефтяных и водяных паров, газы разложения и воздух, засасываемый через неплотности с верха вакуумной колонны (поток II) поступают в вакуум создающую систему. Верхним боковым погоном вакуумной колонны отбирают фракцию легкого вакуумного газойля (соляр, поток III). Часть его после охлаждения в теплообменниках возвращается на верх колонны в качестве верхнего циркуляционного орошения.

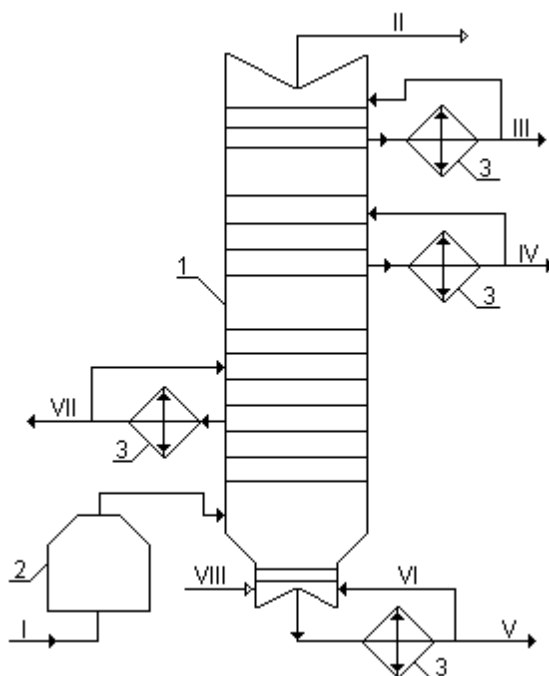


Рисунок 1.7 – Схема блока вакуумной перегонки мазута:

1 – вакуумная колонна; 2 – вакуумная печь; 3 – теплообменник; I – мазут; II – неконденсируемые газы и водяной пар на ВСС; III – легкий вакуумный газойль; IV – тяжелый вакуумный газойль; V – гудрон; VI – квенчинг; VII – затемненная фракция; VIII – водяной пар

Вторым боковым погоном отбирают широкую газойлевую фракцию (поток IV). Часть ее после охлаждения используется как среднее циркуляционное орошение вакуумной колонны. Балансовое количество целевого продукта вакуумного

газойля после теплообменников и холодильников выводится с установки и направляется на дальнейшую переработку.

С нижней тарелки концентрационной части колонны выводится затемненная фракция, часть которой используется как нижнее циркуляционное орошение (поток VI), а часть может выводиться с установки или использоваться как рецикл вместе с загрузкой вакуумной печи. С низа вакуумной колонны отбирается гудрон (поток V), и после охлаждения он направляется на дальнейшую переработку. Часть гудрона после охлаждения в теплообменнике возвращается в низ колонны в качестве квенчинга.

В низ вакуумной колонны подается водяной пар (поток VIII).

- счетчик теплоносителя в подогреватель питания (прибор 3-1);
- счетчик хладагента дефлегматор (прибор 9-1);
- счетчик теплоносителя в ребойлер (прибор 14-1).

В информационных целях выполняется:

- контроль уровня в емкости исходного сырья (прибор 7-1);
- контроль уровня в емкости мазута (прибор 16-1);
- контроль температуры (приборы 2-1, 2-2, 5-1, 10-1, 10-2, 13-1, 13-2).

Для сигнализации выхода режимных параметров за допустимые пределы:

- снижение уровня в емкости питания (прибор 7-1);
- снижение уровня в кубе колонны (прибор 17-1);
- превышение концентрации газойля в мазуте (прибор 15-1).

Совместная работа контуров регулирования обеспечит безопасную и эффективную работу ректификационной установки по выделению газойля из нефти.

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1 Краткая характеристика, состав предприятия

Установка вакуумной ректификации размещается на промышленной территории компании «Яйский нефтеперерабатывающий завод» филиал ЗАО «НефтеХимСервис» в районе города Анжеро-Судженска, Кемеровской области и входит в состав производственного комплекса.

Установка предназначена для переработки сборной Западно-Сибирской нефти с получением вакуумного газойля и мазута.

Обеспечение установки энергоресурсами, водоснабжение и канализация осуществляется от сетей предприятия.

Установка включает в себя:

- наружную установку
- насосную
- ректификационную колонну
- блок подготовки горячего орошения
- блок подготовки флегмы
- отделение стабилизации параметров питания
- фильтровальную
- емкости промежуточного хранения
- вакуум-создающую систему
- склады сырья и нефтепродуктов.

Сырье на установку поступает по трубопроводу из установки атмосферной перегонки. Готовая продукция по трубопроводам направляется в товарный парк производственного комплекса.

3.2 Описание продукта

Сырьем для производства продукции является сборная Западно-Сибирская нефть, которая по основным показателям качества может быть отнесена к легким, малосернистым, малопарафинистым, малосмолистым нефтям.

Для неё характерно отсутствие коррозионно-активных сернистых соединений, относительно низкое содержание хлористых солей и низкое кислотное число. Сернистые соединения имеют высокую термическую стабильность - порог термостабильности выше 230°C.

3.3 Структура управления

Форма организации труда на производстве - коллективная. Общее руководство осуществляется начальником установки, он же является главным технологом, и осуществляет руководство за ведением технологического процесса, расстановкой кадров, ритмом рабочих смен осуществляется начальником установки.

Применение на установке систем контроля, автоматического регулирования и управления процессом с помощью ЭВМ позволяет повысить эффективность управления технологическим процессом, поддержание параметров в автоматическом режиме, снижение отклонений в количестве и качестве выпускаемой продукции.

С организационной точки зрения установка представляет собой комплекс рабочих мест, обслуживаемых рабочими разных квалификаций и профессий, объединенных единой цепью ритмичной работы.

На предприятии, как правило, принимается безцеховая структура управления. Весь контроль и управление производством централизованны и осуществляются из единого центрального пункта управления (ЦПУ) предприятия.

Продукт: вакуумный газойль и мазут. Целевой рынок: предприятия нефтехимической отрасли, частный потребитель.

3.4SWOT-анализ

Таблица 4 – SWOT-анализ предприятия по выпуску газойля и мазута.

	Возможности	Угрозы
Внутренняя среда	1. Создание новых технологий получения целевого продукта 2. Возможность расширить ассортимент продукции для удовлетворения запросов потребителей в более широком диапазоне 3. Развивающиеся конкурентные отношения 4. Выход на новые рынки в новых географических районах 5. Сокращение численности безработных 6. Разработка и развитие собственных и контролируемых каналов сбыта продукции 7. Сокращение энергозатрат за счет реализации Функциональной стратегии в области охраны труда, промышленной безопасности и экологии.	1. Поглощение более крупной компанией 2. Высокие импортные пошлины 3. Трудности поставки сырья 4. Политическая нестабильность 5. Неблагоприятное изменение курсов иностранных валют и политики иностранных правительств в области внешней торговли 6. Дефицит молодых специалистов 7. Ужесточение нормативов по загрязнению окружающей среды, необходимость ликвидации возможных производственных аварий 8. Выход из строя производственного оборудования
Сильные стороны	СИВ	СИУ
1. Наличие собственного производства 2. Наличие патентов 3. Собственная сырьевая база, высокий коэффициент замещения запасов 4. Высокий уровень технической оснащенности нефтеперерабатывающего комплекса 5. Устойчивое финансовое положение 6. Стабильный кредитный рейтинг 5. Команда высококвалифицированных специалистов 6. Возможность расширения производства	1. Добавление вакуумного блока. 2. Выход на новые рынки 3. Увеличение мощности установки. 4. Повышение рентабельности активов 5. Создание системы мотивации и стимулирования 6. Увеличение доли рынка за счёт низкой ценовой политики	1. Нарботка и укрепление конкурентных преимуществ готового продукта 2. Укрепление имиджа предприятия 3. Поиск оптимального поставщика 4. Использование технологий партнёров для соответствия экологическим требованиям 5. Увеличения экспорта в страны СНГ
Слабые стороны	СЛиВ	СЛиУ
1. Устаревшие основные фонды 2. Наличие элементов экологической опасности производства 3. Неустойчивое финансовое положение предприятия 4. Слабая маркетинговая политика, и как следствие неритмичность и непредсказуемость получения заказов 5. Стандартные методы продвижения на рынке 6. Зависимость экспорта от трубопроводной инфраструктуры АК «Транссиб-нефть» 7. Высокие затраты на энергоресурсы 8. Низкая скорость продвижения новых технологий от этапа коммерческого предложения до промышленного применения	1. Модернизация оборудования 2. Проведение анализа окружающей среды на наличие вредных веществ 3. Активные продажи 4. Изучение рынков 5. Применение нестандартных методов продвижения на рынке 6. Разработка новой технологии для повышения качества 7. Разработка полной автоматизации производственного процесса	1. Модернизация оборудования 2. Проведение анализа окружающей среды на наличие вредных веществ 3. Активные продажи 4. Изучение рынков 5. Применение нестандартных методов продвижения на рынке 6. Нарботка и укрепление конкурентных преимуществ готового продукта 7. Укрепление имиджа предприятия 8. Поиск оптимального поставщика 9. Повышения качества продукции 10. Разработка отечественных технологий аналогов зарубежным

3.5 Расчет производственной мощности

Производственная мощность - это максимально возможный годовой выпуск продукции или объём перерабатываемого сырья при полном использовании оборудования по времени и по производительности.

Для обоснования производственной мощности предварительно установим режим работы производства и фонд времени работы оборудования[28]

Режим работы ректификации нефти – непрерывный. Работа осуществляется в две смены по двенадцать часов.

$T_{\text{кал.}}$ – календарный фонд рабочего времени.

$T_{\text{кал.}} = 365$ дней в году

$$T_{\text{кал.}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ часов в году}$$

$T_{\text{ном.}}$ – номинальный фонд рабочего времени

$$T_{\text{ном.}} = T_{\text{кал.}} = 8760 \text{ часов}$$

$$T_{\text{эфф.}} = T_{\text{ном.}} - T_{\text{ппр.}} - T_{\text{то}}$$

где: $T_{\text{эфф.}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования, час;

$T_{\text{ппр.}}$ – время простоя оборудования в связи с ППР, час;

$$T_{\text{ном.}} = 8760 \text{ часов}$$

$T_{\text{то}}$ – время неизбежных технических остановок, час. В производстве не предусматриваются.

Время на ремонтные простои определяются согласно планов предупредительных ремонтов (ППР), который включает в себя:

Межремонтное текущее оборудование, периодические, профилактические осмотры, а также проведения всех видов ремонта, предусмотренных для конкретного вида оборудования (текущий, средний и капитальный). Время, отводимое на каждый вид ремонта, и пробеги оборудования между ремонтами регламентируются специальными нормами, называемыми нормативами системами ППР. Время между двумя смежными ремонтами называется межремонтным периодом.

Таблица 5 Нормативы системы ППР

Название оборудования	Длительность работы Между ремонтами, час.			Длительность простоя в ремонте, час.		
	Текущий	Средний	Капитальный	Текущий	Средний	Капитальный
Ректификационная колонна	8000	8000	8000	760	760	760

По нормативам определяем общее количество ремонтов в год для каждой единицы оборудования по количеству средних ремонтов за год равно:

$$n_{\text{ср}} = T_{\text{кал}} / t_{\text{ср}} - 1$$

где: $t_{\text{ср}}$ – пробег между средними ремонтами, час.

$$T_{\text{кал}} = 8760 \text{ часов.}$$

Вычесть единицу необходимо потому, что один средний ремонт совпадает с капитальным.

$$t_{\text{ср}} = 8760 / 8000 - 1 = 1$$

Количество текущих ремонтов равно:

$$n_{\text{тек}} = T_{\text{кал}} / t_{\text{тех}} - (1 - n_{\text{ср}}),$$

где: $t_{\text{тех}}$ – пробег между текущими ремонтами.

$$n_{\text{тек}} = 8760 / 800 - (1 + 1) = 1.$$

Определяем время простоя оборудования:

$$T_{\text{ппр}} = \Pi_{\text{тех}} - n,$$

$$T_{\text{эфф}} = 8760 - 760 = 8000 \text{ часов.}$$

$$T_{\text{ппр}} = 8760 - 8000 = 760 \text{ часов.}$$

Таблица 6 – Баланс рабочего времени.

Календарный фонд рабочего времени	8760 часов
Номинальный фонд рабочего времени	8760 часов
Длительность простоя в ремонте	760 часов
Эффективный фонд рабочего времени	8000 часов

Проектируемая мощность – 3000 тыс.т/год.

Мощность рассчитываем по следующей формуле:

$$M = P_{\text{час}} \cdot T_{\text{эфф}} \cdot n$$

где: M – производственная мощность;

$P_{\text{час}}$ – часовая производительность ведущего оборудования т/ч;(из материального расчета)

$T_{\text{эфф}}$ - Эффективный фонд времени оборудования = 8000 часов;

$P_{\text{тех}}$ = количество однотипного оборудования;

$$M = 375 \cdot 8000 \cdot 1 = 3000000 \text{ тонн}$$

Производственная программа характеризует объём производства продукции в конкретных условиях. Производственная программа разрабатывается на основе производственной мощности и связь между ними выражается следующей формулой:

$$N_{\text{год}} = K_M \cdot M$$

где: K_M – коэффициент мощности;

$N_{\text{год}}$ – производственная программа;

K_M – можно рассчитать по следующей формуле:

$$K_M = K_{\text{экст}} \cdot K_{\text{инт}},$$

где:

$$K_{\text{экст}} = K_p \cdot T_{\text{эфф}} / K_{\text{уст}} \cdot T_{\text{эфф.проект}}$$

$$K_{\text{инт}} = P / P_{\text{тех}}$$

При этом: K_p – количество работающего оборудования; $K_p = 1$.

$K_{уст}$ - количество установленного оборудования; $K_{уст} = 2$.

$T_{эфф.проект}$ – максимально возможное время работы оборудования;

$$T_{эфф.проект} = 8760 \text{ час/год.}$$

$P_{тех}$ – техническая, максимально возможная часовая производительность оборудования;

$$P_{тех} = 375 \text{ т/час.}$$

P – соответственно действительная производительность;

$$P = 312.5 \text{ т/час.}$$

Коэффициент экстенсивного использования оборудования равен:

$$K_{экт} = 8760/8760 = 1$$

Коэффициент интенсивного использования оборудования равен

$$K_{инт} = 312500/375000 = 0,83$$

Интегральный коэффициент использования мощности:

$$K_m = 1 \cdot 0,83 = 0.83$$

Производственная программа

$$N_{год1} = 300 \cdot 0,83 = 2500 \text{ тыс.т/год}$$

$$N_{год2} = 300000 \cdot 1 = 3000 \text{ тыс.т/год}$$

3.7 Расчёт численности необходимого персонала цеха

Промышленно-производственный персонал (ППП) – включает следующие категории работников: рабочие, инженерно-технические работники, служащие, младший обслуживающий персонал, ученики, охрана. На химических предприятиях с непрерывным техническими процессами планируется явочная, штатная и списочная численность рабочих.

Явочная численность – количество рабочих, необходимое для выполнения производственной программы за сутки.

Списочная численность – число рабочих, которое необходимо для выполнения производственной программы с учётом всех планируемых потерь рабочего времени (за сутки). Штатная численность – численность рабочих с учётом подмены на выходные дни.

Явочная численность:

$$N_{\text{яв}} = 1/N_{\text{обсл}} \cdot K \cdot S,$$

где: K – число аппаратов, которые необходимо обслужить;

S – число смен в сутки при установленном режиме работы;

$N_{\text{обсл}}$ – коэффициент обслуживания основных аппаратов.

Для установки подготовки нефти:

$$N_{\text{яв1}} = 1/0,7 \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{ человека.}$$

Для установки переработки нефти:

$$N_{\text{яв2}} = 1/0,33 \cdot 2 \cdot 2 = 4 \text{ человека.}$$

$$\sum N_{\text{яв2}} = N_{\text{яв1}} + N_{\text{яв2}}$$

$$\sum N_{\text{яв2}} = 2 + 4 = 6 \text{ человек.}$$

Штатная численность:

$$N_{\text{шт}} = N_{\text{яв}} \cdot T_{\text{кал}} / T_{\text{ном}} \quad (6.12)$$

Для установки подготовки нефти:

$$N_{\text{шт1}} = 2 \cdot 365 / 274 = 3 \text{ человека.}$$

Для установки переработки нефти:

$$N_{\text{шт2}} = 4 \cdot 365 / 274 = 6 \text{ человек.}$$

$$\sum N_{\text{шт}} = N_{\text{шт1}} + N_{\text{шт2}}$$

$$\sum N_{\text{шт}} = 3 + 6 = 9 \text{ человек.}$$

Списочная численность:

$$N_{\text{сп}} = N_{\text{шт}} \cdot T_{\text{ном}} / T_{\text{эф}}$$

$$N_{\text{сп1}} = 3 \cdot 274 / 226 = 4 \text{ человека.}$$

$$N_{\text{сп2}} = 6 \cdot 274 / 226 = 7 \text{ человек.}$$

$$\sum N_{\text{сп}} = N_{\text{сп1}} + N_{\text{сп2}}$$

$$\sum N_{\text{сп}} = 4 + 7 = 11 \text{ человек.}$$

Сумма основных рабочих на установках – 6 человек.

Сумма вспомогательных рабочих – 19 человек.

Сумма служащих, ИТР, МОП – 5 человек.

3.8 Организация труда.

Установка подогрева нефти работает непрерывно. Основные рабочие работают в 2 смены по 12 часов. Всего на установке 4 бригады. Произведем расчет фонда эффективного рабочего времени и определим заработную плату рабочих.

Таблица 10– График сменности бригад

Смена	Время	Дни выходов																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	8-20	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в
2	20-8	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б
Отсыпной		в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а
Выходной		б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г

Из графика сменности можно рассчитать величину сменооборота:

$$T_{см-о} = a \cdot b,$$

где $T_{см-о}$ - длительность сменооборота;

a - количество бригад;

b - количество дней, в течение которых бригада работает одну смену.

$$T_{см-о} = 4 \cdot 1 = 4 \text{ дней}$$

Сменооборот позволяет нам определить количество выходных дней:

$$T_{вых} = \frac{T_{кал}}{T_{см-о}} \cdot n,$$

где $T_{вых}$ - количество выходных за год;

$T_{кал}$ - время календарное;

n - количество выходных за один сменооборот.

$$T_{вых} = \frac{365}{4} = 91 \text{ день}$$

Зная количество выходных за год, можно определить эффективное время работы за год:

$$T_{эфф} = T_{кал} - T_{вых} - T_{отп} - T_{нев},$$

где $T_{эфф}$ - эффективное время рабочего.

$$T_{эфф} = 365 - 91 - 31 - 10 = 233 \text{ дня}$$

Рассчитаем количество эффективного времени в часах:

$$T_{эфф} = 233 \times 12 = 2796 \text{ часов}$$

Баланс времени одного среднесписочного рабочего на год при 12-ми часовом рабочем дне и 4-х бригадном графике приведен в таблице

Таблица 11-Баланс времени одного среднесписочного рабочего на год

Показатели	Дней	Часов
1. Календарный фонд рабочего времени	365	4380
2. Нерабочие дни:		
выходные	91	1092
праздничные дни	10	132
3. Номинальный фонд рабочего времени	274	3288
4. Планируемые выходные:		
отпуск	31	372
невыходы по болезни	10	120
отпуск в связи с учебой без отрыва от производства	-	-
5. Эффективный фонд рабочего времени	233	2796

Система оплаты труда основных рабочих повременно-премиальная. Годовой фонд заработной платы любой категории трудящихся можно рассчитать по формуле:

$$З_{ГОД} = З_{ОСН} + З_{ДОП}$$

где $З_{ОСН}$ - фонд заработной платы основных рабочих, руб.,

$З_{ДОП}$ - фонд заработной платы дополнительных рабочих, руб.

Фонд основной заработной платы определяется по формуле:

$$З_{ОСН} = З_{ТАР} + Д_{ПРЕМ} + Д_{НВ} + Д_{ПРАЗ},$$

где $З_{ТАР}$ - тарифный фонд заработной платы, руб.;

Д_{ПРЕМ} - доплата премий, руб.;

Д_{НВ} - доплата за работу в ночное время, руб.;

Д_{ПРАЗ} - доплата за работу в праздничные дни, руб.

Тарифный фонд заработной платы равен:

$$З_{ТАР} = T_{СТ} * T_{ЭФ} * H_{СП}$$

Доплата за работу в ночное время осуществляется в размере 40% от тарифной ставки. Доплата за работу в праздничные дни - двойной тариф. Премияльные - 50% от тарифной ставки

Таблица 12 – Фонд заработной платы основных рабочих

Профессия	Образ. Разряд	T _{СТ} руб/ч	H _{СП} чел	T _{ЭФ} ч.	З _{ТАР} руб.	Д _{НВ} руб	Д _{ПРАЗ} руб	З _{ОСН} руб
старший оператор	Высшее	30,42	4	2796	340217,2	45362,3	16061,7	571749
Оператор ТУ	5	29,48	4	2796	329704,3	43960,5	15565,4	554082,49
Оператор печи	5	29,48	4	2796	329704,3	43960,5	15565,4	554082,49

Фонд заработной платы основных рабочих составил 1679914,96 руб. Труд инженерно-технического персонала оплачивается по месячным окладам в соответствии с принципами повременной оплаты труда.

Для работников с подобной системой оплаты труда основной фонд заработной платы рассчитывается как:

$$З_{ОСН} = n_{МЕС} * T_{ОКЛ} * H_{СП}(6.23)$$

где $n_{МЕС}$ - количество месяцев;

$T_{ОКЛ}$ - месячный оклад, руб

Таблица 13 – Фонд заработной платы ИТР

Должность	T _{СТ} ,руб/ч	N _{СП} , чел	T _{ЭФ} , ч.	З _{ОСН} ,руб
Главный технолог Нач. установки	153,2	1	5250	804300
Механик установки	90,78	1	5250	476595
Энергетик установки	90,78	1	5250	476595
Инженер КИП и АСУ	90,78	1	5250	476595

Общий фонд заработной платы ИТР составил 2234085 руб. Вспомогательным рабочим помимо тарифа выплачивается дополнительная заработная плата из расчёта 40% от тарифа.

Таблица 14 – Фонд заработной платы вспомогательных рабочих

Профессия	Образ. Разряд	T _{СТ} руб/ч	N _{СП} чел	T _{ЭФ} ч.	З _{ТАР} руб.	Д _{ПРЕМ} руб	Д _{ПРАЗ} руб	З _{ОСН} руб
Слесарь-ремонтник	4	26,45	4	2796	295816,8	147908,4	13962,6	497130,04
Электрик	4	26,45	4	2796	295816,8	147908,4	13962,6	497130,04
Слесарь КИПиА	4	26,45	4	2796	295816,8	147908,4	13962,6	497130,04

Фонд заработной платы вспомогательных рабочих составил 1491390,12 руб.
Общий фонд заработной платы за год составил 5405390,08 руб.

3.9 Расчет основных фондов

При расчете стоимости основных фондов определяются капитальные вложения, необходимые для строительства зданий и сооружений, для его оснащения производственным оборудованием, инвентарем и другими основными фондами.

Таблица 8 – Расчет основных фондов

№	Наименование расходов	Стоимость колонны, руб	Основание
1	Прейскурантная стоимость	760000	Прейскурант
2	Неучтенное оборудование	76000	10% от 1
3	Транспортно-заготовительные расходы	25000	
4	Монтаж	172200	20% от 1+2+3
5	Средства КИПиА	86100	10% от 1+2+3
6	Специальные работы	43050	5% от 1+2+3
7	Инструменты	5166	3% от 4
8	Полная стоимость оборудования	1167516	
9	Стоимость сооружений	467006,4	40% от 8

Общая стоимость оборудования и технических сооружений составила 1634522,4 руб.

Размер амортизационных отчислений определяется по установленным для основных фондов в химической промышленности уравнениям:

$$A = C / m$$

где C- полная стоимость, руб.;

m – срок службы, лет.

Таблица 9 – Расчет амортизации

Основные производст- венные фонды	Кол -во шт.	Срок служ- бы, лет	Цена, руб.	Общая стоимость	Годовые аморт. от- числения	Месячные аморт. от- числения
Колонна	1	10	760000	1634522,4	163452,24	13621,02

3.10 Расчет себестоимости продукции

Себестоимость промышленной продукции представляет собой денежное выражение затрат на производство. Она включает в себя затраты.

- сырьё и материалы;
- вспомогательные материалы;
- топливо;
- энергия;
- амортизация основных фондов;
- заработная плата;
- отчисления в госбюджет и на соцстрах;

Цеховая себестоимость:

$$C_{\text{цех}} = S + E - O + (R_1 + R + Z) / N_{\text{год}},$$

где: S – сырьё и материалы, руб/т.

E – энергозатраты, руб/т.

O – используемые отходы, руб/т.

R_1 – цеховые расходы на выпуск, руб.

R – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования на весь выпуск, руб.

Z – зарплата основная и дополнительная с отчислением на весь выпуск, руб.

$N_{\text{год}}$ – годовой выпуск, тыс.т./год.

Заводская себестоимость:

$$C_{\text{зав}} = C_{\text{цех}} + (R_2 + R_3) / N_{\text{год}}$$

где: R_2 – общезаводские расходы на весь выпуск, руб.

R_3 – прочие производственные расходы на весь выпуск, руб.

Полная себестоимость:

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{зав}} + R_4 / N_{\text{год}}$$

где: R_4 – внепроизводственные расходы на выпуск, руб.

По данным формулам проводим расчёт себестоимости одной тонны продукции на старый и новый выпуск. Результаты помещаем в таблицу.

Таблица 15 – Калькуляция себестоимости колонны на ЭЛОУ-АТ

Наименование Статей расхода	Ед. изм.	Цена руб.	Расход в натуральных ед. N ₂ =3000000т/год			Годовые затраты N ₂ =3000000т/год
			На 1 т	на N _{год2}	На 1 т т.руб N ₂	на N _{год2} , т.руб
1.Сырье и осн. материалы						
Нефть сырая	т,	10	2,80	8400000	0,28	840
1.1.Энергоресурсы						
- пар	г/кал	173,81	0,76	2280000	1,32	3962,6
-электроэнергия	кВт	5,4	0,74	2220000	0,39	1198,8
- вода оборотная	т,	218,2	0,44	1320000	0,96	2880,3
ИТОГО переменных издержек:					2,95	7802,8
2.ЗПпроизводственных рабочих					0,55	1679,9
3.Отчисления на соц. нужды					0,145	436,77
ИТОГО:					0,695	2116,69
4, РСЭО,						
Амортизац. отчисления					0,006	20,62
- ЗП дежурным ,ремонтникам					0,49	1491,3
- отчисления на соц. нужды					0,12	387,76
- расходы на содержание оборудования					0,14	436,16
ИТОГО:					0,76	2335,9
5, Ремонтный фонд						
капитальный					0,07	214,16
ИТОГО:					0,07	214,16
6,Общепроизвод. расходы						
- ЗП ИТР, служащим, МОП					0,74	2234,1
- отчисления на соц. нужды					0,19	580,86
ИТОГО:					0,93	3748,1
Полная себестоимость					4,07	12210,000
Условно-перем. издержки					2,95	885000
Условно-постоянные издержки					1,12	3360,000

3.11 Расчет технико-экономических показателей

1) Определение цены:

$$Ц = C \cdot (1 + 0,2) \quad (6.27)$$

где, C – себестоимость.

$$Ц = 4,07 \cdot (1 + 0,25) = 5,088 \text{ тыс. руб}$$

2) Определение выручки:

$$B = Ц \cdot V$$

где, V – объём производства,

B – выручка,

3) Расчет прибыли:

$$\Pi = B - Z$$

где, Z – затраты.

Затраты включают в себя: постоянные затраты, переменные затраты и амортизацию зданий и сооружений, следовательно:

4) Фондоотдача основных средств (Φ_o) рассчитывается по формуле:

$$\Phi_o = B / OF$$

где OF — среднегодовая стоимость основных фондов,

B – выручка от реализации.

5) Расчет фондоемкости производства на месяц.

$$\Phi_e = OF / B = OF / Ц_{\text{опт.}} \cdot V$$

6) Рентабельность продаж (R_{Π}) рассчитывается по формуле:

$$R_{\Pi} = \Pi / B \cdot 100 \quad (6.32)$$

где Π — балансовая прибыль;

B – выручка от реализации.

7) Рентабельность продукции ($R_{\Pi P}$) рассчитывается по формуле

$$R_{\Pi P} = \Pi / C \cdot 100$$

где C — полная себестоимость продукции.

3.12 Расчет точки безубыточности

Для проведения такого анализа следует разделить затраты на постоянные и переменные. Постоянные затраты:

- 1) Амортизация;
- 2) Ремонт;
- 3) Энергоресурсы;
- 4) ЗП ИТР, МОП, служащих;
- 5) Содержание зданий и сооружений.

Итого постоянные затраты составляют: 36505080,02 тыс. руб.

Переменные затраты:

- 1) Сырье и основные материалы;
- 2) ЗП производственных рабочих;
- 3) Отчисления на соц. нужды;
- 4) ЗП вспомогательных рабочих;
- 5) Отчисления на соц. нужды;
- 6) Налоги;
- 7) Коммерческие расходы .

Итого переменные затраты составляют: 6802696,61 (8206122,72) тыс. руб.

Точки безубыточности - минимальный объем продаж, начиная с которого предприятие не несет убытков.

$$U_{\text{пост}} = 3360,000 \text{ т.руб.}$$

$$U_{\text{перем.}} = 7802,8 \text{ т.руб. (} N_2=3000000 \text{ т/год)}$$

$$U = U_{\text{пост}} + U_{\text{перем}} = 11640000 \text{ т.руб. (} N_2=3000000 \text{ т/год)}$$

Тогда точка безубыточности определится следующим образом:

$$Q_{\text{кр}} = U_{\text{пост}} / \text{Ц}_{1\text{т}} - U_{\text{перем.1т.}}$$

$$Q_{\text{кр}} = 3360,000 / (5,088 - 2,95) = 1571,562 \text{ (} N_2=3000000 \text{ т/год)}$$

По результатам вычислений строим график безубыточности (рис.9)

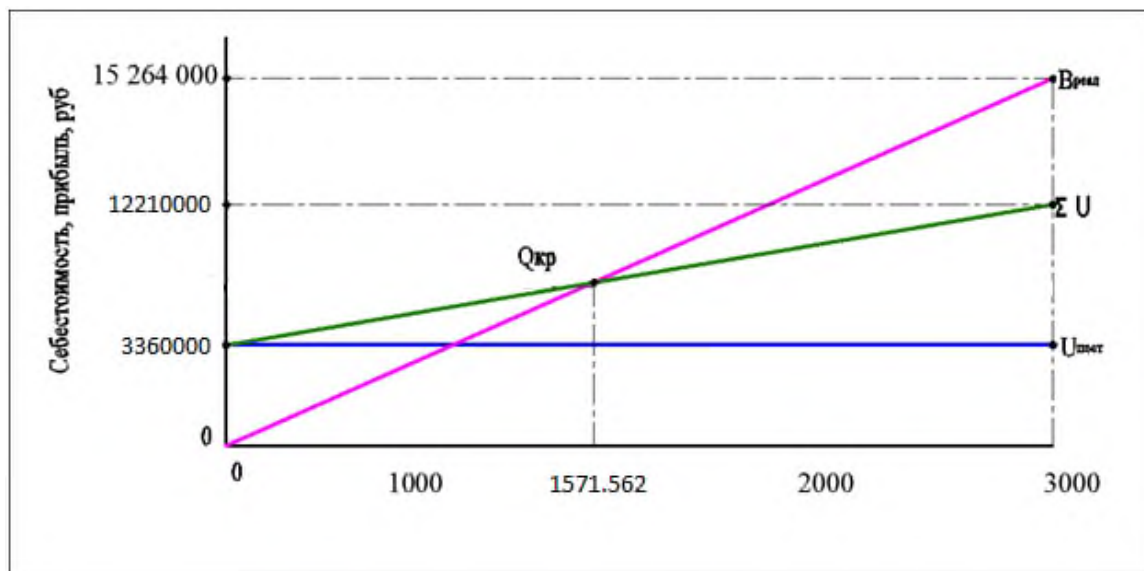


Рисунок 9 – График точки безубыточности.

Производительность 3000 тыс. т/год.

По графику видно, что при заданном объеме производства 3000000 т/год проект полностью окупается, так как точка безубыточности смещается влево, что способствует уменьшению объемов затрат.

Таблица 16 Технико-экономические показатели

Наименование показателя	Ед. изм.	Плановый год
1. Объем производства	тыс. т	3000
2. Объем продаж	тыс. т	3000
3. Цена 1 тонны	тыс.руб	5,088
4. Выручка от продажи (2*3)	тыс.руб	15264000
5. Суммарные издержки	тыс.руб	12210000
5.1. Издержки переменные	тыс.руб	885000
5.2. Издержки постоянные	тыс.руб	3360000
6. Операционная прибыль (4–5)	тыс.руб	3624000
7. Налог на прибыль (6*20%)	тыс.руб	724800
8. Чистая прибыль (6–7)	тыс.руб	2899200
9. Себестоимость 1 тонны	тыс.руб.	4,07

Наименованиепоказателя	Ед. изм.	Плановый год
10. Стоимость основных средств	тыс.руб	275324,67
11. Численность основных рабочих	чел	38
12. Фондовооруженность (10/11)	тыс. руб./чел	7245,37
13. Фондоотдача (4/10)	руб./руб.	55,5
14. Фондоемкость (10/4)	руб./руб.	0,018
15. Производительность труда (4/11)	тыс. руб./чел.	401684,21
16. Рентабельность производства (8*100%/5)	%	24,9
17. Рентабельность продаж (8*100%/4)	%	19
18. Критический объем продаж (Qкр.)	тыс. т	1571,562
19. Критический объем продаж (Qкр.)	тыс. руб.	7996107,46

3.13Вывод

Вывод: В результате модернизации оборудования был получен следующий экономический эффект:

1. Снижение себестоимости на 1 тонну с 4,07 по 3,88 (на 5%)
2. Увеличение выручки от продажи с 12720000 по 15264000 (на 17%)
3. Увеличение чистой прибыли с 2036000по 2899200(на 30%)
4. Увеличение выплат по налогам с 509000 по 724800(на 30 %)
5. Увеличение показателя фондоотдачи с 46,2 по 55,5 (на 17%)
6. Увеличение производительности труда с 334736,84по 401684,21 (на 17%)
7. Увеличение рентабельности производства с 20,1 по 24,9(на 20%)
8. Увеличение рентабельности продаж с 16% по 19%
9. Точка безубыточности снизилась до 130,963 т.тонн.