

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Нефти и Газа

Базовая кафедра химии и технологии природных энергоносителей и
углеродных материалов

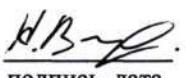
УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 В. П. Твердохлебов
подпись
«23 » 06 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

18.03.01 «Химическая технология»

Проект установки производства битума НПЗ производительностью
120 000 тонн в год

Научный руководитель 
доцент, кан. хим. наук Ф.А. Бурюкин
подпись, дата

Выпускник 
К.К. Вольф
подпись, дата

Консультант
технологической части 
Р.А. Ваганов
подпись, дата

Нормоконтролер 
доцент, кан. хим. наук Ф.А. Бурюкин
подпись, дата

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Базовая кафедра химии и технологии природных энергоносителей и
углеродных материалов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В. П. Твердохлебов

подпись

«10 » мая 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенту Вольф Кристине Константиновне

Группа НБ 12-08 Направление (специальность) 18.03.01
Химическая технология

Тема выпускной квалификационной работы: проект установки
производства битума производительностью 120 000 тонн в год

Утверждена приказом по университету № 6141/с от 10.05.2016

Руководитель ВКР Ф.А. Бурюкин, доцент, кандидат химических наук

Исходные данные для ВКР: характеристика Алакаевской нефти,
производительность установки ВТ-битумная 120 000 тонн в год

Перечень разделов ВКР: Реферат. Содержание. Введение. Технико-
экономические обоснования. Технологические решения. Строительные
решения. Генеральный план и транспорт. Безопасность и экологичность
проекта. Заключение. Список сокращений. Список использованных источников

Перечень графического материала: Генеральный план. Технологическая
схема установки ВТ-битумная. Реактор трубчатый. Фундамент под реактор

Руководитель ВКР

Ф. А. Бурюкин

Задание принял к исполнению

К. К. Вольф

подпись

« 10 » мая 2016 г.

РЕФЕРАТ

Дипломный проект установки производства битумов содержит разделы: введение; литературный обзор; технологическую часть; разработка и обоснование технологической схемы; расчёт материального баланса по топливному варианту с глубокой переработкой нефти; характеристика установок по переработке нефти; описание технологической схемы; технологические расчеты основного оборудования; строительные решения; безопасность и экологичность проекта; заключение; список используемой литературы.

НЕФТЬ, ПРОИЗВОДСТВО БИТУМА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, ВАКУУМНАЯ КОЛОННА, РЕАКТОР, ГУДРОН, СЫРЬЕ, ПЕРЕРАБОТКА.

В разделе «Литературный обзор» рассмотрены методы производства и области применения битумов.

Раздел «Технологическая часть» включает расчёт материального баланса проектируемого завода, расчёт основного технологического оборудования установки производства битумов и описание основных установок проектируемого НПЗ.

Разделы «Строительные решения» и «Генеральный план» описывает район строительства, размещение основного оборудования и проектирование генерального плана НПЗ.

В разделе «Безопасность и экологичность проекта» рассмотрены характеристика опасностей производства, меры безопасности при эксплуатации проектируемой установки.

Пояснительная записка изложена на 68 страницах. Вся сводная информация сведена в таблицы. Количество таблиц 6. Количество рисунков 1. При разработке проекта использовано 27 источников литературы.

Графические листы содержат: технологическую схему установки производства битумов; реактор окисления змеевикового типа; генеральный план НПЗ; чертеж фундамента под реактор.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Литературный обзор	6
1.1 Методы производства битумов	6
1.2 Области применения нефтяных битумов	7
2 Технологическая часть	8
2.1 Технико-экономическое обоснование работы	8
2.2 Индексация нефти и ее связь с технологией их переработки	8
2.3 Характеристика перерабатываемого сырья	9
2.4 Выбор и обоснование варианта переработки нефти	11
2.5 Характеристика установок по переработке нефти	12
2.5.1 Установка обессоливания и обезвоживания нефти	12
2.5.2 Установка атмосферно-вакуумной перегонки нефти	13
2.5.3 Установка каталитического риформинга	14
2.5.4 Установка каталитической депарафинизации	14
2.5.5 Газофракционирующая установка	15
2.5.6 Установка производства битумов	15
2.5.7 Установка производства серы	16
2.5.8 Установка гидроочистки	16
2.5.9 Установка каталитической изомеризации	17
2.5.10 Установка гидрокрекинга	17
2.5.11 Установка замедленного коксования	18
2.5.12 Установка деасфальтизации	18
2.5.13 Установка производства водорода	19
2.6 Составление материальных балансов	19
2.6.1 Материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти	19
2.6.2 Сводный материальный баланс	23
2.7 Теоретические основы процесса	24
2.7.1 Общие сведения	24
2.7.2 Классификация битумов по способу производства	25
2.7.3 Физико-химическая сущность процесса	26
2.7.4 Параметры процесса	27
2.8 Описание технологического процесса	29
2.8.1 Вакуумная перегонка мазута	29
2.8.2 Окисление гудрона	29
2.8.3 Хранение и розлив битумов	30
2.9 Описание технологической схемы	30
2.9.1 Вакуумный блок	30
2.9.2 Битумный блок	34
2.10 Расчёт технологического оборудования	35
2.10.1 Расчёт трубчатой печи	35
2.10.2 Расчёт реактора змеевикового типа	42
3 Строительные решения	43
3.1 Обоснование района строительства	44

3.2 Объемно-планировочные решения	44
3.3 Конструктивные решения зданий и сооружений	51
3.4 Размещение основного оборудования	52
4 Генеральный план	53
4.1 Характеристика района	53
4.2 Размещение установки на генеральном плане	53
4.3 Присоединение установки к инженерным сетям	55
4.4 Водоснабжение	55
4.5 Транспорт	56
4.6 Благоустройство и озеленение промышленной площадки	57
5 Безопасность и экологичность проекта	58
5.1 Характеристика опасностей производства	58
5.2 Меры безопасности при эксплуатации объекта	59
5.2.1 Меры безопасности при ведении технологического процесса, выполнение регламентных производственных операций	59
5.2.2 Основные требования пожарной безопасности	60
5.2.3 Электробезопасность	61
5.2.4 Производственный шум и вибрация	62
5.2.5 Производственное освещение	62
5.2.6 Методы и средства защиты работающих от производственных опасностей	63
5.3 Мероприятия по экологической безопасности оборудования	64
Заключение	65
Список сокращений	66
Список использованных источников	67

ВВЕДЕНИЕ

Нефтяные битумы - продукты темно-черного цвета, обычно твердые при комнатной температуре. Это концентрат высокомолекулярных соединений (с молекулярной массой более 400), склонные при обычных температурах к физическим межмолекулярным взаимодействиям, которые приводят к формированию прочных физических ассоциатов и к структурированию системы.

Битум представляет собой чрезвычайно сложную смесь углеводородов и гетероорганических соединений разного строения, выкипающую при температурах 450-500°C.

Употребление битума как одного из самых популярных инженерно-строительных материалов основано на его особых физико-химических свойствах. Область применения битума достаточно обширна: при производстве кровельных и гидроизоляционных материалов, в резиновой промышленности, в лакокрасочной и кабельной промышленности, при строительстве зданий и сооружений. Основное направление потребления битума является дорожное строительство.

Мощности мирового производства нефтяных битумов составляют около 12 млн. тонн в год. На состояние и развитие битумного производства оказывает существенное влияние ряд специфических факторов.

Первый из них - сезонность выработки битумов основных марок - дорожных, связанная с чётко определёнными периодами выполнения дорожно-строительных работ и порождающая проблемы для непрерывно функционирующих нефтеперерабатывающих предприятий.

Второй фактор - система ценообразования, при которой цена продукта (битума) составляет 60-70 % от цены сырья (нефти), и сложность проведения технологических операций с таким высоковязким и высокозастывающим продуктом, как битум[1].

Основным сырьем для производства битумов в нашей стране являются остаточные продукты нефтепереработки: гудроны и мазуты, крекинг-остатки, асфальтиты (экстракты) процесса деасфальтизации гудрона, смолы пиролиза, экстракты селективной очистки масляных фракций и др.

В последние годы специалисты в области дорожного строительства и в области нефтепереработки пришли к пониманию несоответствия возможного качества нефтяного дорожного битума суровым требованиям климатической зоны и возросшим деформационным нагрузкам из-за резкого увеличения интенсивности дорожного движения. Для обеспечения длительной и надёжной работоспособности асфальтобетонного покрытия в таких условиях были разработаны органические вяжущие материалы[2].

1 Литературный обзор

1.1 Методы производства битумов

Производство нефтяных битумов осуществляют разными способами: продувкой гудронов воздухом, деасфальтизацией гудронов пропаном, перегонкой мазутов с глубоким отбором дистиллятов, компаундирование продуктов различных процессов.

Каждый процесс имеет свои особенности, которые заключаются в неодинаковой степени решенности характерных проблем, к числу которых относится уровень энергетических, материальных и трудовых затрат и соответствие требованиям экологии и охраны труда. Свойства битумов зависят как от технологии производства, так и от природы исходной нефти, это позволяет получать битумы, различающиеся по качеству и пригодные к применению в разнообразных областях[1].

Потенциальная возможность получения высококачественных битумов из нефтей разной природы (сернистых или парафинистых) реализуется только при правильном определении не только вклада процесса в общую технологическую схему производства, но и последовательности их проведения.

В процессах вакуумной перегонки и деасфальтизации получают остаточные и осажденные битумы. Главное назначение этих процессов - извлечение дистилятных фракций для получения моторных топлив и деасфальтизации - подготовка сырья для производства масел. Побочные продукты этих процессов - гудрон перегонки и асфальт деасфальтизации - соответствуют требованиям на битум, или используют в качестве компонентов сырья при получении окисленных битумов.

Основным процессом производства битумов в нашей стране является окисление - продувка гудронов воздухом[2].

В соответствии со способами производства битумы разделяют на окисленные, остаточные, осажденные и компаундированные. Классифицируют битумы и по областям применения.

Окисленные битумы получают в аппаратах периодического и непрерывного действия, причем доля битумов, которые получают в аппаратах непрерывного действия, - более экономичных и простых в обслуживании - постоянно увеличивается.

Анализ научно-технической литературы показывает, что окисление сырья кислородом воздуха имеет значительное преимущество.

При окислении кислородом воздуха не возникает проблемы с утилизацией вредных газов и угрозой загрязнения окружающей среды. Этот способ экономичный, простой и удобен в использовании. Благодаря этому окисление кислородом воздуха получило широкое распространение и дальнейшее использование в технологиях получения нефтяных битумов[3].

1.2 Области применения нефтяных битумов

Благодаря широким диапазонам различных свойств битумов (тепло- и морозостойкость, пластичность, стойкость к агрессивным средам, адгезионно-когезионные свойства, высокие диэлектрические свойства и др.) и низкой стоимости их широко используют в строительстве, промышленности и сельском хозяйстве. Наибольшая потребность в битумах отмечается в период с июня по октябрь, когда ведутся строительство и ремонт дорожных и других покрытий (в период с декабря по март потребность в битумах более чем в три раза ниже в сравнении с летним периодом)[1].

Жидкие нефтяные дорожные битумы представляют собой остаточные продукты полутвердой и жидкой консистенции. Подобные битумы получают также разжижением вязких битумов нефтью и нефтепродуктами. Высокосмолистые тяжелые нефти - это естественные жидкие битумы. Применение жидких битумов позволяет исключить высокотемпературные процессы, использовать различные способы обработки минеральных материалов и увеличить сезон строительных работ. Из дорожного покрытия, включающего жидкие битумы, с течением времени под действием кислорода воздуха, солнечных лучей, адсорбции каменным материалом или грунтом и других факторов испаряются низкокипящие фракции и уплотняются высокомолекулярные соединения. Прочность и долговечность дорожных покрытий зависят не только от свойств битума, но также и от применяемых минеральных материалов и от технологии приготовления и укладки битумоминеральной смеси. Поэтому повышение требований к качеству нефтяных дорожных битумов должно сопровождаться улучшением технологии дорожного строительства[3].

Битумы с температурой размягчения 137-150°C и отношением суммы асфальтенов и смол к маслам $> 1,4$ используют в качестве коллоидных нефтяных растворов при бурении нефтяных и газовых скважин. Применение растворов на нефтяной основе для вскрытия продуктивных пластов позволяет сохранить проницаемость призабойной зоны, увеличить дебит скважин и их нефтеотдачу. Растворами на нефтяной основе пользуются для отбора керна, чтобы сохранить его водо- и нефтенасыщенность. Анализ таких кернов дает более точное представление о характере нефтяной или газовой залежи, помогает подсчитывать их промышленные запасы. Исследования показали, что окисленные битумы с температурой размягчения 150°C из восточных нефтей имеют оптимальные коллоидно-химические свойства, необходимые для изготовления бурильных растворов на нефтяной основе[4].

Битумы используют для биологической защиты от γ -лучей и потока нейтронов при эксплуатации атомных реакторов, которые являются мощными источниками ионизирующих излучений[2].

На битумной основе изготавливаются специальные покрытия. Битумную мастику, которая обладает высокой растяжимостью при низких температурах,

используют для покрытия металлических крыш. Получают ее при добавлении к битуму 1-10% (масс.) мелкораздробленных (до 1,5-4,5 мм) частиц каучука[5].

2 Технологическая часть

2.1 Технико-экономическое обоснование работы

Нефтеперерабатывающий завод, в состав которого входит проектируемая установка производства битума, является предприятием топливного направления, перерабатывающее Алакаевскую нефть.

Как подтвердили экономические исследования рентабельнее транспортировать сырье к месту потребления нефтепродуктов, чем перевозить нефтепродукты с заводов, расположенных вблизи промыслов. Поэтому место для строительства проектируемого нефтеперерабатывающего завода выбрано непосредственно в районе с высокой плотностью потребления нефтепродуктов. Город Ижевск – это крупный город Удмуртской Республики, развитая промышленная зона, нуждающаяся в нефтепродуктах. При обосновании расположения установки получения битума в данной работе были учтены следующие факторы:

- наличие вблизи дешевого сырья;
- наличие в регионе дешевых энергоресурсов;
- наличие в регионе развитой инфраструктуры, которая обеспечит производство квалифицированными кадрами, хороший социальный уровень жизни и отдых персонала;
- связь данной установки с уже существующими на предприятии;
- потребность в продукции и предполагаемые рынки сбыта;
- наличие водных ресурсов.

Обобщая выше сказанное можно сделать вывод о том, что данный проект является эффективным как с технической точки зрения, так и с экономической.

2.2 Индексация нефти и ее связь с технологией их переработки

В зависимости от свойств получаемых нефтепродуктов выбирают наиболее рациональные пути переработки нефти. Для определения наиболее приемлемого варианта переработки нефти приводят классификацию. Существует несколько видов классификаций. На начальном этапе нефтепереработки, нефти делили на три вида в зависимости от плотности: легкий, средний, утяжеленные. В настоящее время наибольшее применение находит технологическая классификация. В основу их положены признаки, имеющие значения для технологии переработки нефти или получения разнообразного ассортимента продуктов[1].

В таблице 2.2.1 приведена технологическая классификация нефтей.

Таблица 2.2.1 - Технологическая классификация нефтей

Класс нефти	Содержание серы, % (масс)			
	Нефть	Бензин	Авиационный керосин	Дизельное топливо
1 (малосернистая)	≤0,5	≤0,1	≤0,1	≤0,2
2 (сернистая)	0,5-2,0	≤0,1	≤0,25	≤1,0
3 (высокосернистая)	2,0	>0,1	>0,25	>1,0
Тип нефти	Содержание фракций до 350 °C, %(масс)			
1 (легкая)	≥55,0			
2 (средняя)	45-54,9			
3(тяжелая)	<45			
Группа нефти	Потенциальное содержание базовых масел. % (масс)			
1	>25	>45		
2	15-24,9	45		
3	15-24,9	30-44,9		
4	<15	<30		
Подгруппа нефти	Индекс вязкости			
1	>95			
2	90-95			
3	85-90			
4	<80			
Вид нефти	Содержание парафина, % (масс)	Требования по депарафинизации		
		не требуется	требуется	
1 (малопарафинистая)	≤1,5	Для получения реактивного и дизельного топлив и дистиллятных базовых масел	-	
2 (парафинистая)	1,51-6,0	Для получения реактивного и летнего дизельного топлива	Для получения зимнего дизельного топлива дистиллятных базовых масел	
3 (высокопарафинистая)	>6,0		Для получения реактивного топлив и дистиллятных базовых масел	

Как видно из норм по содержанию серы и парафина, требования относятся не только к нефти, но и к качеству наиболее употребляемых топлив (и базовых масел), причем определяющим для отнесения нефти к тому или иному классу или виду являются требования по дистиллятам.

Шифр нефти является ее технологическим паспортом, определяющим направление ее переработки (на топлива или масла), набор технологических процессов (сероочистка, депарафинизация) и ассортимент полученных продуктов.

2.3 Характеристика перерабатываемого сырья

Нефть - горючая, маслянистая жидкость, распространенная в осадочной оболочке Земли, важнейшее полезное ископаемое. Сложная смесь алканов, некоторых цикланов и аренов, а также кислородных, сернистых и азотистых соединений. В ее составе обнаруживается свыше 1000 индивидуальных

органических веществ, содержащих 83-87% углерода, 12-14% водорода, 0,5-6,0% серы, 0,02-1,7% азота и 0,005-3,6% кислорода и незначительную примесь минеральных соединений; зольность нефти не превышает 0,1%. Различают легкую ($0,65\text{-}0,87 \text{ г}/\text{см}^3$), среднюю ($0,871\text{-}0,910 \text{ г}/\text{см}^3$) и тяжелую ($0,910\text{-}1,05 \text{ г}/\text{см}^3$) нефть. Теплота сгорания $43,7\text{-}46,2 \text{ МДж}/\text{кг}$ ($10400\text{-}11000 \text{ ккал}/\text{кг}$).

В составе нефти выделяют легкие фракции (начало кипения 200°C), где преобладают метановые углеводороды (алканы). Содержание легких фракций в нефтях разных месторождений и даже разных продуктивных горизонтов одного и того же месторождения сильно изменяются. Значительную роль в составе нефтей имеют циклоалканы и ароматические углеводороды (арены - C_nH_m).

Сырьем проектируемого НПЗ является Алакаевская нефть. Она является сернистой, парафинистой[6]. Состав и физико-химические свойства нефти приведены в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1 - Характеристика алакаевской нефти

Наименование показателя	Фактическое значение
Относительная плотность ρ_4^{20}	0,8507
Молекулярная масса	245
Кинематическая вязкость, сСт при 20°C	20,07
при 50°C	7,80
Содержание серы, %масс. в нефти	1,88
в бензине ($\text{нк}-200^\circ\text{C}$)	0,118
в реактивном топливе ($120\text{-}240^\circ\text{C}$)	0,320
Выход фракций, % масс.: до 200°C	25,2
до 350°C	53,0
Элементарный состав, %масс.: углерод	84,60
водород	13,14
кислород	0,29
азот	0,09
Выход базовых масел, % масс.: фр. $350\text{-}420^\circ\text{C}$	12,5
фр. $420\text{-}500^\circ\text{C}$	9,0
Индекс вязкости	85
Содержание, %масс.: парафинов	7,1
смол сернокислотных	25
смол силикагелевых	5,4
асфальтенов	1,23
Коксуемость, %масс.	2,86
Зольность, %	-
Температура застывания, $^\circ\text{C}$: без обработки	8
с обработкой	-22

Шифр Алакаевской нефти: 2.1.3.2.2.

2.4 Выбор и обоснование варианта переработки нефти

Выбор направления переработки нефти и ассортимента получаемых нефтепродуктов определяется физико-химическими свойствами нефти, уровнем технологии нефтеперерабатывающего завода и настоящей потребности хозяйств в товарных нефтепродуктах. Различают четыре основных варианта переработки нефти:

- топливный с глубокой переработкой нефти;
- топливный с неглубокой переработкой нефти;
- топливно-масляный;
- топливно-нефтехимический.

По топливному варианту переработки из нефти получают котельные и моторные топлива. Топливный вариант переработки характеризуется наименьшим числом технологических установок и низкими затратами. Топливная переработка бывает глубокая и неглубокая. При неглубокой переработке нефти отбор светлых нефтепродуктов колеблется в пределах 40-45%, а выработка котельного топлива составляет 50-55% на исходную нефть. При глубокой переработке нефти получают максимальный выход высококачественных и автомобильных бензинов, зимних и летних дизельных топлив и топлив для реактивных двигателей. Выход котельного топлива в этом варианте сводится к минимуму[7].

Предполагается такой набор процессов вторичной переработки, при котором из тяжелых нефтяных фракций и остатка гудрона получают высококачественные легкие моторные топлива. Сюда относятся каталитические процессы: каталитический крекинг, каталитический риформинг, гидрокрекинг и гидроочистка. Переработка заводских газов в этом случае направлена на увеличение выхода высококачественных бензинов. Более перспективным является вариант глубокой переработки нефти, при котором выход светлых нефтепродуктов составляет 65% на нефть, а котельное топливо (мазут) вырабатывается только для обеспечения собственных нужд НПЗ[8].

Для переработки нефти на проектируемом НПЗ выбираем топливный вариант с глубокой переработкой нефти, так как он наиболее перспективен и востребован (наибольший выход светлых нефтепродуктов)[9]. Выбор представленной схемы изображён на рисунке 2.4.1.

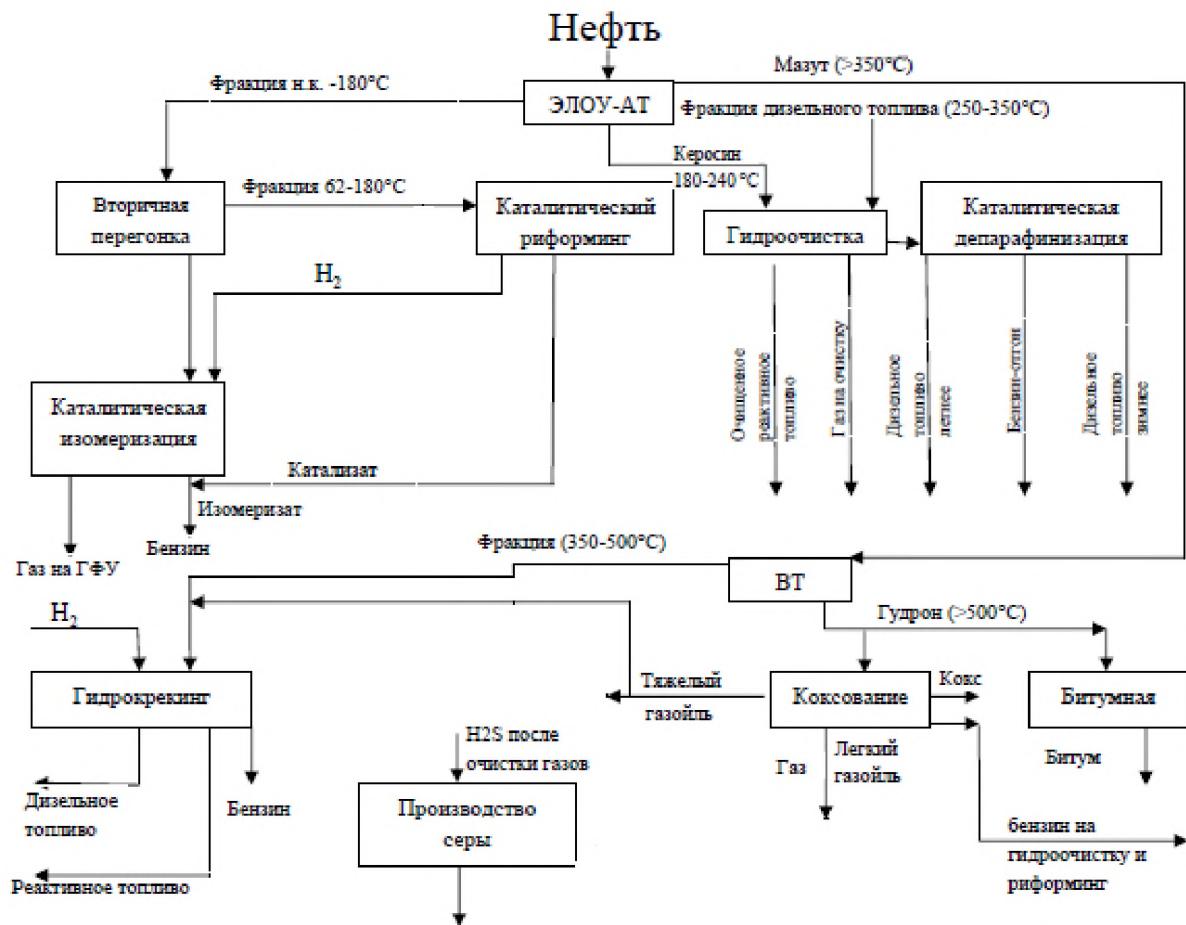


Рисунок 2.4.1 - Поточная схема НПЗ с глубокой переработкой нефти по топливному варианту

2.5 Характеристика установок по переработки нефти

2.5.1 Установка обессоливания и обезвоживания нефти

В нефти, поступающей на установку, содержится небольшое количество воды с растворенными в ней солями, преимущественно хлоридами, что вызывает сильную коррозию оборудования и ухудшает качество получаемых топлив.

Для удаления солей вся нефть подвергается обессоливанию. С этой целью нефть интенсивно смешивается со свежей водой в смесителях, а образовавшаяся эмульсия воды и нефти разрушается и расслаивается в электрическом поле высокого напряжения электродегидрататоров.

Часть воды в поступающих на НПЗ нефтях находится в виде эмульсии, образованной капельками воды. На поверхности капелек из нефтяной среды адсорбируются смолистые вещества, асфальтены, органические кислоты и их соли, растворимые в нефти. С течением времени толщина адсорбционной пленки увеличивается, возрастает ее механическая прочность, происходит старение эмульсии. Для предотвращения этого явления на многих промыслах в нефть вводят деэмульгаторы. Наиболее стойкие мелкодисперсные нефтяные

эмulsion разрушаются с помощью электрического тока. При воздействии электрического поля капельки воды, находящиеся в неполярной жидкости, поляризуются вытягиваются в эллипсы с противоположно заряженными концами и притягиваются друг к другу. При сближении капелек силы притяжения возрастают до величины, позволяющей сдавить и разорвать разделяющую их пленку. На практике используют переменный электрический ток частотой 50 Гц и напряжением 25 – 35 кВ.

Обессоленная и обезвоженная нефть поступает на атмосферную перегонку.

2.5.2 Установка атмосферно-вакуумной перегонки нефти

Установка предназначена для получения из нефти дистиллятов бензина, керосина, дизельного топлива, трёх масленых фракций разной вязкости и гудрона. Кроме этих продуктов на установке получаются сухой и жирный газ, сжиженный газ (рефлюкс), легкий вакуумный газойль. Современные установки большой мощности состоят из следующих блоков:

- предварительного нагрева нефти в теплообменниках;
- электрообессоливания и обезвоживания нефти (блок ЭЛОУ);
- последующего нагрева в теплообменниках;
- отбензинивания нефти (колонна повышенного давления с нагревательной печью);
- атмосферная колонна (с нагревательной печью и отпарными колоннами);
- фракционирование мазута под вакуумом (с нагревательной печью, отпарными колоннами и системой создания вакуума);
- стабилизации и вторичной перегонки бензина на узкие фракции.

Перегонка нефти осуществляется с помощью двухкратного испарения по двухколонной схеме. Первая колонна служит для выделения газа и наиболее легких фракций, вторая – является основной атмосферной колонной.

В атмосферной колонне, кроме верхнего и нижнего продукта (бензина и мазута), получают три боковых погона фракций 140 – 230 °C, 180 – 320°C, 230 – 360 °C.

Каждый боковой погон направляется в свою отгонную колонну, где происходит отпарка легких фракций. Таким образом, атмосферная колонна фактически представляет собой несколько простых колонн, соединенных в одну. На верх сложной колонны подается острое орошение.

Во II-й и III-й секциях созданы самостоятельные циркуляционные орошения. Это позволяет улучшить энергетические показатели процесса за счет использования тепла этих потоков.

Бензиновая фракция с верха колонн поступает на стабилизацию. С верха стабилизационной колонны нестабильная головка направляется на газофракционирование, стабильный бензин – фракция 85 – 180 °C является сырьем риформинга.

2.5.3 Установка катализитического риформинга

Катализитический риформинг является одним из процессов, позволяющим повысить качество бензинов, а также получить ценные мономеры.

Назначение процесса – производство высокооктанового базового компонента автомобильных бензинов и получение индивидуальных ароматических углеводородов: бензола, толуола, ксиолов. В результате процесса получают и водородсодержащий газ, используемый далее в процессах гидроочистки топлив, масляных и других фракций, а также на установках гидрокрекинга и изомеризации.

Сырьём катализитического риформинга являются бензиновые фракции прямой перегонки: широкая фракция 85—180 °C для получения высокооктанового бензина, фракции 62—85, 85—115 и 115—150 °C для получения бензола, толуола и ксиолов соответственно. Иногда к прямогонной широкой бензиновой фракции добавляют низкооктановые бензины коксования, термического крекинга.

Выход высокооктанового компонента бензина составляет 80-88 % (масс.), его октановое число 80-85 (моторный метод) против 30-40 для сырья.

Основным промышленным катализатором процесса риформинга является алюмоплатиновый катализатор (0,3-0,8 % масс. платины на оксиде алюминия); в последние годы наряду с платиной на основу наносится рений. Применение более активного биметаллического платино-рениевого катализатора позволяет снизить давление в реакторе с 3-4 до 0,7-1,4 МПа. Катализатор имеет форму цилиндров диаметром 2,6 мм и высотой 4 мм.

2.5.4 Установка катализитической депарафинизации

Сырьем для установки депарафинизации является гидроочищенное дизельное топливо. Продуктами являются дизельное топливо зимнее, промежуточная фракция (компонент дизельного топлива), парафин жидкий.

Стадии процесса:

- контактирование сырья со спиртовым раствором (растворитель-активатор - изопрапанол) и образование комплекса;
- отстой и разложение комплекса с выделением продуктов депарафинизации и регенерацией раствора;
- промывка спирта от продуктов депарафинизации;
- разгонка парафинов, ректификация спирта.

Технологический режим:

- продолжительность стадии комплексообразования 60 минут;
- продолжительность разложения комплекса 30 минут;
- температура комплексообразования 40-25°C;
- температура разложения комплекса 60-65°C.

2.5.5 Газофракционирующая установка

ГФУ предназначена для дальнейшей переработки нестабильных головок, получаемых на установках АВТ и каталитический риформинга, а также жирных газов риформинга, с получением следующих продуктов:

- сухого газа;
- пропановой фракции;
- изобутановой фракции;
- фракции нормального бутана;
- фракции С5 и выше.

Нестабильная головка АТ подвергается предварительной очистке от сероводорода 15 %-ным растворомmonoэтаноламина (МЭА) в экстракторе сероочистки. Регенерация насыщенного раствора МЭА производится централизованно в цехе.

Установка состоит из блоков:

- выделение углеводородов С3 и выше из газообразного сырья конденсационно-абсорбированным методом;
- деэтанизация сырья, ректификации жидких углеводородов;
- очистки сырья и готовой продукции.

На установку поступает газ, он подается на сжатие компрессором охлаждается и, после каждой ступени конденсации, разделенный в сепараторах на газ и жидкость, смешивается с головками стабилизации установок первичной перегонки, риформингов, гидрокрекинга, подается на блок ректификации.

В К-1 удаляют метан, этан (с верха колонны), деэтанизированный продукт поступает в К-2 (депропанизатор), далее в К-3 (дебутанизатор). В К-4 разделяют изо-бутан и нормальный бутан, а остаток подается в К-5 на разделение смеси пентанов и фракции С6 и выше. В К-6 происходит разделение пентана и изопентана.

2.5.6 Установка производства битумов

Производство битумов ведется путем окисления гудрона воздухом при высокой температуре.

Сырьем служит остаток вакуумной перегонки - гудрон, фракция 350-500°C. Продуктами являются битумы дорожные, строительные, отгон, газы окисления. Выход дорожных окисленных вязких битумов на сырье составляет около 98% (масс.), строительных 94- 96% (масс.).

Стадии процесса:

- подготовка сырья до требуемой температуры;
- окисление в колоннах - реакторах непрерывного действия - масла переходят в смолы, смолы в асфальтены, кислород воздуха взаимодействует с водородом, содержащимся в сырье; возрастающая потеря водорода сопровождается полимеризацией сырья и его сгущением;

- конденсация паров нефтепродуктов, воды, низкомолекулярных альдегидов, кетонов, спиртов, кислот, и их охлаждение;
- сжигание газообразных продуктов окисления.

2.5.7 Установка производства серы

Основные стадии процесса производства серы из технического сероводорода:

- термическое окисление сероводорода кислородом воздуха с получением серы и диоксида серы;
- взаимодействие диоксида серы с сероводородом в реакторах (конвекторах), загруженных катализатором.

Сырьё - сероводородсодержащий газ (технический сероводород) освобождается от увлечённогоmonoэтаноламина и воды в приёмнике и нагревается до 45-50°C в пароподогревателе. Затем 89% (масс.) от общего количества сероводородсодержащего газа вводится через направляющую форсунку в основную топку. Затем газ охлаждается последовательно внутри первого, а затем второго конвективного пучка котла-utiлизатора основной топки. Сконденсированная в котле-utiлизаторе сера стекает в подземное хранилище. Обогащённый диоксидом серы технологический газ из котла утилизатора направляется в камеру смешения вспомогательной топки.

Смесь продуктов сгорания из камеры смешения вспомогательной топки вступает сверху вниз в вертикальный реактор. В реакторе на перфорированную решётку загружен катализатор - активный оксид алюминия. Технологический газ из реактора направляется в отдельную секцию конденсатора-генератора. Сконденсированная сера стекает в подземное хранилище серы, а газ направляется в камеру смешения вспомогательной топки. Смесь продуктов сгорания сероводородсодержащего и технологического газов из камеры смешения вспомогательной топки поступает в реактор, в который уже загружен активный оксид алюминия. Из реактора газ поступает во вторую секцию конденсатора-генератора, где сера конденсируется и стекает в подземное хранилище.

Технологический газ проходит сероуловитель, в котором механически унесённые капли серы задерживаются слоем насадки из керамических колец. Серая стекает в хранилище, а газ направляется в печь дожига, где нагревается до 580-600°C. Жидкая сера из подземного хранилища откачивается насосом на открытый склад комовой серы, где она застывает и хранится до погрузки в железнодорожные вагоны.

2.5.8 Установка гидроочистки

Установка гидроочистки нефтяного сырья содержит первый реактор гидроочистки первого вида нефтяного сырья, второй реактор гидроочистки второго вида нефтяного сырья и третий реактор гидроочистки, сепараторы

высокого и низкого давления, ректификационную колонну и систему промывки от сероводорода. При этом третий реактор гидроочистки соединен последовательно с первым и вторым реакторами и предназначен для совместной гидроочистки гидрогенизаторов указанных первого и второго реакторов. Технический результат: повышение степени очистки нефтяного сырья. Задачей предлагаемого изобретения является создание установки гидроочистки нефтяного сырья, позволяющей более глубоко осуществлять гидроочистку нефтяных фракций с целью получения высококачественных целевых продуктов. Установка позволяет при осуществлении способа гидроочистки нефтяных фракций подавать в реакторный блок легкие и тяжелые фракции отдельными потоками и затем гидроочищенные фракции направлять в третий, последовательно расположенный реактор, в котором осуществляется глубокая доочистка смесевой фракции.

2.5.9 Установка каталитической изомеризации

Процесс каталитической изомеризации предназначен для получения высокооктановых компонентов бензина, а также сырья для нефтехимической промышленности. Сырьем являются н-бутан, легкие прямогонные фракции н.к.-62°C, рафинаты каталитического риформинга, н-пентан и н-гексан или их смеси, выделенные при фракционировании газов. Процесс проводят в среде водородсодержащего газа.

Основными катализаторами являются: катализатор Фриделя-Крафтса, сульфид вольфрама, бифункциональные, цеолитсодержащие с благородными металлами и комплексные. Наиболее распространены в настоящее время бифункциональные катализаторы, содержащие платину или палладий на кислотном носителе (оксид алюминия, цеолит).

Установка изомеризации состоит из двух блоков - ректификации и изомеризации. В блоке ректификации сырье предварительно разделяется на пентановые и гексановые фракции, направляемые на изомеризацию, после которой проводится стабилизация полученного продукта и выделение из него товарных изопентана и изогексана. В блоке изомеризации получают изомеризаты.

2.5.10 Установка гидрокрекинга

Гидрокрекинг применяют для получения бензина, реактивного и дизельного топлив или сырья для термического и каталитического крекинга. Проводят процесс при температуре 380-500 °C и давлении водорода до 15-20 Мпа.

Сырьём для гидрокрекинга являются тяжёлые, богатые сернистыми соединениями нефтяные продукты: гудроны и смолистые вещества. Достоинством процесса является возможность перерабатывать с получением топлив практически любое углеродсодержащее сырьё. Это достигается

гидрированием ненасыщенных углеводородов и «замещением» гетероатома на водород в гетероатомных соединениях. В результате сырьё обогащается углеводородами парафинового и нафтенового рядов нормального и изомерного строения, что позволяет использовать получившийся продукт как топливо

2.5.11 Установка замедленного коксования

Процесс замедленного коксования служит для получения крупнокускового нефтяного кокса как основного целевого продукта, а также легкого и тяжелого газойлей, бензина и газа. Сырьем для коксования служат малосернистые атмосферные и вакуумные нефтяные остатки, тяжелые нефти из битуминозных песков, сланцевая смола, каменноугольный деготь. Эти виды сырья дают губчатый кокс. Для получения высококачественного игольчатого кокса используют более термически стойкое ароматизированное сырье, например смолу пиролиза, крекинг-остатки и каталитические газойли.

Основными показателями качества сырья являются плотность, коксуемость по Конрадсону и содержание серы. Выход кокса определяется коксуемостью сырья и практически линейно изменяется в зависимости от этого показателя. При коксование в необогреваемых камерах остаточного сырья выход кокса составляет 1,5 – 1,6 от коксуемости сырья. При коксование дистиллятного сырья выход кокса не соответствует коксуемости сырья, поэтому составлять материальный баланс расчетным методом для такого сырья нельзя. Главным потребителем кокса является алюминиевая промышленность. Кроме того, кокс используют в качестве сырья при изготовлении графитированных электродов для сталеплавильных печей, для получения карбидов (кальция, кремния) и сероуглерода.

Основными показателями качества кокса являются истинная плотность, содержание серы, зольность и микроструктура.

Кокс из камер выгружается гидравлическим способом – посредством гидрорезаков с использованием воды давлением 10 – 5 МПа.

2.5.12 Установка деасфальтизации

Целевым продуктом одноступенчатой установки деасфальтизации гудронов жидким пропаном является деасфальтизат, в котором концентрация парафинонафтеноных углеводородов значительно выше, чем в сырье. Пропан растворяет предпочтительно парафиновые, парафинонафтеноевые и легкие ароматические углеводороды, присутствующие в гудроне или концентрате. Асфальтены, смолы и полициклические ароматические углеводороды концентрируются в побочном продукте - битуме деасфальтизации, который отводится в смеси с пропаном (30-35% на смесь) с низа деасфальтизационной колонны.

Сырье установки является гудрон – остаток, полученный вакуумной перегонкой мазута.

2.5.13 Установка производства водорода

В настоящее время более 90% водорода, используемого в промышленности, получают методом паровой каталитической конверсии углеводородов.

Промышленное производство водорода - неотъемлемая часть водородной энергетики, первое звено в жизненном цикле употребления водорода. Водород практически не встречается в природе в чистой форме и должен извлекаться из других соединений с помощью различных химических методов. Современные установки по производству водорода обладают мощностью до 3 млн. м³ водорода в сутки для них характерны рабочие давления в интервале 2 – 3 МПа.

Производство водорода методом паровой конверсии углеводородов включает несколько стадий: подготовка сырья к конверсии, собственно конверсия и удаление окислов углерода из конвертированного газа. На стадии подготовки сырье очищают от непредельных углеводородов, органических соединений серы и сероводорода; в некоторых случаях проводят стабилизацию методом частичной конверсии гомологов метана. На стадии удаления окислов углерода из конвертированного газа проводят конверсию окиси углерода водяным паром, очистку газа от двуокиси углерода и удаление остаточных окислов углерода методом метанизации. Перечисленные стадии, за исключением отмычки газа от двуокиси углерода, являются каталитическими процессами, близкими между собой по аппаратурному оформлению.

2.6 Составление материальных балансов

2.6.1 Материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти

В таблице 2.6.1.1 представлен материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти.

Таблица 2.6.1.1 - Материальный баланс

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Тонн в год
Обессоливание нефти			
Поступило:			
Нефть сырая	101	101	5883495,15
Получено:			
Нефть обессоленная	100	100	5825242,72
Вода и соли	1	1	58252,43
Всего:	101	101	5883495,15
Атмосферно-вакуумная перегонка			
Поступило:			

Продолжение таблицы 2.6.1.1.

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Тонн в год
Нефть обессоленная	100	100	5825242,72
Получено:			
Газ и головка стабилизации	1,6	1,6	93203,88
Фракция н.к.-62°C	2,5	2,5	145631,07
62-85°C	3,1	3,1	180582,52
85-105°C	2,4	2,4	139805,83
105-140°C	4,5	4,5	262135,92
140-180°C	7,3	7,3	425242,72
180-230°C	8,7	8,7	506796,12
230-350°C	22	22	1281553,4
350-500°C	21,5	21,5	1252427,18
Гудрон	26,4	26,4	1537864,08
Потери	0,7	0,7	23707,38
Всего:	100	100	5825242,72
Катализический риформинг и экстракция ароматических УВ			
Поступило:			
Фракция 62-85°C	72,1	3,1	180582,52
85-105°C	27,91	1,2	69902,9
Всего:	100	4,3	250485,44
Получено:			
Сольвент	3	0,129	7514,56
Бензол	11,8	0,5074	29557,28
Толуол	11,9	0,5117	29807,77
Рафинат	56	2,408	140271,84
ВСГ	5	0,215	12524,27
Головка стабилизации	5	0,215	12524,27
Газ	6	0,256	15029,13
Потери	1,3	0,0559	3256,31
Всего:	100	4,3	250485,44
Катализический риформинг			
Поступило:			
Фракция 85-105°C	9,58	1,2	69902,91
105-140°C	35,91	4,5	262135,92
140-180°C	26,33	3,3	192233,01
Тяж. Бензин гидрокрекинга	24,35	3,05	177758,45
Бензины-отгоны гидроочистки	3,84	0,48	28002,9
Всего:	100	12,53	730033,2
Получено:			
Катализат	83	10,4	605927,55
ВСГ	5	0,63	36501,66
В т.ч. Водород	1,1	0,14	8030,37
Головка стабилизации	5	0,63	36501,66
Газ	6	0,75	43801,99
Потери	1	0,13	7300,33
Всего:	100	12,53	730033,2
Гидроочистка керосина			
Поступило:			
Фракция 140-180°C	47,62	4	233009,71
180-230°C	52,38	4,4	256310,68
ВСГ	1,20	0,10	5871,84
В т.ч. Водород	0,30	0,03	1467,96
Всего:	101,2	8,53	496660,19
Получено:			
Гидроочищенный керосин	97,2	8,189	477029,36
Бензин-отгон	1,5	0,126	7361,56

Продолжение таблицы 2.6.1.1.

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Тонн в год
Сероводород	0,1	0,0084	490,77
Газ	2	0,1685	9815,42
Потери	0,4	0,0337	1963,08
Всего:	101,2	8,526	496660,19
Гидроочистка дизельных фракций			
Поступило:			
Фракция 180-230°C	13,35	4,3	250485,44
230-350°C	68,3	22	1281553,4
Легкий газойль коксования	18,36	5,913	344446,6
ВСГ	1,7	0,548	31900,25
В т.ч. Водород	0,4	0,129	7505,94
Всего:	101,7	32,76	1908385,69
Получено:			
Гидроочищенное ДТ	97,1	31,279	1822067,36
Бензин-отгон	1,1	0,354	20641,34
Сероводород	0,8	0,258	15011,88
Газ	2,3	0,741	43159,17
Потери	0,4	0,129	7505,94
Всего:	101,7	32,76	1908385,69
Адсорбционная депарафинизация ДТ			
Поступило:			
Гидроочищенное ДТ	100	10,047	585240
Водород	1	0,1	5852,4
Всего:	101	10,147	591092,4
Получено:			
ДТ Зимнее	80,3	8,067	469947,72
Промежуточная фракция	9,1	0,914	53256,84
Парафин жидкий	11,2	1,125	65546,88
Потери	0,4	0,04	2340,96
Всего:	101	10,147	591092,4
Газофракционирование предельных газов			
Поступило:			
Газ и головка АВТ	46,15	1,6	93203,88
Головка каталитического риформинга	24,28	0,84	49025,93
Головка гидрокрекинга	29,57	1,025	59715,73
Всего:	100	3,47	201945,54
Получено:			
Пропан	21,6	0,749	43620,24
Изобутан	16,1	0,558	32513,23
н-бутан	33	1,144	66642,03
Изопентан	8,6	0,298	17367,32
н-пентан	11	0,381	22214,01
Газовый бензин	1,8	0,062	3635,02
Газ	6,5	0,225	13126,46
Потери	1,4	0,049	2827,24
Всего:	100	3,467	201945,54
Изомеризация			
Поступило:			
Фракция н.к.-62°C	86,765	2,5	300001,77
Пентан с ГФУ	13,235	0,381	45761,13
ВСГ	1,1	0,032	3803,39
в т.ч. Водород	0,2	0,006	691,53
Всего:	101,1	2,913	349566,29
Получено:			
Изопентан	69,8	2,01	241342,5
Изогексан	26,3	0,758	90935,64

Продолжение таблицы 2.6.1.1.

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Тонн в год
Газ	4	0,115	13830,52
Потери	1	0,029	3457,63
Всего:	101,1	2,913	349566,29
Производство битумов			
Поступило:			
Гудрон	65,0	1,3	75728,16
Фракция 350-500°C	35,0	0,7	40776,7
ПАВ	3	0,06	3495,15
Всего:	103,0	2,06	120000
Получено:			
Битумы дорожные	72,7	1,454	84699,03
Битумы строительные	26,4	0,528	30757,28
Отгон	1,3	0,026	1514,56
Газы окисления	1,6	0,032	1864,08
Потери	1,0	0,02	1165,05
Всего:	103,0	2,06	120000
Гидрокрекинг дистиллята			
Поступило:			
Фракция 350-500°C	87,25	20,8	1211650,49
Деасфальтизат	12,75	3,04	177087,38
Водород с водородной установки	3	0,715	41662,14
Всего:	103	24,56	1430400
Получено:			
Бензин легкий	2,6	0,62	36107,18
Бензин тяжелый	12,8	3,05	177758,45
Реактивное топливо	20,9	4,98	290246,21
Дизельное топливо	46	10,97	638819,42
Тяжелый газойль (выше 350°C)	7,9	1,883	109710,29
Сероводород	2,3	0,548	31940,97
Газ	5,2	1,24	72214,37
Головка стабилизации	4,3	1,025	59715,73
Потери	1	0,238	13887,38
Всего:	103	24,56	1430400
Коксование			
Поступило:			
Гудрон	78,082	17,1	996116,5
Асфальт с установки деасфальтизации	21,918	4,8	279611,65
Всего:	100	21,9	1275728,16
Получено:			
Газ и головка стабилизации	8,6	1,88	109712,62
Бензин	13	2,847	165844,66
Легкий газойль	27	5,913	344446,6
Тяжелый газойль	24,4	5,34	311277,67
Кокс	24	5,256	306174,76
Потери	3	0,657	38271,84
Всего:	100	21,9	1275728,16
Деасфальтизация гудрона			
Поступило:			
Гудрон	100	8	466019,42
Всего:	100	8	466019,42
Получено:			
Асфальт на замедленное коксование	60	4,8	279611,65
Деасфальтизат на гидрокрекинг	38	3,04	177087,38
Потери	2	0,16	9320,39
Всего:	100	8	466019,42
Производство серы			

Окончание таблицы 2.6.1.1.

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Тонн в год
Поступило			
Сероводород	100	0,814	47443,63
Всего:	100	0,814	47443,63
Получено:			
Сера элементная	97	0,79	46020,31
Потери	3	0,024	1423,31
Всего:	100	0,814	47443,63
Производство водорода			
Поступило:			
Сухой газ	32,7	1,615	94100,515
Химочищенная вода (на реакцию)	67,3	2,922	170240,99
Всего:	100,0	4,342	252958,37
Получено:			
Водород технический	18,2	0,790	46038,42
Двуокись углерода	77,8	3,378	196801,61
Потери	4,0	0,174	10118,33
Всего:	100,0	4,342	252958,37

На основе полученных данных таблицы 2.6.1.1 составляем сводный материальный баланс и заносим его в таблицу 2.6.2.1.

2.6.2 Сводный материальный баланс

В таблице 2.6.2.1 представлен сводный материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти.

Таблица 2.6.2.1 - Сводный материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти

Компоненты	Топливный вариант с глубокой переработкой	Тысячи тонн в год
Поступило		
Нефть обессоленная	100,00	5825242,72
ПАВ на производство битума	0,06	3495,15
Вода на производство водорода	2,92	170240,99
Всего	102,98	5998978,85
Получено		
Автомобильный бензин	17,39	638616,11
В т.ч.:		
катализат риформинга	10,4	605927,55
рафинат от пр-ва АУВ	2,41	140271,84
изопентан	0,298	17367,32
изогексан	0,758	90935,64
легкий бензин ГК	0,62	36107,18
Газовые бензины	0,06	3635,02
бензин коксования	2,85	165844,66
бутан	0,57	66642,03
Керосин ГО	8,19	477029,36
ДТ летнее	33,11	1928903,62
В т.ч.:		
ГО топливо	21,23	1236827,36
ЛГ ГК	10,97	638819,42
промежуточная фракция депарафинизации	0,91	53256,84

Окончание таблицы 2.6.2.1.

Компоненты	Топливный вариант с глубокой переработкой	Тысячи тонн в год
ДТ зимнее	8,067	469947,72
АУВ	1,1481	66879,61
В т.ч.:		
бензол	0,507	29557,28
толуол	0,512	29807,77
сольвент	0,129	7514,56
сжиженные газы	4,46	142775,5
В т.ч.:		
пропан	0,75	43620,24
изобутан	0,56	32513,23
н-бутан	0,57	66642,03
изопентан	2,01	241342,5
жидкий парафин	1,125	65546,88
кокс нефтяной	5,256	306174,76
битумы дорожные и строительные	1,98	115456,31
котельное топливо	7,25	422502,52
В т.ч.:		
тяжелый газойль коксования	5,34	311277,67
фракция выше 350 ГК	1,88	109710,29
отгоны пр-ва битумов и ГО масел	0,06	1514,56
Сера элементная	0,79	46020,32
топливный газ	1,72	107061,11
диоксид углерода	3,38	196801,61
отходы (кокс выкигаемый, газы окисления)	0,032	1864,08
потери безвозвратные	1,735	102837,8
РТ	4,98	290246,21
газ и головка стабилизации	1,88	109712,62

2.7 Теоретические основы процесса

2.7.1 Общие сведения

Мощности мирового производства нефтяных битумов составляют примерно 12 млн. тонн в год. На состояние и развитие битумного производства оказывает существенное влияние ряд специфических факторов.

Первой из них является сезонность выработки битумов основных марок (дорожных), которая связана с ограниченными периодами выполнения дорожно-строительных работ, что влечет за собой проблемы для непрерывно функционирующих нефтеперерабатывающих предприятий.

Второй фактор - существующая система ценообразования, при которой цена продукта (битума) составляет 60-70 % от цены сырья (нефти), и сложность проведения технологических операций с таким высоковязким и высокозастывающим продуктом, как битум. Экономическим стимулом для усовершенствования битумного производства является низкая стоимость таможенных пошлин при экспорте современных дорожных битумных материалов.

Основным сырьем для производства битумов в нашей стране являются остаточные продукты нефтепереработки: гудроны и мазуты, асфальтиты (экстракты) процесса деасфальтизации гудрона, крекинг-остатки, смолы

пиролиза, экстракты селективной очистки масляных фракций и другие продукты

В последние годы специалисты в областях дорожного строительства и нефтепереработки сделали вывод о несоответствии возможного качества нефтяного дорожного битума сорвым требованиям климатической зоны и возросшим деформационным нагрузкам из за резкого возросшего увеличения интенсивности дорожного движения. Для увеличения длительности и надёжной работоспособности асфальтобетонного покрытия в данных условиях были разработаны органические вяжущие материалы.

Органические вяжущие материалы - сложные композиционные материалы, представляющие смесь битумов с различными добавками полимеров и пластификаторов которые обеспечивают их необходимые эксплуатационные свойства. Вследствие этого, основу органических вяжущих материалов составляют нефтяные битумы[4].

2.7.2 Классификация битумов по способу производства

В зависимости от способа производства различают три основных типа нефтяных битумов: остаточные, окисленные и компаундированные.

Остаточные битумы получают как кубовые остатки (выкипающие при температурах выше 450-550°C) процессов первичной переработки специальных, тяжелых нефтей. Для получения остаточных битумов может быть использовано только сырье с большим содержанием смолисто-асфальтеновых веществ (САВ), присутствующие в достаточном количестве в тяжелых высокосмолистых нефтях.

Окисленные битумы получают окислением тяжёлых остатков переработки нефти (выше 400-450°C) или их смесей с различными экстрактами, смолами или другими тяжелыми полупродуктами нефтепереработки кислородом воздуха при 250-280°C.

В свою очередь производство окисленных битумов может быть классифицировано по типу применяемого окислительно-реакционного аппарата. Процесс окисления можно проводить в кубах, в бескомпрессорных реакторах, в необогреваемых трубчатых (змеевиковых) реакторах и в окислительных колоннах[2].

Компаундированные битумы получают смешением различных окисленных и остаточных битумов, а также других нефтяных остатков и полупродуктов производства, тяжелых дистиллятов между собой.

Выбор способа получения битума определяется возможностями предприятия производить необходимые потребителю продукты стандартного качества из имеющегося в распоряжении сырья.

2.7.3 Физико-химическая сущность процесса

Процесс окисления сырья до битума - гетерогенная реакция между газовой (воздух) и жидкой (гудрон) фазами.

С химической точки зрения процесс окисления представляет собой не только реакции присоединения кислорода, но и реакции отщепления водорода. Окисление сырья (гудрона) до битума является гетерогенной реакцией между газовой (воздух) и жидкой (нефтяной остаток) фазами и осуществляется в окислительных аппаратах посредством продувки кислорода воздуха через слой жидкости. При этом молекулярный кислород вступает в реакцию с составными компонентами сырья. Процесс включает значительное количество параллельно-последовательных реакций, которые протекают в основном, по радикально-цепному механизму. Ввиду сложного химического состава сырья и большого разнообразия одновременно протекающих реакций, химизм процесса изучен недостаточно.

В процессе окисления наблюдаются следующие типичные реакции:

- реакции, в которых происходит значительное увеличение размеров молекул;
- реакции, в которых размеры молекул изменяются незначительно или не изменяются;
- реакции, сопровождающиеся уменьшением молекул;
- концентрация с отгонкой легких углеводородных фракций.

Большая часть кислорода, которая взаимодействует с компонентами гудрона, вызывает реакции дегидрогенизации и уносится с отходящими газами в виде соединений (в основном, пары воды и диоксид углерода). Остальная часть кислорода химически связывается в виде окисленных соединений. Основное количество кислорода, связанного в окисленном битуме, находится в виде сложноэфирных групп.

В среднем на них приходится 60% связанного кислорода и 40% распределяется примерно поровну между гидроксильными, карбонильными и карбоксильными группами. Количество в окисленном битуме химически связанного кислорода увеличивается с повышением ароматичности нефтяного остатка и понижением температуры окисления. По мере углубления окисления, соотношение содержания углерода к водороду в битуме увеличивается. Основное количество химически связанного кислорода с окислением битума находится в виде сложноэфирных групп (-COO) и в меньших количествах и гидроксильных (-OH), карбоксильных (-COOH) и карбонильных (=CO) группах. Соотношение групп зависит от природы сырья и условий процесса окисления (температуры и продолжительности процесса окисления), подачи воздуха.

Образующиеся в процессе окисления низкомолекулярные органические продукты (дистиллят) носят название - отдув (черный соляр). Количество образующегося отдува зависит от содержание 'летучих' в сырье и глубины окисления. При глубине окисления, соответствующей температуре

размягчения битума 50-60°C, образуется отдув в количестве 0,5-2,0 % массовых на сырье[1].

Битум химически связывает тем меньше кислорода, чем выше температура размягчения битума. Основное количество кислорода, которое подается воздухом на окисление, идет на образование воды, 10-20%, на образование углекислого газа и лишь незначительная часть на образование органических веществ, содержащих кислород. Часть подаваемого кислорода в реакцию не вступает и уносится с отходящими газами.

Процесс окисления гудрона сопровождается выделением тепла, реакция окисления повышает температуру в зоне реакции. Тепловой эффект реакции зависит от химической природы сырья, глубины и условий окисления. Наименьший эффект наблюдается в начальной стадии окисления. При увеличении температуры окисления тепловой эффект снижается. Тепловой эффект реакции получения дорожных битумов колеблется от 45 до 150 ккал/кг, а для строительных до 250 кал/кг. Для снятия тепла реакции применяется подача сырья в окислительный аппарат с температурой меньшей, чем температура окисления, а также эксплуатации окислительных аппаратов без теплоизоляции.

2.7.4 Параметры процесса

Основными факторами, которые влияют на процесс окисления гудрона, являются: природа сырья - нефти, исходная условная вязкость гудрона, которая зависит от содержания в нем масел, смолистых соединений и асфальтенов, температура окисления, расход воздуха и, следовательно, продолжительность окисления. К числу таких факторов следует отнести давление в зоне реакции, подогрев сжатого воздуха, подаваемого на окисление, уровень жидкой фазы в окислительной колонне. Соответствующим подбором сырья можно получать окисленные битумы различных марок. С понижением содержания масел в исходном гудроне повышаются растяжимость и температура вспышки битумов, понижаются их теплостойкость, пластичность и морозостойкость.

С повышением температуры процесса возрастает скорость окисления гудрона, понижается доля кислорода в окисленном битуме, продолжительность процесса окисления и необходимый суммарный расход воздуха снижаются, степень использования кислорода воздуха увеличивается.

С повышением температуры выше 250°C изменяются некоторые товарно-технические свойства битумов: температура хрупкости битума повышается, а пенетрация, растяжимость, теплостойкость и интервал пластичности окисленных битумов понижаются.

В зависимости от природы сырья и требуемых свойств битума следует подбирать соответствующую температуру окисления. Для дорожных марок битумов рекомендуется температура окисления 250-290°C, а для строительных марок битума не выше 320°C.

При снижении температуры окисления до 190-220°С скорость реакции становится очень мала, что экономически нецелесообразно.

Расход сжатого воздуха, степень его диспергирования и распределения по сечению окислительной колонны влияют на интенсивность процесса и свойства битумов. Увеличение расхода воздуха до определенной границы при прочих равных условиях ведет к пропорциональному повышению скорости окисления. Известно, что битумы, окисленные в короткий промежуток времени, имеют более высокую пенетрацию, чем битумы той же температуры размягчения, окисленные при небольшой скорости подачи воздуха и при большей продолжительности окисления. Поэтому для получения битума с повышенными значениями пенетрации и теплостойкости нужно увеличивать скорость подачи сжатого воздуха.

Увеличение высоты столба жидкости в окислителе повышает температуру размягчения битума, не меняя соотношения между температурой размягчения и пенетрацией, что подтверждает преимущество вертикальных колонн. Увеличение уровня жидкой фазы повышает эффективность процесса, так как длина пути газовых пузырьков увеличивается. Применение рециркуляции окисленного продукта, благодаря улучшению смешения окисленного продукта с сырьем и массообмена, несколько улучшает свойства битумов.

Процесс окисления гудрона ведут без предварительного нагревания воздуха и при избыточном давлении, что обусловлено аппаратурным оформлением процесса.

Допускаемая концентрация свободного кислорода в горячих газах окисления установлена не выше 8 % об., а в охлажденных газах окисления выше 10% об.

Усовершенствованный процесс непрерывного окисления битума предусматривает возможность подачи холодного гудрона либо в выносные секции сепарации, либо одновременную подачу холодного гудрона в низ цельно заполненных колонн в шлемовые переточные линии из колонн в выносные сепараторы. Описанная технология позволяет проводить окисление при более высокой температуре в цельнозаполненных колоннах, а температуру на границе раздела фаз в выносных сепараторах поддерживать ниже безопасной.

В таких колоннах окисление при высокой температуре обеспечивает высокую степень использования кислорода воздуха в реакциях окисления без опасения закоксовывания газового пространства.

Процесс непрерывного окисления гудрона в двухблочной системе колонн с выносными секциями сепарации предназначен для получения дорожных и строительных битумов соответственно в одном из трех блоков разделения. Подразделение состоит из трех параллельно работающих окислительных колонн, каждая из которых имеет раздельную выносную секцию сепарации прореагировавших фаз[1].

2.8 Описание технологического процесса

2.8.1 Вакуумная перегонка мазута

Основное назначение процесса вакуумной перегонки мазута – подготовка сырья для битумного производства.

Перегонку мазута проводят под вакуумом и в присутствии перегретого водяного пара. Водяной пар подаётся в колонну для предотвращения разложения сырья под действием высоких температур.

Водяной пар подаётся в радиантный змеевик печи для турбулизации потока сырья, что уменьшает отложение кокса в трубах.

Качество гудрона и дистиллятов, получаемых в вакуумной колонне, регулируется изменением режима работы колонны, в частности, изменением расхода циркуляционных орошений, изменением температуры сырья на выходе из печи, изменением расхода водяного пара, подаваемого в колонну, изменением количества выводимых дистиллятов, в пределах, установленных регламентом.

Особое внимание должно уделяться качеству гудрона, которое обеспечивает получение битумов, удовлетворяющих требованиям ГОСТов.

Вакуум создаётся за счёт конденсации в поверхностных конденсаторах водяного пара и удаления газов разложения паровыми эжекторами.

2.8.2 Окисление гудрона

Процесс окисления гудрона кислородом воздуха характеризуется следующими превращениями: углеводороды → смолы → асфальтены, в результате которых, в зависимости от глубины окисления и качества исходного сырья получают битумы различных марок.

Часть (1-2% на битум) кислорода, взаимодействующего с сырьём, расходуется на окисление гудрона, остальная часть кислорода идёт на образование паров воды и углекислого газа, которые удаляются вместе с углеводородными газами разложения и азотом воздуха из процесса в виде газов окисления.

Процесс окисления гудрона сопровождается выделением тепла, поэтому предусмотрен отвод тепла с поверхности реакторов. В качестве окислительных аппаратов на установке применены трубчатые змеевиковые реакторы, которые характеризуются высокой эффективностью использования кислорода воздуха и позволяют получать высокопластичные битумы. Качество битумов обеспечивается поддержанием необходимой температуры окисления, соотношением расходов воздуха, сырья и рециркулята.

2.8.3 Хранение и разлив битумов

Полученный битум хранится в горячем жидким состоянии в резервуарах с подогревом. В качестве теплоносителя используется масло АМТ-300. Для слива битумов самотёком резервуары возведены на постаменты.

Битум с установки отгружают двумя способами: в горячем жидким или охлаждённом твёрдом состоянии.

Дорожные битумы отгружаются в жидким виде в железнодорожные бункера, вагоноцистерны и автобитумовозы.

Строительный битум отгружается в твёрдом виде, для чего предварительно затаривается в горячем виде в бумажные мешки и пакеты, и после остывания поступает на отгрузку в железнодорожные полувагоны, платформы, думкары и автотранспорт[10].

2.9 Описание технологической схемы

2.9.1 Вакуумный блок

Сырьё - мазут поступает на установку из резервуаров № 60, 61 топливно-сырьевого парка завода.

Предусмотрен приём мазута на сырьевые насосы из линии № 20 откачки мазута с установки.

Мазут сырьевым насосом Н-1/1 (Н-1/2) расходом 80-180 м³/час прокачивается последовательно через трубное пространство теплообменников:

- Т-2/1, где нагревается за счёт тепла фракции до 360°C;
- Т-1/1,2, где нагревается за счёт тепла фракции 350-495°C;
- Т-2/2, где нагревается за счёт тепла фракции 400-540°C;
- Т-4/1÷6, где нагревается за счёт тепла гудрона,

и двумя параллельными потоками расходом по 40-90 м³/час каждый поступает в нагревательную двухсекционную печь П-1/1,2.

Технологической схемой предусмотрена подача мазута насосами Н-1/1,2 в емкость Е-10/2. Из емкости Е-10/2 мазут наливается в автоцистерны.

Для снижения вязкости гудрона предусмотрена схема подкачки мазута в линию № 102/9 на входе в воздушные холодильники ХВ-5/1,2. Мазут подается по трубопроводу Ду 38 линия № 101/2б от линии № 101/2 (мазут от Н-1/1,2 в Т-2/1).

Для снижения сопротивления потоку гудрона выводимого с битумного блока, в воздушные холодильники ХВ-5/1,2, выполнена схема вывода гудрона с битумного блока по линии № 105/5 через перемычку Ду 150, помимо воздушных холодильников ХВ-5/1,2 в линию № 102/10 (гудрон с установки).

Для снижения вязкости затемнённого вакуумного газоля (СЛОПа) предусмотрена схема подкачки мазута в линию № 108/2а на входе в

воздушные холодильники ХВ-5/3,4. Мазут подается по трубопроводу Ду 38 линия № 101/26 от линии 101/2 (мазут от Н-1/1,2 в Т-2/1). Для закачки мазута в ёмкость Е-10/2 минута сырьевые насосы Н-1/1,2 смонтирована перемычка Ду-80 с приёма насосов (лин. № 101/1) на выкид (лин. № 101/2).

При достижении предельного минимального значения расхода по потокам срабатывает блокировка, при этом закрываются электрозадвижки.

Первый поток:

- № 8/1 топливного газа к горелкам П-1/1;
- № 9/1 жидкого топлива к горелкам П-1/1;
- № 6 на топливном газе к соплам П-2/2,3;
- № 5 на жидкое топливо к форсункам печи П-2/2,3.

Второй поток:

- № 8/2 на топливном газе к горелкам П-1/2;
- № 9/2 на жидкое топливо к горелкам П-1/2;
- газы разложения переводятся на свечу;
- закрывается электрозадвижка № 10/1;
- открывается электрозадвижка № 10/2.

Для увеличения скорости потоков в змеевиках печи П-1/1,2 и увеличения доли отгона на входе в радиантную зону и выходе из печи предусмотрена подача турбулизатора - насыщенного водяного пара.

Давление сырья по потокам на выходе из печи П-1/1,2 контролируется приборами поз. PI-73.

Сырьё, нагретое в печи П-1/1,2 до температуры не более 410°C, двумя потоками поступает в вакуумную колонну К-1 под блок 1 насадки.

В низ вакуумной колонны К-1 под 1 блок насадки подаётся перегретый водяной пар из пароперегревателя печи П-1/1,2 с температурой 350-420°C.

Газы разложения и водяной пар выводятся с верха вакуумной колонны К-1 и двумя параллельными потоками поступают в поверхностные конденсаторы-холодильники Т-10/1,2, где конденсируются и охлаждаются обратной водой.

Парожидкостная смесь для разделения поступает в сборник вакуумного конденсата Е-1/1. Конденсат из Е-1/1 сбрасывается в ёмкость раздела фаз Е-1/2 для отделения нефтепродукта – барометрического соляра (фракция до 350°C) от воды.

Барометрический соляр (фракция до 350°C) из ёмкости Е-1/2 откачивается насосом Н-7/1,2 в ёмкость Е-1/3, где происходит отстой и отделение воды от нефтепродукта.

Барометрический соляр (фракция до 350°C) из ёмкости Е-1/3 выводится с установки.

Схемой предусматривается вывод смеси барометрического соляра и ВЦО (фракций до 360°C) в линию № 14 в качестве компонента дизельных топлив.

Газы из ёмкости Е-1/1 и вакуумных конденсаторов Т-10/1,2 отсасываются трёхступенчатым пароэжекторным вакуум-насосом ЭЖ-1.

На эжектирование подаётся водяной пар с давлением 10 кгс/см² и температурой 200°C. Конденсат водяного пара из конденсаторов смешения первой и второй ступеней эжекции X-1, X-2 сбрасывается в ёмкость раздела фаз Е-1/2 для отделения нефтепродукта - барометрического соляра (фракция до 350°C) от воды.

Несконденсировавшиеся газы с третьей ступени эжекции через концевой конденсатор X-3 и глушитель газов А-1 направляются для сжигания в топку печи П-1/2.

Фракция до 360°C выводится с 8 блока насадки вакуумной колонны К-1 в ёмкость Е-4, откуда поступает на приём насоса Н-6/1,2. На выкиде насоса Н-6/1,2 поток фракции до 360°C делится на два:

- первый поток прокачивается через сырьевой теплообменник Т-2/1, воздушный холодильник ХВ-9/1,2 и подаётся на 10 блок насадки вакуумной колонны К-1 в качестве холодного верхнего циркуляционного орошения (ВЦО). Балансовый избыток фракции до 360°C и барометрический соляр из Е-1/3 одним потоком выводится с установки. Схемой предусмотрена возможность вывода избытка холодного ВЦО в линию лёгкого вакуумного газойля (ЛВГ) и в линию гудрона с установки;

- второй поток подаётся с выкида насоса Н-6/1,2 на 8 блок насадки вакуумной колонны К-1 в качестве горячего орошения для регулирования температуры конца кипения фракции до 360°C.

Вакуум в ёмкости Е-4 поддерживается на заданном уровне с помощью уравнительной линии от вакуумной колонны К-1.

В период пуска установки предусматривается подача барометрического соляра (фракция до 350°C) в качестве ВЦО в вакуумную колонну К-1.

Фракция 350-495°C - лёгкий вакуумный газойль (ЛВГ) выводится с 5 блока насадки вакуумной колонны К-1 в ёмкость Е-3, откуда поступает на приём насоса Н-5/1,2. На выкиде насоса Н-5/1,2 поток фракции 350-495°C делится на два:

- первый поток фракции 350-495°C (ЛВГ) прокачивается через сырьевые теплообменники Т-1/1,2, воздушный холодильник ХВ-6/2 и подаётся на 6 блок насадки вакуумной колонны К-1 в качестве холодного орошения (ПЦО). Балансовый избыток фракции 350-495°C (ЛВГ) после теплообменников Т-1/1,2 охлаждается в воздушном холодильнике ХВ-6/1 и выводится с установки;

- второй поток подаётся с выкида насоса Н-5/1,2 на 5 блок насадки вакуумной колонны К-1 в качестве горячего орошения для регулирования температуры конца кипения фракции 350-495°C (ЛВГ).

Вакуум в ёмкости Е-3 поддерживается на заданном уровне с помощью уравнительной линии от вакуумной колонны К-1.

Схемой предусматривается вывод фракции 350-495°C (ЛВГ) в ёмкость Е-110.

Схемой предусматривается вывод избытка фракции до 360°C в линию ЛВГ с установки перед смесителем.

Фракция 400-540°C - тяжёлый вакуумный газойль (ТВГ) выводится с 3 блока насадки вакуумной колонны К-1 в ёмкость Е-9, откуда поступает на приём насоса Н-4/1,2. На выкиде насоса Н-4/1,2 поток фракции 400-540°C делится на два:

– первый поток фракции 400-540°C прокачивается через сырьевой теплообменник Т-2/2 и подаётся на 4 блок насадки вакуумной колонны К-1 в качестве холодного нижнего циркуляционного орошения (НЦО). Балансовый избыток фракции 400-540°C выводится через воздушный холодильник ХВ-7 с установки;

– второй поток подаётся с выкида насоса Н-4/1,2 на 3 блок насадки вакуумной колонны К-1 в качестве горячего орошения для регулирования температуры конца кипения фракции 400-540°C.

Вакуум в ёмкости Е-9 поддерживается на заданном уровне с помощью уравнительной линии от колонны К-1.

Фракция 500-550°C - затемнённый вакуумный газойль (СЛОП) выводится с 1 блока насадки вакуумной колонны К-1 на приём насоса Н-11/1,2. На выкиде насоса Н-11/1,2 поток фракции 500-550°C делится на два:

– первый поток фракции 500-550°C подаётся в трубное пространство теплообменника Т-5, где захолаживается маслом-теплоносителем АМТ-300, и через воздушные холодильники ХВ-5/3,4 выводится в линию избытка гудрона и далее с установки;

– второй поток подаётся с выкида насоса Н-11/1,2 на 1 блок насадки вакуумной колонны К-1 для промывки паров газойлевых фракций.

Гудрон с низа вакуумной колонны К-1 поступает на приём насоса Н-2/1,2,3, прокачивается последовательно через спаренные теплообменники Т-4/1-6.

Часть охлаждённого гудрона после теплообменников Т-4/1-6 с температурой 250-260°C подаётся в низ вакуумной колонны К-1 для снижения температуры низа колонны.

Поток гудрона после теплообменников Т-4/1-6 делится на два:

– первый поток - гудрон на окисление, подаётся в буферную ёмкость Е-6 битумного блока;

– второй поток - гудрон с установки, поступает в воздушные холодильники ХВ-5/1,2 и далее выводится с установки.

Схемой предусмотрена перемычка из линии вывода гудрона с установки в линию откачки некондиции из Е-11/1-10 для закачки товарного гудрона в ёмкости Е-11/1÷10.

Качество гудрона (вязкость, температура вспышки) регулируется подачей пара в вакуумную колонну К-1 и температурой мазута на выходе из печей П-1/1,2.

2.9.2 Битумный блок

Технологической схемой предусматривается одновременное получение строительных и дорожных битумов различных марок путём непрерывного окисления гудрона в трубчатых реакторах кислородом воздуха по двум параллельным технологическим потокам:

- 1-й поток - для получения строительных битумов в реакторах Р-1/1,2;
- 2-й поток - для получения дорожных битумов в реакторах Р-2/1,2.

Схемой предусмотрена выработка битумов дорожных двумя потоками одновременно.

Из ёмкости Е-6 горячий гудрон поступает на приём насосов Н-8/1,2,3 и двумя параллельными потоками подаётся в реактора Р-1/1,2 и Р-2/1,2.

На смешение с гудроном перед каждым реактором подаётся рециркулят (часть окисленного гудрона) из испарителей Е-7, Е-8 и технологический воздух для окисления из заводской сети.

Обдув воздухом труб реакторов необходим для снятия избыточного тепла реакции.

При достижении предельного максимального значения температуры реакционной смеси на выходе из реакторов срабатывает блокировка, при этом закрываются электрозадвижки № 16/1÷4 на линиях подачи технологического воздуха в реакторы и полностью открывающая поворотные заслонки, установленные на трубопроводах подачи атмосферного воздуха вентиляторами В-2/2,4,6,8 на обдув змеевиков реакторов Р-1/1,2, Р-2/1,2. Прореагировавшая газожидкостная смесь из реакторов Р-1/1,2 поступает в испаритель-сепаратор Е-7, прореагировавшая газожидкостная смесь из реакторов Р-2/1,2 - в испаритель-сепаратор Е-8.

При работе шестерёнчатых насосов уровень в испарителе Е-7 (Е-8) регулируется частотой вращения электродвигателя насоса Н-10/2 (Н-10/3).

Газы окисления и пары отгона («чёрного соляра») с верха испарителей Е-7, Е-8 направляются в ёмкости Е-23/2, Е-23/1, соответственно, и далее в сепаратор С-1, где происходит конденсация паров отгона.

«Чёрный соляр» из емкостей Е-23/1,2 поступает в дренажную ёмкость Е-23/3, откуда подаётся насосом Н-14/3 в линию гудрона с установки.

Газы окисления из сепаратора С-1 направляются на сжигание в циклонную топку П-2/2,3.

На линиях сброса газов оборудованы пробоотборные точки для отбора проб газа на содержание кислорода в газах окисления.

«Чёрный соляр» из сепаратора С-1 поступает в дренажную ёмкость Е-13/2, откуда подаётся насосом Н-14/2 в линию гудрона с установки.

Строительный битум с низа испарителя Е-7 откачивается насосом Н-10/2,3 через воздушные холодильники ХВ-11/1,2 в резервуары Е-10/1÷3. Дорожный битум с низа испарителя Е-8 откачивается насосом Н-10/1,2 через

которая зависит от наличия сырьевого ресурса и концентрации существующих нефтеперерабатывающих предприятий в регионе строительства.

3.1 Обоснование района строительства

Проектом предусматривается строительство нефтеперерабатывающего завода с последующим производством продукции высокого качества. Проект предусматривает поэтапное строительство.

Настоящим проектом планируется строительство нефтеперерабатывающего завода в городе Ижевск в республике Удмуртия с целью:

- создания высокорентабельного производства нефтепродуктов;
- замены привозных нефтепродуктов на производимые;
- получения прибыли от производственной деятельности;
- создания новых рабочих мест.

Нефтеперерабатывающий завод планируется построить на расстоянии 28 км по прямой линии от города, расстояние по автодороге от города до площадки примерно 42 км.

3.2 Объемно-планировочные решения

К выбранной площадке под строительство завода проложены автомобильные подъездные пути, а также рядом - на расстоянии 1 000 метров проходит железная дорога.

Выбранный сегмент рынка имеет достаточную емкость, мало подвержен влиянию конкурентов, дает предприятию возможность дальнейшего роста, и способен существовать достаточно длительное время.

Для строительства завода с учетом будущего расширения первого этапа необходима площадь в размере 265 га, где площадь занятая под технологические установки составит 120 га, площадь занятая промежуточными и товарными парками - 72 га, площадь занятая железными дорогами - 5 га, площадь занятая автодорогами, автоподъездами - 18 га, площадь занятая объектами канализации - 16 га, площадь занятая остальными зданиями и сооружениями - 14 га, площадь занятая наземными трассами коммуникаций - 11 га, площадь занятая подземными трассами коммуникаций - 7,5 га.

Для строительства завода с учетом будущего расширения необходима и имеется в наличии площадь в размере 263,50 га.

3.3 Конструктивные решения зданий и сооружений

При проектировании зданий и сооружений нужно применять такие конструктивные решения, которые в наибольшей степени отвечали бы характеристикам экономичности и индустриализации строительства. При этом должны учитываться условия строительства в регионе - климатические, инженерно-геологические, экологические.

Важное влияние на выбор материалов для строительства оказывает возможность использования местных материалов (щебня, гравия, песка) для бетона, а также наличие и возможности местных предприятий стройиндустрии, оснащенность строительства машинами, энергией, водой, наличие различных коммуникаций, особенно транспортных. Таким образом, на выбор конструктивных решений действует большой комплекс факторов, правильный и достаточно полный учет которых позволяет на основе вариантового проектирования выбрать лучшее конструктивное решение[14].

Конструктивное решение и выбор материалов для его реализации во многом определяется размерами зданий и сооружений, их назначением и функциональными особенностями, требуемой долговечностью и капитальностью, архитектурно-эстетическими, экономическими.

По проекту НПЗ необходимы комплектация завода специальным технологическим оборудованием, оборудованием общезаводского назначения и вспомогательным оборудованием.

В процессе работы было принято решение комплектовать технологическое оборудование на базе отечественного производства, другое оборудование, имеющее высокотехнологическое содержание и качество может быть импортным.

Проект и установка технологического оборудования заказываются на отечественных заводах.

Закупаемый комплект установок технологического оборудования обладает следующими показателями:

- максимальной компактностью, для размещения на ограниченной территории и блочно-модульным исполнением, что позволяет быстро смонтировать ее на подготовленную площадку;
- высоким уровнем автоматизации, надежности и энергомощности, обеспечивающим удобства и благоприятные условия труда для обслуживающего персонала;
- возможность нормальной работы всех систем при пониженных температурах окружающей среды, а также защитой от снега и ветров;
- минимальным количеством вредных выбросов;
- минимальным количеством используемой воды;
- имеет в своей системе современную лабораторию с оптимальным набором быстропроизводимых анализов, соответствующих требованиям нормативно-технической документации, действующей на территории России;

- имеет в своем составе современные очистные сооружения и систему подготовки и очистки воды.

3.4 Размещение основного оборудования

Правильное размещение оборудования является основным звеном в организации безопасной работы производственного участка и цеха. При размещении оборудования необходимо соблюдать установленные минимальные разрывы между установками, установками и отдельными элементами здания, правильно определять ширину проходов и проездов. Невыполнение правил и норм размещения оборудования приводит к загромождению помещений и травматизму.

Расположение оборудования на площади цеха или участка определяется технологическим процессом и местными условиями.

Размещение оборудования принимается таким, чтобы расстояние между отдельным оборудованием были достаточно свободными для прохода рабочих, занятых их обслуживанием и ремонтом. Во всех случаях размещение оборудования должно обеспечивать достаточное число проходов для людей и проездов для транспорта, обеспечивающих безопасность сообщения. Ширина проходов и проездов назначается в зависимости от расположения оборудования, характера движения, способа транспортирования и размеров деталей, но при всех условиях принимается не менее 1 м. Для перевозки грузов автомашинами устраиваются проезды шириной 3,5 м. Загромождение проходов и проездов, а также рабочих мест различными предметами не разрешается.

Проходы и проезды требуется содержать в чистоте и порядке, границы их обычно отмечаются белой краской или металлическими светлыми кнопками. Расстояние между оборудованием и элементами зданий, а также размеры проходов и проездов определяются нормами технологического проектирования.

Рабочее место является первичным звеном производства, оно представляет собой определенный участок производственной площади цеха, предназначенный для выполнения одним рабочим (или бригадой) порученной работы, специально приспособленный и технически оснащенный в соответствии с характером этой работы. От того, насколько правильно и рационально будет организовано рабочее место, зависит безопасность и производительность труда. Как правило, каждое рабочее место оснащено основным и вспомогательным оборудованием и соответствующим инструментом. Отсутствие на рабочем месте удобного вспомогательного оборудования или нерациональное его расположение, захламленность создают условия для возникновения травматизма.

Мероприятия по улучшению организации рабочих мест заключаются в рационализации трудовых движений и соответствующем оборудовании рабочего места. Технологический процесс не должен допускать непроизводительных и опасных трудовых движений и тем более опасных поз рабочего [15].

4 Генеральный план

4.1 Характеристика района и промышленной площадки предприятия

Располагаться завод будет в Прикамье - на обширной территории, прилегающей к реке Кама.

Удмуртия находится на востоке Русской равнины, в европейском Приуралье, в междуречье Камы и ее правого притока Вятки. Положение республики в средних северных широтах и отсутствие поблизости морей и океанов обуславливают умеренно континентальный климат с холодной снежной зимой и теплым летом. Среднегодовая температура на территории республики колеблется от 1,0 до 2,5°C. Самый тёплый месяц года - июль (+17,5-19°C), самый холодный — январь (-14-15 °C). Максимальные температуры достигают +38-39°C.

Основными природными ресурсами являются лес и нефть. На территории республики открыто 114 месторождений нефти. По состоянию на 1 января 2002 года начальные суммарные извлекаемые запасы нефти оцениваются в 819,7 млн. тонн, из них разведанные – 354 млн. тонн. Накопленная добыча на 1 января 2002 года достигла 260,4 млн. тонн. Годовая добыча нефти колеблется на уровне 7-8 млн. тонн.

Удмуртская Республика находится в зоне внутриконтинентального климата, для которого характерны жаркое лето и холодные многоснежные зимы.

Среднегодовое количество осадков составляет 500-600 мм. В тёплый период (выше 0 °C) выпадает 65-75 % годовой суммы осадков. Максимум осадков приходится на июль (62-74 мм), минимум - на февраль (24-32 мм).

4.2 Размещение установки на генеральном плане

Установка размещена с учетом ветров преобладающего направления. В таблице 4.2.1. приведены данные направлений ветра за год.

Таблица 4.2.1 – Повторяемость различных направлений ветра, %

Направление	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
С	3	4	5	6	9	12	13	11	7	6	4	3	6
СВ	7	10	7	11	11	11	13	12	9	6	8	6	9
В	6	8	6	9	8	10	12	8	7	3	5	6	8
ЮВ	18	14	15	13	7	9	9	8	9	7	11	12	11
Ю	26	22	27	18	14	14	9	12	17	22	23	25	19
ЮЗ	21	21	24	21	17	16	10	15	18	24	23	26	21
З	12	13	10	11	15	16	13	15	17	18	16	15	16
СЗ	6	7	6	9	14	12	17	15	13	11	8	6	10
Штиль	14	14	14	12	13	17	24	19	15	9	10	14	15

Планировка площадки предприятия обеспечивает наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда, рациональное

и экономное использование участка и наибольшую эффективность капитальных вложений. На площадке предприятия технологические процессы, сырье, оборудование и продукция размещены с учетом исключения вредного воздействия на трудящихся, а также на здоровье и санитарно-бытовые условия жизни населения.

Генеральный план НПЗ предусматривает деление территории предприятия на зоны с учетом функционального разделения отдельных объектов. Зоны сформированы таким образом, чтобы свести к минимуму встречные потоки, обеспечить выполнение норм и правил охраны труда и промышленной санитарии.

Строительство НПЗ ведется комплексами, в состав которых включаются одна или несколько технологических установок и объекты общезаводского хозяйства. При компоновке генерального плана следует стремиться к тому, чтобы объекты, одного пускового комплекса размещались в наименьшем числе кварталов. Необходимо размещать объекты к кварталах- таким образом, чтобы обеспечивалась комплексная застройка заводских кварталов и не приходилось неоднократно возвращаться к сооружению объектов в ранее застроенных кварталах.

Производственные, вспомогательные и складские здания при проектировании НПЗ рекомендуется объединять в более крупные во всех случаях, когда такое объединение допустимо по технологическим, строительным, санитарно-гигиеническим и противопожарным нормам.

Расположение зданий и сооружений на генплане должно способствовать эффективному сквозному проветриванию промплощадки и межхозяйственных пространств, исключить распространение вредных выбросов.,

Территория нефтеперерабатывающих предприятий при проектировании разбивается сеткой улиц на кварталы, которые имеют прямоугольную форму. Размеры кварталов назначаются в зависимости от габаритов технологических установок, однако площадь каждого квартала не должна превышать 16 га. Длина одной из сторон квартала не должна быть более 300 м. Расстояние между объектами, расположенными в соседних кварталах, следует принимать не менее 40 м.

Подсобная зона предназначена для размещения ремонтно-механических, ремонтно-строительных, тарных цехов и других зданий, а также сооружений подсобно-производственного назначения. Зон подсобных сооружений на генплане НПЗ может быть несколько, поскольку размещение подсобных сооружений зависит от тяготения к тем или иным прочим объектам и зонам.

В складской зоне находятся склады оборудования, смазочных масел, реагентное хозяйство.

В зоне сырьевых и товарных парков размещают резервуарные парки, насосные и железнодорожные эстакады, предназначенные для приема сырья и отгрузки товарной продукции.

Зоны, для обслуживания которых необходим железнодорожный транспорт (складская, сырьевых и товарных парков), следует размещать ближе к

периферии завода с тем, чтобы сократить число железнодорожных вводов, уменьшить протяженность путей, свести к минимуму пересечение железными дорогами инженерных сетей и автодорог.

При размещении на генплане энергоемких объектов следует максимально приближать их к источникам пароснабжения (ТЭЦ, котельным) с тем, чтобы сократить протяженность магистральных паропроводов[16].

4.3 Присоединение цеха к инженерным сетям

По территории НПЗ прокладывается значительное число технологических трубопроводов и инженерных сетей (линий электропередачи, сетей водопровода и канализации). При разработке генерального плана должно быть обеспечено прохождение инженерных сетей по кратчайшему направлению и разделение их по назначению и способам прокладки[17].

Технологические трубопроводы и инженерные сети размещают в полосе, расположенной между внутриводскими автодорогами и границами установок, а также в коридорах внутри кварталов.

Для прокладки электрических кабелей от источников питания (ТЭЦ, главной понизительной подстанции) до потребителей проектируются самостоятельные кабельные эстакады с проходными мостиками обслуживания. Кабельные эстакады размещают вдоль дорог со стороны, противоположной стороне прокладки эстакад технологических трубопроводов. При пересечении электрокабельных эстакад с наземными трубопроводами нефти и нефтепродуктов электрокабельные эстакады размещают ниже технологических трубопроводов и предусматривают в местах пересечения глухое огнестойкое покрытие, защищающее электрические кабели[18].

Совмещение кабельных эстакад с эстакадами технологических трубопроводов считается допустимым, если число кабелей не превышает 30.

Подземные сети и коммуникации укладываются по возможности в одну траншею с учетом сроков ввода в эксплуатацию каждой сети и нормативно установленных расстояний между трубопроводами.

4.4 Водоснабжение

Реки, озера, водохранилища - все эти открытые источники воды используются в промышленном водоснабжении предприятий в первую очередь, использование же подземных вод наблюдается значительно реже. Это обусловлено ограниченным количеством водоносных горизонтов с уровнем водоотдачи, способным дать полное обеспечение водных потребностей крупного предприятия, а также распространенным использованием вод из подземных источников для хозяйственно-питьевых потребностей населения и предприятий промышленности. Для проектируемого НПЗ будет использоваться вода из реки Камы.

Современное промышленное водоснабжение главной задачей ставит увеличение объемов повторно используемой воды на предприятиях всех отраслей промышленности.

Схемой водоснабжения прямоточного типа предусмотрена подача воды к потребителю, ее использование, очистка (при необходимости) и последующий сброс в водоем.

Система оборотного водоснабжения приобретает решающее значение в промышленном водоснабжении. Избыток тепла воды, использованной в теплообменных аппаратах, устраняется в градирне, брызгальном бассейне или другом аналогичном устройстве, после чего вода подается снова в цикл циркуляционными насосами. При этом происходит многократное и последовательное физико-химическое воздействие на воду: изменение ее температуры, аэрация, испарение, загрязнение.

Применение оборотной системы оптимально, если мощность источника водоснабжения ограничена. Экономический эффект от такой схемы достигается также и при источнике достаточной мощности, но который значительно удален от объекта (от 4-5 км), либо промышленная площадка расположена значительно выше уровня воды в источнике (от 25 м).

Обустройство оборотной системы водоснабжения значительно снижает объем сбрасываемых в водоем промышленных стоков и, как следствие, снижает уровень его загрязненности.

Применение комбинированных схем, которое практикуется передовыми предприятиями, - прямоточно-последовательной, оборотной последовательной, оборотной – позволяет полностью устраниТЬ необходимость сброса в водоем загрязняющих стоков. Кроме того, такие схемы позволяют без лишних расходов обеспечить противопожарное водоснабжение промышленных предприятий. Большие предприятия имеют отдельную противопожарную систему водоснабжения, в отличие от жилых домов, где система подачи воды отвечает сразу за все[17].

4.5 Транспорт

При разработке проекта генерального плана промышленной площадки детально прорабатываются вопросы внешнего и внутреннего транспорта. Внешним транспортом НПЗ являются железные и автомобильные дороги, связывающие предприятия с путями сообщения общего пользования. К внутреннему транспорту относятся транспортные устройства, расположенные на территории завода.

Железнодорожные пути используются только для отгрузки готовой продукции и приема реагентов, тары, а в отдельных случаях - сырья. Поэтому сеть железных дорог на территории предприятий по возможности концентрируют, группируя на генеральном плане объекты, которые обслуживаются железной дорогой.

Чтобы создать условия без перегруженного выхода на общероссийскую сеть железных дорог, железнодорожные пути НПЗ проектируются с шириной колеи 1520 мм (нормальная колея). Внутризаводские автодороги в зависимости от назначения подразделяются на магистральные, производственные, проезды и подъезды. Магистральные дороги обеспечивают проезд всех видов транспортных средств и объединяют в общую систему все внутризаводские дороги. Параметры магистральных автодорог (ширина проезжей части и обочин, конструкция покрытия, радиусы поворотов и т.п.) должны обеспечивать возможность проезда монтажных кранов и механизмов, подвоз крупногабаритных и тяжелых аппаратов и конструкций.

Производственные дороги служат для связи цехов, установок, складов и других объектов предприятия между собой и магистральными дорогами. По этим дорогам перевозятся грузы основного производства и строительные грузы. Проезды и подъезды обеспечивают перевозку вспомогательных и хозяйственных грузов, проезд пожарных машин.

Число полос движения, ширина проезжей части и обочин земляного полотна выбирается в соответствии с назначением дорог и грузонапряженностью. Наибольшая интенсивность движения, приходящаяся на одну полосу проезжей части внутризаводских дорог, не должна превышать 250 автомобилей в час. Как правило, дороги предусматриваются с одной общей проезжей частью.

Внутризаводские дороги проектируются, как правило, прямолинейными, схема дорог на заводе может быть кольцевой, тупиковой или смешанной.

Расстояние от внутризаводской автодороги или проезда до сооружений и зданий, в которых находятся производства категорий А, Б, В и Е должно быть не менее 5 м. В пределах обочины внутризаводских автодорог допускается прокладка сетей противопожарного водопровода, связи, сигнализации, наружного освещения и силовых электрокабелей[19].

4.6 Благоустройство и озеленение промышленной площадки

Задачей благоустройства промышленной площадки НПЗ является создание условий работы, уменьшающих влияние вредных веществ.

Для озеленения площадки предприятия проектом предусмотрено применение местных видов древесно–кустарниковых растений с учетом их санитарно–защитных и декоративных свойств и устойчивости к вредным веществам, выделяемым предприятием. Существующие древесные насаждения следует по возможности сохранять.

Площадь участков, предназначенных для озеленения в пределах ограды предприятия, определена из расчета не менее 3 м² на одного работающего в наиболее многочисленной смене.

Основным элементом озеленения предприятия является газон.

Проектом предусмотрены тротуары вдоль всех магистральных и производственных дорог независимо от интенсивности пешеходного движения.

Тротуар, размещенный рядом с автодорогой, отделен от нее разделительной полосой шириной 80 см.

Размещаемые в предзаводской зоне объекты административно-хозяйственного назначения защищены от вредного влияния паров, газов, пыли полосой зеленых насаждений.

5 Безопасность и экологичность проекта

5.1 Характеристика опасностей производства

Установка ВТ-битумная является взрывопожароопасным производством. Технологический процесс вакуумного блока проводится при высокой температуре и остаточном давлении 50 мм.рт.ст.

Высокая температура нагрева нефтепродуктов (мазут, гудрон, масляные дистилляты) – выше температуры их самовоспламенения, наличие вакуума в системе, выделение тепла в процессе получения битума, создают опасность при эксплуатации установки.

При эксплуатации установки ВТ-битумная возможны следующие опасности:

- возникновение взрыва и пожара при выбросе углеводородных газов и горячих нефтепродуктов вследствие разгерметизации фланцевых соединений и запорной арматуры;
- подсос наружного воздуха в вакуумную систему может создать взрывоопасную концентрацию горючих газов и паров и быть причиной взрыва и пожара;
- нарушение температурного режима печи (повышение температуры газов на перевалах и продукта на выходе из печи) может привести к закоксовыванию змеевика печи, прогару труб змеевика и загоранию печи;
- образование взрывоопасных смесей в топочном пространстве печей при нарушении или прекращении процесса горения на горелках топливного газа и жидкого топлива;
- с увеличением подачи воздуха в реакторы Р-1/1,2, Р-2/1,2 увеличивается общий объем реакционной смеси воздуха и сырья.

Степень использования кислорода воздуха снижается – большое количество кислорода переходит в газообразные продукты окисления. Высокая концентрация кислорода в газах окисления повышает взрыво и пожароопасность[20].

При эксплуатации реакторов необходимо внимательно следить за температурами в змеевике. Резкое повышение температуры говорит о бурном протекании окисления с возможным загоранием продуктов реакции, что может привести к разрыву труб змеевика и созданию аварийной ситуации.

Следует постоянно контролировать давление на входе в реактор. Его постоянное повышение говорит о закоксованности труб, которое может привести к прекращению проходимости продукта по змеевику.

Резкое повышение температуры в паровой части испарителя Е-7, Е-8 свидетельствует о воспламенении продуктов паровой фазы, что может быть вызвано повышенным содержанием кислорода в газах окисления при нарушении работы реактора.

Наиболее опасными местами на установке являются:

- вакуумная колонна;
- блок нагревательных печей;
- блок реакторов и испарителей;
- отделение розлива, затаривания и отгрузки битумов;
- места отбора проб;
- колодцы промышленной канализации, приямки, где могут скапливаться газы.

5.2 Меры безопасности при эксплуатации объекта

5.2.1 Меры безопасности при ведении технологического процесса, выполнение регламентных производственных операций

Безопасное ведение процесса вакуумной разгонки мазута и окисления гудрона возможно только при исправном оборудовании. Для постоянного поддержания оборудования установки в состоянии технически пригодном для безопасной эксплуатации, оно должно подвергаться планово-предупредительным ремонтам по утвержденному графику.

Задвижки на линиях сброса газов с установки в факельную систему должны быть опломбированы во время пуска, нормальной эксплуатации в открытом исполнении.

О всех неполадках в работе установки или отдельного оборудования, грозящих аварией, пожаром, несчастным случаем, снижением производительности или выработкой некондиционной продукции, старший оператор обязан немедленно сообщить начальнику установки, диспетчеру завода.

Трубчатые печи, в которых процесс нагрева продукта ведется с применением открытого огня, являются одним из наиболее опасных видов сооружений.

Контроль параметров режима осуществляется по показаниям контрольно-измерительных приборов, правильная работа которых наряду с работоспособностью сигнализации и автоматической защиты обеспечивает безопасную эксплуатацию оборудования.

Выход из строя системы автоматической защиты, контрольно-измерительных приборов, работу которых невозможно проверить по показаниям приборов прямого действия, влечет за собой необходимость прекращения технологического процесса отдельного блока или всей установки.

Прекращается технологический процесс при нарушении санитарных условий, вызванных отключением вентиляции, выходом из строя

промканализации, отсутствием искусственного освещения, при обнаружении в основных элементах аппаратов трещин, вздутий, пропусков в сварных швах.

Выполнение регламентных производственных операций по отбору проб, переключению оборудования, осуществлению наблюдения за работой и состоянием оборудования и т.д. проводится оператором технологического блока в присутствии дублера согласно производственным инструкциям по технике безопасности проведения регламентных операций.

Выполнение работ по подготовке оборудования к ремонту, проведению ремонта и ревизии оборудования производится с разработкой мероприятий по безопасному освобождению аппаратов от продуктов, отглушению их от трубопроводов, пропарке, проветриванию, по безопасному ведению необходимых газоопасных и огневых работ.

Для обеспечения безопасности технологического процесса и защиты оборудования от аварий на установке используются автоматические средства защиты, предохранительные клапана, системы сигнализации отклонений технологических параметров от установленных норм.

Система сигнализации позволяет обслуживающему персоналу обнаружить нарушения и принять меры по приведению технологического режима к норме. На установке предусмотрена сигнализация[21].

Взрывобезопасность производства окисленных битумов гарантируется обеспечением содержания кислорода в газовой фазе на уровне 4% объемных.

Для уменьшения вероятности скопления взрывоопасных концентраций нефтепродуктов в атмосфере все технологическое оборудование, за исключением насосов, размещено на открытых площадках. В помещениях насосных предусмотрены сигнализаторы довзрывной концентрации углеводородных газов, позволяющие обнаружить внезапные пропуски нефтепродуктов.

К самостоятельной работе по обслуживанию производства допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по технике безопасности и промсанитарии и сдавшие квалификационный экзамен[22].

5.2.2 Основные требования пожарной безопасности

Территория в пределах противопожарных разрывов между зданиями, сооружениями и парками должна своевременно очищаться от горючих отходов, мусора, сухой травы.

Места разлива легковоспламеняющихся жидкостей должны засыпаться песком с последующей его уборкой и вывозом в специальные места.

На территории взрывоопасного объекта в местах, где возможно скопление горючих газов, должны быть установлены предупреждающие и запрещающие дорожные знаки.

Въезд на территорию взрывоопасного объекта следует допускать только при наличии специального пропуска. Движение транспорта без искрогасителей запрещается.

Не допускается закрывать наглухо ворота въездов на территорию.

Дороги, проезды и проходы к зданиям, сооружениям, открытым водоемам, используемых для пожаротушения, подступы к специальным пожарным лестницам, пожарному инвентарю должны быть всегда свободными, содержаться в исправном состоянии, а зимой должны очищаться от снега и льда.

В помещениях насосных где возможно образование взрывоопасной смеси газов с воздухом, при ремонтных работах следует применять инструмент, изготовленный из металла не дающего при ударе искру.

Для курения на территории взрывоопасного объекта следует отводить специальные места, оборудованные урнами.

Устройство для самозакрывания двери должно находиться в исправном состоянии.

Противопожарные системы помещений, зданий, сооружений должны постоянно содержаться в исправном состоянии[23].

Обеспечение безопасности людей на случай пожара, пути эвакуации. На случай возникновения пожара должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации людей из помещений, сооружений с наружной территории установки.

Безопасность людей должна быть обеспечена:

- постоянным содержанием в надлежащем состоянии путей эвакуации и имеющихся в помещении средств противопожарной защиты;
- ознакомлением всех работающих с основными требованиями противопожарной безопасности и мерами личной предосторожности, которые необходимо соблюдать при возникновении пожара, а также планом эвакуации людей из помещений;
- исправным, в том числе аварийным освещением в ночное время путей эвакуации.

Все двери эвакуационных выходов должны открываться в сторону выхода из помещения[23].

5.2.3 Электробезопасность

На установке имеется различное электрооборудование, средства измерения и контроля, двигатели насосов, вентиляторов, силовые высоковольтные кабели. В результате замыканий на корпус или разрушения изоляции существует вероятность поражения рабочего персонала электрическим током. Для защиты людей от поражения электрическим током необходимо использовать заземляющее устройство.

Заземлить все нетоковедущие части технологического оборудования, которые могут оказаться под напряжением из-за повреждения изоляции. Щиты и пульты всех назначений, на которых устанавливаются приборы и другие средства автоматизации подлежат заземлению. Для заземления приборов с выводами типа «Земля» внутри щитов и пультов предусмотреть заземляющую

рейку, соединение с которой выполняется проводами сечением не менее 1,5 мм²[18].

На установке имеются аппараты, являющиеся источником статического электричества. Поэтому необходимо предусмотреть следующие мероприятия по защите от статического электричества:

- отвод зарядов путем заземления оборудования и коммуникаций;
- скорость движения продуктов в аппаратах и трубопроводах не должна превышать значений, предусмотренных проектом[24].

Каждая система аппаратов, трубопроводов металлические вентиляционные короба и кожуха термоизоляция трубопроводов и аппаратов в пределах цеха, а также на наружных установках и эстакадах должна представлять непрерывную электрическую цепь на всем её протяжении и необходимо присоединить к контуру заземления не менее чем в двух местах.

Устройства питающиеся от напряжения 380/220 В или 220/127 В в электроустановках с заземленной нейтралью подлежат защитному занулению[25].

5.2.4 Производственный шум и вибрация

На установке имеется такое технологическое оборудование как компрессоры, насосы, которые при работе создают шум и вибрацию. Допустимый уровень параметра шума на постоянном рабочем месте определен санитарными нормами и не должен превышать предельно-допустимого (80 децибел)[26].

Для уменьшения влияния шума и вибрации на человека необходимо установить компрессорное и насосное оборудование в отдельных помещениях. С целью защиты органов слуха, а значит и нервной системы, применять следующие средства: противошумные наушники, вкладыши, шлемы, каски и т.д.

Одним из способов ослабления шума, проникающего через ограждения является звукоизоляция. Ее осуществляют путем устройств ограждающих конструкций: стен, перегородок, перекрытий, кожухов, экранов, а также устранением побочных путей распространения звука (отверстий, щелей и т.п.).

5.2.5 Производственное освещение

Для создания комфортных условий труда в помещениях установки предусмотреть естественное и искусственное освещение. Естественное освещение в дневное время должно осуществляться через оконные проемы, спроектировать их в соответствии с требованиями СНиП. Искусственное освещение помещений установки должно обеспечивать нормальное ведение процесса в темное время суток и тогда, когда естественного освещения недостаточно. В операторном помещении необходима комбинированная система освещения: с общим равномерным освещением всего

производственного помещения, и дополнительным освещением щитов и пультов в операторном помещении и рабочих мест в помещениях средств измерения.

Для нормальной работы обслуживающего персонала обеспечить следующую освещенность:

- в производственных помещениях – 50 люкс;
- в операторной – 200 люкс;
- в насосных блоках, на наружной установке и санузлах – 30 люкс;
- в коридорах и лестничных клетках – 20 люкс.

Во всех производственных помещениях коэффициент естественного освещения принимать не менее 0,1 из расчета бокового освещения.

Аварийное освещение необходимо иметь у щитов и пультов в операторном помещении, за щитом у шкафов электропитания, на лестничных площадках, у дверных проемов.

5.2.6 Методы и средства защиты работающих от производственных опасностей

Безопасная работа установки, прежде всего зависит от обеспеченности средствами и устройствами коллективной и индивидуальной защиты обнаружения возможных утечек нефтепродуктов, оповещение технологического персонала, устранения утечек и обеззараживания проливов (коллективные средства защиты) и средства защиты персонала, позволяющие обеспечить защиту его здоровья от длительного воздействия незначительных количеств углеводородов и от кратковременного поражающего воздействия высоких концентраций нефтепродуктов и эффективной работы по устранению аварийных ситуаций.

В случае отключения технологических параметров процесса предусматривается световая и звуковая предаварийная сигнализация в операторной, по предупредительным значениям параметров, определяющим взрывоопасность процесса.

Технологический процесс проводится в герметичном оборудовании, материальное исполнение аппаратов выбрано с учетом коррозийных свойств среды[9].

Для исключения разгерметизации оборудования из-за повышенной вибрации в узлах и обвязке насосных агрегатов проводится вибродиагностический контроль насосного оборудования (в рабочем состоянии).

5.3 Мероприятия по экологической безопасности оборудования

Технологический процесс протекает в герметически закрытой аппаратуре под избыточным давлением. Оборудование размещено на открытой площадке.

Все жидкие нефтепродукты предназначенные для сброса через систему канализации должны скапливаться в одной заглубленной емкости, после чего направляться на биологическую систему очистки.

Дымовые газы удаляются через дымовую трубу, высота которой 180 м и обеспечивает необходимое рассеивание SO₂ в атмосфере в соответствии с санитарными нормами.

Благоустройство территории служит важной цели сохранения и оздоровления среды, окружающей человека на производстве. Для достижения этих целей предпринимаются такие меры, как зелёные насаждения, цветовая гамма зданий и сооружений; покрытия дорог и тротуаров; малые архитектурные формы; площадки для отдыха.

Предусматриваются вдоль всех магистральных и производственных дорог независимо от интенсивности пешеходного движения тротуары. Тротуар, размещенный рядом с автодорогой, отделен от нее разделительной полосой шириной 80 см.

Соблюдение рекомендуемых мероприятий увеличит устойчивость объекта, обеспечит сохранность жизни и здоровья людей, уменьшит степень риска разрушения объекта и улучшит состояние окружающей среды[27].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спроектирована установка производства битумов производительностью 120 тыс. тонн/год. В проекте были решены следующие задачи:

- выбрана нефть для переработки;
- разработана поточная технологическая схема по варианту «Топливная с глубокой переработкой нефти»;
- изложено обоснование выбранной схемы;
- рассчитан материальный баланс НПЗ;
- приведено обоснование выбранного района для строительства НПЗ;
- рассчитано и подобрано технологическое оборудование;
- разобраны основные аспекты безопасности на производстве.

Анализируя показатели эффективности производства, можно сказать о целесообразности внедрения данного проекта в состав нефтеперерабатывающего завода.

Все необходимые расчеты изложены в пояснительной записке, а чертежи - на графических листах.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

В бакалаврской работе применены следующие сокращения:

АВТ – атмосферно-вакуумная трубчатка;

АТ – атмосферная трубчатка;

ВТ – вакуумная трубчатка;

ВСГ – водородсодержащий газ;

ГО – гидроочистка;

ГФУ – газофракционирующая установка;

ДТ – дизельное топливо;

МЭА – моноэтаноламин;

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;

ПАВ – поверхностно-активные вещества;

САВ – смолисто-асфальтеновые вещества;

СНиП – санитарные нормы и правила;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

ЭЛОУ – электрообессоливающая установка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Грудников, И. Б. Производство нефтяных битумов: учебник для вузов / И.Б. Грудников. - Москва: АСВ, 1983. – 234 с.
- 2 Фрязинов, В. В. Вопросы производства и качества нефтяных битумов: учебник для вузов / В.В. Фрязинов. - Уфа: Башкнигоиздат, 1976. - 203 с.
- 3 Печёный, Б.Г. Долговечность битумов и битумно-минеральных покрытий: учебник для вузов / Б.Г. Печёный. - Москва: Стройиздат, 1981. - 123 с.
- 4 Печёный, Б. Г. Битумы и битумные композиции: учебник для вузов / Б.Г. Печёный. - Москва: Стройиздат, 1990. - 257 с.
- 5 Гун Р.Б. Битумы и битумные композиции: учебник для вузов / Р.Б. Гун. - Москва: Стройиздат, 1989. - 432 с.
- 6 Лазарева, И.С. Нефти СССР: справочное пособие / И.С. Лазарева, А.П. Олейникова. – Москва: Химия, 1972. – 392 с.
- 7 Каминский, Э.Ф. Глубокая переработка нефти. Технологические и экологические аспекты: учебное пособие для вузов / Э.Ф. Каминский, В.А. Хавкин. - Москва: Техника, 2001. - 384 с.
- 8 Мановян, А.К. Технология переработки природных энергоносителей: учебное пособие / А.К. Мановян. - Москва: Химия, 2004. - 456с.
- 9 Поляков, Б.В. Разработка поточной технологической схемы и материального баланса НПЗ и НХЗ на базе нефтей Восточной Сибири: учебное пособие по курсовому проектированию / Б.В. Поляков. - Красноярск: СибГТУ, 2003. - 55 с.
- 10 Технологический регламент установки производства битумов с вакуумным блоком ЛК–6Ус Ачинского НПЗ. Книга 2. Атмосферная перегонка нефти. Секции 100.
- 11 Эмирджанов, Р. Т. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии: учебное пособие для вузов / Р.Т. Эмирджанов, Р.А. Лемберанский. - Москва: Химия, 1989. - 192 с.
- 12 Технологические расчеты установок переработки нефти: учебное пособие для вузов / М.А. Танатаров [и др.]. - Москва: Химия, 1987. - 352 с.
- 13 Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. - Москва: ООО ИД «Альянс», 2006. - 576 с.
- 14 Макаревич, В.А. Строительное проектирование химических предприятий: учебник / В.А. Макаревич. - Москва: Высшая школа, 1977. - 208 с.
- 15 Справочное пособие. Охрана труда. Под ред. Москаленко В.Н., 7-е изд. Испр, доп. – Красноярск, ООО «Аспазия», 2002. – 542с.
- 16 СНиП 11–89–80 Нормы проектирования. Генеральные планы промышленных предприятий. – Введ. 01.01.1982. – Москва: ГП ЦПП, 1980. – 46с.

- 17 СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (с Изменением № 1). – Введ. 01.01.1985. – Москва: ФГУП ЦПП, 1984. – 56 с.
- 18 ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – Введ. 19.11.2005 Москва: Стандартинформ, 2005. – 40 с.
- 19 СНиП 11-46-75 Промышленный транспорт. – Введ. 01.02.1985. – Москва: Стройиздат, 1975. – 50 с.
- 20 ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 18.11.74. - Москва: Стандартинформ, 1974. - 12 с.
- 21 НПБ 88-2001* Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования (с Изменением № 1). – Введ. 01.01.2002. – Москва: ГУГПС и ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2001. – 62 с.
- 22 ГОСТ 12.0.004-90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. – Введ. 12.04.2009 Москва: Стандартинформ, 2009. – 30 с.
- 23 ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением № 1). – Введ. 17.01.1991 Москва: Стандартинформ, 1991. - 20с.
- 24 ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. – Введ. 01.01.2009 Москва: Стандартинформ, 2009. - 20с.
- 25 СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. – Введ. 30.06.2003. – Москва: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. – 32 с.
- 26 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Введ. 31.10.1996. – Москва: Минздрав России, 1993. – 8 с.
- 27 ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. – Введ. 5.05.2008. - Москва: Стандартинформ, 2000. - 26с.