

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

« 20 » июня 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

18.03.01 «Химическая технология»

Проект установки замедленного коксования производительностью
800 000 тонн в год

Научный руководитель


подпись, дата

доцент, кан. хим. наук Ф. А. Бурюкин

Выпускница


подпись, дата

Е. В. Супчук

Консультант по
технологической части


подпись, дата

Р. А. Ваганов

Нормоконтролер


подпись, дата

доцент, кан. хим. наук Ф. А. Бурюкин

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 2016г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студентке Супчук Екатерине Владимировне

Группа НБ12-08 Направление (специальность) 18.03.01

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Тема выпускной квалификационной работы «Проект установки замедленного коксования производительностью 800 000 тонн в год»

Утверждена приказом по университету № 6141/с от 10.05.16

Руководитель ВКР Ф.А. Бурюкин, к.х.н., доцент

Исходные данные для ВКР учебная и научная литература, интернет ресурсы

Перечень разделов ВКР Введение. 1 Технико-экономическое обоснование.


2 Технологические решения. 3 Строительные решения. 4 Генеральный план.

5 Безопасность и экологичность проекта. Заключение. Список сокращений.

Список использованных источников

Перечень графического материала 4 графических листа

Руководитель ВКР:


_____ подпись

Ф.А.Бурюкин

Задание приняла к исполнению:


_____ подпись

Е.В. Супчук

«10» мая 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Проект установки замедленного коксования производительностью 800 тыс. тонн в год» содержит 62 страницы текстового документа, 10 таблиц, 30 формул, 2 иллюстрации, 20 использованных источников, 4 листа графического материала,

КОКСОВАНИЕ, УСТАНОВКА ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ, НЕФТЯНОЙ КОКС, КОКСОВАЯ КАМЕРА.

Объект проекта – установка замедленного коксования.

Цели проекта:

- выбор и обоснование рациональной схемы переработки нефти на основе ее физико-химических свойств,
- расчет материального баланса предприятия;
- выбор и обоснование площадки строительства проектируемого предприятия;
- расчет основного оборудования установки замедленного коксования
- технико-экономическое обоснование целесообразности проекта.

В итоге была разработана поточная схема нефтеперерабатывающего завода, разработан его генеральный план, технологическая схема процесса замедленного коксования. Опираясь на технико-экономическое обоснование, можно сделать заключение об эффективности данного проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Технико-экономическое обоснование.....	6
2 Технологические решения.....	6
2.1 Характеристика исходной нефти.....	6
2.2 Выбор варианта технологической схемы переработки нефти.....	8
2.3 Поточная схема нефтеперерабатывающего завода.....	10
2.4 Краткая характеристика установок по переработке нефти.....	11
2.4.1 Электрообессоливающая установка.....	11
2.4.2 Атмосферно-вакуумная перегонка.....	12
2.4.3 Установка каталитического риформинга.....	13
2.4.4 Установка гидроочистки.....	13
2.4.5 Адсорбционная депарафинизация дизельного топлива.....	14
2.4.6 Газофракционирующая установка предельных газов.....	14
2.4.7 Установка изомеризации.....	15
2.4.8 Установка производства битумов.....	15
2.4.9 Установка гидрокрекинга.....	16
2.4.10 Установка замедленного коксования.....	17
2.4.11 Установка деасфальтизации гудронам.....	17
2.4.12 Установка производства серы.....	18
2.4.13 Установка производства водорода.....	18
2.5 Материальный баланс предприятия.....	19
2.6 Описание технологического процесса замедленного коксования.....	25
2.6.1 Характеристика сырья коксования.....	25
2.6.2 Теоретические основы процесса.....	25
2.6.3 Основные химические реакции.....	26
2.6.4 Характеристика процесса.....	29
2.6.5 Влияние основных технологических параметров.....	29
2.6.5.1 Температура коксования.....	29
2.6.5.2 Давление в камере коксования.....	30
2.6.5.3 Коэффициент рециркуляции.....	30
2.6.5.4 Время коксования.....	31
2.6.6 Технологическая схема.....	31
2.6.7 Характеристика продуктов коксования и их применение.....	33
2.7 Выбор основного оборудования.....	33
2.8 Расчет основного оборудования.....	35
2.8.1 Расчет камеры коксования.....	35
2.8.2 Расчет теплообменника для охлаждения тяжелого газойля.....	38
3 Строительные решения.....	40
3.1 Выбор района строительства.....	40
3.2 Объемно-планировочные решения.....	41
3.3 Конструктивные решения зданий и сооружений.....	41
3.4 Размещение оборудования.....	44
4 Генеральный план и транспорт.....	44

4.1. Характеристика района и промплощадки предприятия.....	44
4.2 Размещение установки на генеральном плане.....	46
4.3 Присоединение установки к инженерным сетям.....	46
4.4 Вертикальная планировка и водоотвод с площадки.....	47
4.5 Транспорт.....	47
4.6 Благоустройство и озеленение промышленной площадки.....	48
5 Безопасность и экологичность проекта.....	49
5.1 Безопасность проекта.....	49
5.1.1 Характеристика опасностей проектируемой установки.....	49
5.1.2 Мероприятия, обеспечивающие безопасность ведения процесса.....	50
5.1.3 Средства защиты работающих.....	51
5.1.3.1 Индивидуальные средства защиты работающих.....	51
5.1.3.1 Коллективные средства защиты работающих.....	52
5.1.4 Производственная санитария и гигиена труда.....	52
5.1.5 Противопожарные мероприятия.....	53
5.1.5.1 Система предотвращения пожара.....	54
5.1.5.2 Описание систем противопожарной защиты.....	55
5.1.5.3 Пути эвакуации персонала из опасной зоны в случае пожара.....	56
5.2 Экологичность проекта.....	57
5.2.1 Охрана атмосферного воздуха.....	57
5.2.1 Охрана водоемов.....	57
5.2.2 Утилизация отходов.....	57
Заключение.....	59
Список сокращений.....	60
Список использованных источников.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Основными задачами нефтеперерабатывающей промышленности являются наиболее полное удовлетворение народного хозяйства в высококачественных нефтепродуктах и обеспечение сырьем смежных производств.

В настоящее время одной из важнейших проблем нефтеперерабатывающей промышленности является дальнейшее углубление переработки нефти и увеличение доли перерабатываемого сырья во вторичных процессах. Одним из этих процессов является коксование нефтяных остатков, позволяющее:

- углубить отбор светлых нефтепродуктов из тяжелых остаточных фракций первичной и вторичной переработки нефти;
- получить нефтяной кокс.

Переработка тяжелых нефтяных остатков позволяет существенно увеличить выработку газов и моторных топлив (бензинов, керосинов, дизельных топлив), а также сырья для химической, нефтехимической и микробиологической промышленности.

Далеко не последнее место занимает в нефтехимической промышленности производство нефтяного кокса.

Основное количество нефтяного кокса получают на установках замедленного коксования.

Включение в схему НПЗ процессов коксования оправдано как при переработке малосернистых, сернистых, так и высокосернистых нефтей. На коксование направляются фактически все отходы от переработки нефти.

Нефтяные коксы используются в основном для производства электродной продукции. Наиболее крупными потребителями кокса является алюминиевая промышленность (производство анодов для выплавки алюминия), а на втором месте стоит производство графитированных электродов, которые в дальнейшем применяются при получении электростали, магния, хлора. Кроме этих отраслей, нефтяной кокс может быть успешно использован в цветной и черной металлургии при шахтной плавке окисленных никелевых руд, в производстве ферросплавов, кремния; в химической промышленности - в производстве карбида кальция, сульфата натрия, сероуглерода. В настоящее время в народном хозяйстве ощущается острый недостаток углеродистого сырья. В связи с этим облагораживание и рациональное использование ресурсов нефтяного кокса представляют актуальную задачу.

В курсовом проекте разработана схема переработки нефти Дмитриевского месторождения с производительностью по установке замедленного коксования 800 тыс. т/год.

1 Технико-экономическое обоснование

Образование кокса при термическом крекинге ограничивает возможности дальнейшего углубления процесса. Выход светлых продуктов при крекинге гудрона или мазута не превышает 35-40%. Если же установка термического крекинга работает в режиме висбрекинга, то выход светлых продуктов еще меньше.

Выход их можно значительно повысить, если при термическом разложении не опасаться образования кокса, не считать его вредным побочным продуктом. Технической формой такого деструктивного процесса является коксование — одна из разновидностей термических процессов.

При коксовании твердый углеродистый остаток — кокс является конечным продуктом разложения и образуется в значительных количествах. Наряду с коксом получают бензин, газойлевые фракции и газ.

Нефтеперерабатывающий завод, в состав которого входит проектируемая установка замедленного коксования, является предприятием топливного направления, перерабатывающего Дмитриевскую нефть. Тяжелые остатки данной нефти отличаются высокой коксуемостью 15,21%.

Коксование позволяет утилизировать, превращая в светлые нефтепродукты, не только прямогонные остатки, но и такие продукты, как асфальты и экстракты масляного производства. То обстоятельство, что при этом получается в качестве товарного продукта кокс, является в настоящее время достоинством процесса.

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

2 Технологические решения

2.1 Характеристика исходной нефти

Сырьем проектируемого НПЗ является Дмитриевская нефть. Физико-химические свойства нефти приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Физико-химическая характеристика Дмитриевской нефти

Наименование показателя	Фактическое значение
Относительная плотность ρ_4^{20}	0,8406
Молекулярная масса	215
Кинематическая вязкость, сСт при 20°C при 50°C	7,64 3,75
Температура застывания, °C с обработкой без обработки	-10 -7
Температура вспышки в закрытом тигле, °C	<-35

Окончание таблицы 1

Наименование показателя	Фактическое значение
Давление насыщенным паром, мм рт. ст. при 88°C при 50°C	303 -
Парафин содержание, % температура плавления, °C	3,5 59
Содержание, %: серы азота смоля сернокислотных смоля силикагелевых асфальтенов	1,22 0,12 14,00 9,40 0,52
Коксуемость, %масс.	3,10
Кислотное число, мг КОН на 1 г нефти	0,17
Выход фракций, % масс.: до 200°C до 350°C	25,9 48,7

Шифр Дмитриевской нефти: ПТ1М1И1П2:

- класс П – сернистая (содержание серы 1,22% масс.);
 - тип Т1 – выход фракций до 350 °С 48,7% масс.;
 - группа М1 – потенциальное содержание базовых масел, приходящееся на мазут 85,6% масс., на нефть – 13,1% масс.;
 - подгруппа И1 – индекс вязкости 106;
 - вид П2 – парафинистая (содержание парафина 3,5% масс.).
- В таблице 2 приведено потенциальное содержание исходной нефти [1].

Таблица 2 – Потенциальное содержание фракций в Дмитриевской нефти

Отгоняется до температуры, °C	Выход на нефть, %
28 (газ до С ₄)	2,1
60	3,6
62	4,0
85	5,5
95	6,4
100	6,7
105	7,6
110	8,5
120	10,2
122	10,5
130	12,1
140	14,0
145	15,3
150	16,6
160	20,0
170	22,5
180	24,5

Окончание таблицы 2

Отгоняется до температуры, °С	Выход на нефть, %
190	26,2
200	28,0
210	30,0
220	31,3
230	32,9
240	34,4
250	35,7
260	37,2
270	38,4
280	40,0
290	42,0
300	43,9
310	45,3
320	47,0
330	48,0
340	49,5
350	50,8
360	52,3
370	54,0
380	55,2
390	57,0
400	58,2
410	60,2
420	61,6
430	63,2
440	64,5
450	66,0
550	69,7
остаток	30,3

2.2 Выбор варианта технологической схемы переработки нефти

Разработка рациональной технологической схемы нефтеперерабатывающего завода с подбором технологических установок и определением наиболее целесообразного варианта эксплуатации установок является наиболее важным этапом проектирования предприятия.

Технико-экономические расчеты доказали, что гораздо рентабельнее транспортировать сырье (нефть) к местам концентрированного потребления, чем перевозить нефтепродукты с заводов, расположенных вблизи промыслов. Поэтому нефтеперерабатывающие заводы строят в местах концентрированного потребления нефтепродуктов.

Существует несколько вариантов технологических схем переработки нефти. Однако в общем виде эти схемы могут быть сведены к трем-четырем основным типам:

- топливная с неглубокой переработкой нефти;

- топливная с глубокой переработкой нефти;
- топливно-масляная;
- топливно-нефтехимическая.

На заводах, работающих по первым двум схемам, вырабатываются в основном различные топлива - бензин, авиационный и осветительный керосины, дизельное, газотурбинное, печное и котельное топлива. При неглубокой переработке нефти отбор светлых нефтепродуктов составляет не более 40-45%, а выработка котельного топлива достигает 50-55% в расчете на исходную нефть. При глубокой переработке отбор светлых достигает 72-75%, а котельное топливо вырабатывается только в количествах, необходимых для обеспечения собственной потребности предприятия.

Заводы топливно-масляного профиля проектируются таким образом, чтобы обеспечить получение заданного количества смазочных масел. Попутно с производством масел вырабатываются парафины и церезины. На базе асфальтов и экстрактов, являющихся побочными продуктами установок очистки масел, получают битумы и нефтяной кокс.

Нефтехимические производства используют такие виды сырья, как пряmogонный бензин, индивидуальные легкие парафиновые углеводороды, ароматические углеводороды (бензол, толуол), смеси высших алканов (жидкие и твердые парафины). Как правило, нефтехимические цеха являются частью крупных производственных объединений, в состав которых входят и нефтеперерабатывающие заводы. Сырье с нефтеперерабатывающей на нефтехимическую часть передается по трубопроводам. Головным производством НХЗ в большинстве случаев является пиролиз с получением этилена, пропилена, бутилена-дивинильной фракции, жидких продуктов, в которых содержится 60-90% (масс.) ароматических и 10-40% (масс.) неароматических углеводородов (в основном, диенов, олефинов и циклоолефинов). На основе полученных продуктов осуществляется широкая гамма нефтехимических синтезов [2].

Вариант схемы переработки нефти выбирают на основе шифра нефти и качества основных нефтепродуктов, получение которых возможно из заданной нефти.

Наиболее рациональным вариантом переработки Дмитриевской нефти является топливный с глубокой переработкой нефти.

При глубокой переработке нефти стремятся получить максимально возможный выход высококачественных автомобильных бензинов, зимних и летних дизельных топлив и топлив для реактивных двигателей. Выход котельного топлива в этом варианте сводится к минимуму.

Таким образом, выбираем следующий набор процессов вторичной переработки, при котором получают высококачественные легкие моторные топлива: каталитический риформинг, гидрокрекинг и гидроочистка, а также термический процесс – коксование. Также в проектируемый завод включаем ГФУ для переработки предельных УВ с АВТ и установку изомеризации для выработки высокооктановых компонентов автомобильного бензина.

2.3 Поточная схема нефтеперерабатывающего завода

Поточная схема представляет собой совокупность технологических установок, взаимосвязанных между собой.

В выше изложенных пунктах были подробно изучены характеристики Дмитриевской нефти. На основе этих данных выбран вариант переработки нефти – топливный с глубокой переработкой. А также был подобран набор технологических процессов переработки, который обеспечит получение нефтепродуктов заданного ассортимента.

Поточная схема проектируемого нефтеперерабатывающего завода топливного профиля состоит из следующих блоков:

- блок ЭЛОУ-АВТ;
- блок ГФУ предельных газов;
- блок изомеризации;
- блок процесса каталитического риформинга с экстракцией ароматических углеводородов;
- блок каталитического риформинга получения компонента бензина;
- блок гидроочистки керосина;
- блок гидроочистки дизельных фракций;
- блок адсорбционной депарафинизации дизельного топлива;
- блок гидрокрекинга;
- блок производства битумов;
- блок деасфальтизации гудрона;
- блок замедленного коксования;
- блок гидрокрекинга остатка;
- блок производства серы;
- блок производства водорода.

Поточная схема проектируемого завода представлена на рисунке 1.

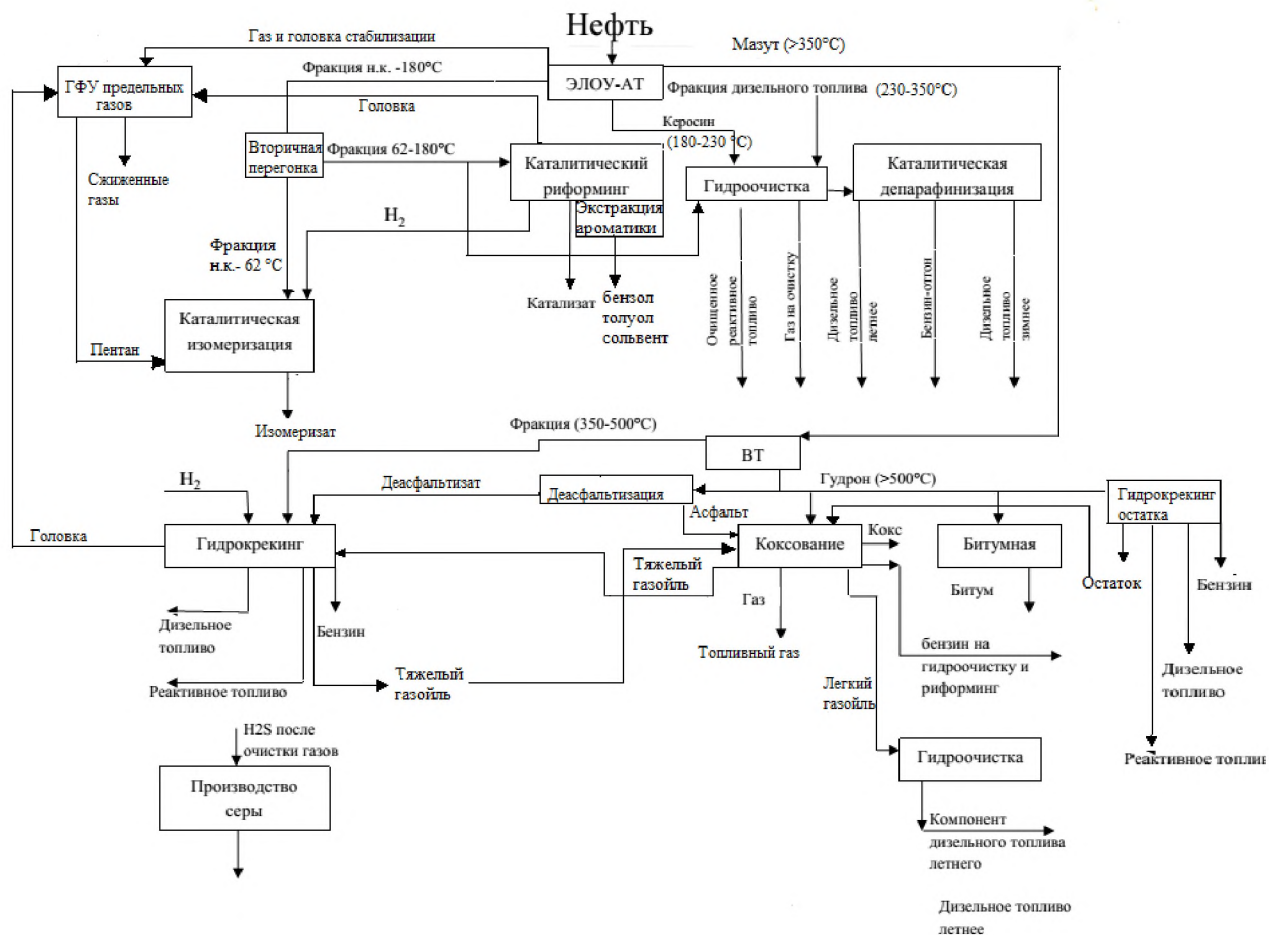


Рисунок 1– Поточная схема НПЗ по переработке Дмитриевской нефти

2.4 Краткая характеристика установок по переработке нефти

2.4.1 Электрообессоливающая установка

Наличие в нефти, поступающей на переработку, воды и солей вредно сказывается на работе нефтеперерабатывающего завода. При большом содержании воды повышается давление в аппаратуре установок перегонки нефти, снижается их производительность, расходуется излишнее тепло на подогрев и испарение воды. Еще более отрицательным действием обладают хлориды. Они откладываются в трубах теплообменников и печей, что приводит к необходимости частой очистки труб, снижает коэффициент теплопередачи. Хлориды, в особенности кальция и магния, гидролизуются с образованием соляной кислоты даже при низких температурах. Под действием соляной кислоты происходит разрушение (коррозия) металла аппаратуры технологических установок. Особенно быстро разъедается под действием гидролизованых хлоридов конденсационно-холодильная аппаратура перегонных установок. Наконец, соли, накапливаясь в остаточных нефтепродуктах – мазуте и гудроне, ухудшают их ка-

чество. Следовательно, перед подачей нефти на переработку ее необходимо отделить от воды и солей.

Для удаления солей вся нефть подвергается обессоливанию на специальных электрообессоливающих установках (ЭЛОУ). С этой целью нефть интенсивно смешивается с пресной водой в смесителях с добавлением деэмульгатора. Далее эмульсия воды в нефти разрушается в электродегидраторах.

Принцип работы всех электродегидраторов, независимо от их конструкции, заключается в воздействии на пропускаемую через них водонефтяную эмульсию переменного электрического поля промышленной частоты, в результате которого происходит слияние диспергированных в нефти капелек воды в более крупные и их оседание под действием силы тяжести. Обессоливание нефти осуществляется по двухступенчатой схеме. После обессоливания и обезвоживания нефть поступает на атмосферную перегонку.

2.4.2 Атмосферно-вакуумная перегонка

Обессоленная нефть с ЭЛОУ поступает на установку атмосферно-вакуумной перегонки нефти. АВТ разделена на два блока – атмосферной и вакуумной перегонки.

Атмосферная перегонка предназначена для отбора светлых нефтяных фракций – бензиновой, керосиновой и дизельных, выкипающих до 350°C, остаток атмосферной перегонки – мазут.

Процесс перегонки заключается в разделении нагретой в печи нефти на отдельные фракции в ректификационной колонне – цилиндрическом вертикальном аппарате, внутри которого расположены контактные устройства (тарелки), через которые пары движутся вверх, а жидкость – вниз. Предусматривается подвод тепла в нижнюю часть колонны и отвод тепла с верхней части колонны, в связи с чем температура в аппарате постепенно снижается от низа кверху. В результате сверху колонны отводится бензиновая фракция в виде паров, а пары керосиновой и дизельных фракций конденсируются в соответствующих частях колонны и выводятся, мазут остаётся жидким и откачивается с низа колонны.

Для того, чтобы выделить более высококипящие нефтяные фракции, мазут подвергается перегонке на установках, работающих с применением вакуума. Ассортимент продуктов вакуумной перегонки мазута зависит от варианта переработки нефти. Существуют две схемы переработки мазута: масляная и топливная. При масляной схеме получают несколько фракций – вакуумных дистиллятов, при топливной – одну. Остатком от перегонки мазута является гудрон. Разряжение в колонне создается при помощи конденсационно-вакуумсоздающих систем, ключевыми аппаратами являются паровые или жидкостные эжекторы.

2.4.3 Установка каталитического риформинга

Каталитический риформинг на платиновом катализаторе (платформинг) – один из важнейших процессов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Процесс занимает ведущее место как в производстве высокооктановых бензинов, так и в производстве ароматических углеводородов – бензола, толуола, ксилолов.

Установка платформинга состоит из четырех блоков: предварительная гидроочистка бензина; платформинг гидроочищенного бензина (гидрогенизата); сепарация парогазовой фазы от жидкой; стабилизация бензина платформинга. Если на установке получают индивидуальные ароматические углеводороды, то в ее состав включается еще и блок выделения ароматических углеводородов

Установки риформинга существуют 2-х основных типов – с периодической и непрерывной регенерацией катализатора – восстановлением его первоначальной активности, которая снижается в процессе эксплуатации. Установки и с непрерывной регенерацией более эффективны технологически, однако, стоимость их строительства выше.

Процесс осуществляется при температуре 500-530°C и давлении 3,5 Мпа (0,8-1,5 Мпа на установках с непрерывной регенерацией). Процесс ведется последовательно в 3-4 отдельных реакторах, перед каждым из которых продукты подвергаются нагреву в трубчатых печах. Выходящая из последнего реактора смесь отделяется от водорода, углеводородных газов и стабилизируется. Полученный продукт – стабильный риформат охлаждается и выводится с установки.

При регенерации осуществляется выжиг образующегося в ходе эксплуатации катализатора кокса с поверхности катализатора с последующим восстановлением водородом и хлорированием. На установках с непрерывной регенерацией катализатор движется по реакторам, расположенным друг над другом, затем подаётся на блок регенерации, после чего возвращается в процесс.

2.4.4 Установка гидроочистки

Гидроочистка – процесс селективного гидрирования содержащихся в моторных топливах (бензин, керосин, дизельное топливо), маслах и других нефтепродуктах органических сернистых, азотистых и кислородных соединений, которые, присоединяя водород, образуют соответственно сероводород, аммиак, воду и в таком виде удаляются из очищаемого продукта. Побочно происходит насыщение непредельных углеводородов, а также протекают реакции гидрокрекинга.

Процесс осуществляется под действием водорода на прямогонные нефтяные фракции и вторичные продукты их термокаталитической переработки в присутствии катализатора. Применяется с целью получения малосернистых бензинов, реактивных, дизельных и печных топлив, а также подготовки сырья для каталитического крекинга и риформинга.

Технологическая схема гидроочистки: смешение сырья с водородсодержащим газом и предварительный подогрев смеси в теплообменнике; нагрев смеси в трубчатой печи; собственно гидроочистка в одно- или многосекционном реакторе – стальном цилиндрическом аппарате (поскольку процесс экзотермический, в различные зоны реактора вводят холодный водородсодержащий газ); охлаждение полученного гидрогенизата; отделение его от водородсодержащего, а затем от углеводородных газов в сепараторах высокого и низкого давления с последующей ректификацией на целевые продукты; очистка газов от H_2S , NH_3 и водяных паров [3].

2.4.5 Адсорбционная депарафинизация дизельного топлива

Депарафинизация – процесс удаления из дистиллята n-алканов с целью понижения температуры его застывания и одновременно получения парафинов. Используют этот процесс для депарафинизации фракций дизельного топлива и масляных дистиллятов.

Сущность технологии адсорбционной депарафинизации состоит в следующем. Гидроочищенная фракция 230-350°C смешивается с водородсодержащим газом (ВСГ) в соотношении 1:5 по объему, нагревается вначале в теплообменниках, а затем в печи до 380 °С и поступает в один из адсорберов заполненных цеолитом. В адсорбере алканы поглощаются цеолитом, а пары депарафинированной фракции 230-350°C в смеси с ВСГ конденсируются, охлаждаются и поступают в разделительную колонну. Снизу этой колонны депарафинизат выводится с установки, а в укрепляющей ее части ВСГ промывается встречным потоком воды, с тем, чтобы поглотить из него примеси аммиака, вынесенные из адсорбера после стадии десорбции. Из колонны ВСГ компрессором вновь направляется на смешение с сырьем. Одновременно с циклом адсорбции в другом аппарате, цеолит которого до этого был насыщен алканами, происходит процесс десорбции алканов и соответственно восстановления поглотительной способности цеолита. Десорбция осуществляется при температуре 300-350 °С аммиаком, который, адсорбируясь в порах цеолита, вытесняет из них алканы. Кратность аммиака 4:1 по объему. Смесь паров аммиака и алканов из десорбера охлаждается, сконденсированные пары алканов в сепараторе отделяются от аммиака и выводятся, а аммиак забирается компрессором и через печь вновь поступает на десорбцию [4].

2.4.6 Газофракционирующая установка предельных газов

Процессы газофракционирования предназначены для получения из нефтезаводских газов индивидуальных низкомолекулярных углеводородов или их фракций высокой чистоты, являющихся компонентами высокооктановых автобензинов, ценным нефтехимическим сырьем, а также сырьем для процессов алкилирования и производств метилтретбутилового эфира и т.д.

Источником углеводородных газов на НПЗ являются газы, выделяющиеся из нефти на установках АТ, АВТ и образующиеся в термодеструктивных или каталитических процессах переработки нефтяного сырья, а также газы стабилизации нестабильных бензинов.

В блоке ректификации ГФУ из углеводородного газового сырья сначала в деэтанализаторе извлекают сухой газ, состоящий из метана и этана. На верху деэтанализатора поддерживают низкую температуру подачей орошения, охлаждаемого в аммиачном конденсаторе-холодильнике. Кубовый остаток деэтанализатора поступает в пропановую колонну, где разделяется на пропановую фракцию, выводимую с верха этой колонны, и смесь углеводородов C_4 и выше, направляемую в бутановую колонну. Ректификатом этой колонны является смесь бутанов, которая в изобутановой колонне разделяется на изобутановую и бутановую фракции. Кубовый продукт бутановой колонны подается далее в пентановую колонну, где в виде верхнего ректификата выводится смесь пентанов, которая в изопентановой колонне разделяется на n-пентан и изопентан. Нижний продукт пентановой колонны – фракция C_6 и выше – выводится с установки [3].

2.4.7 Установка изомеризации

Изомеризация низших парафиновых углеводородов (бутана, пентана, гексана, легкокипящих бензиновых фракций) применяется для выработки высокооктановых компонентов автомобильного бензина и получения сырья для производства синтетического каучука.

Установка изомеризации состоит из двух блоков – ректификации и изомеризации. Блок ректификации предназначен для выделения из смеси сырья и изомеризата товарных продуктов – изопентановой и изогексановой фракций, удаления из сырья углеводородов C_4 и ниже, подготовки к переработке сырья секции изомеризации – пентановой фракции. В блоке изомеризации осуществляется превращение пентана в изопентан [3].

2.4.8 Установка производства битумов

Установка по производству битума – оборудование позволяющее получать битумы из мазута и гудрона путём их предварительной обработки и последующего окисления.

Основным аппаратом установок для производства битума с подачей воздуха компрессором является либо трубчатый реактор, либо окислительная колонна. Окислительные колонны зарекомендовали себя как высокопроизводительные аппараты в производстве дорожных битумов, трубчатые реакторы — в производстве строительных битумов. Отдельные установки имеют в своем составе оба аппарата. Комбинированное применение на одной битумной установке реакторов двух типов позволяет одновременно получить

разные марки битумов, более полно использовать тепло реакций и отходящих потоков [3].

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.

2.4.9 Установка гидрокрекинга

Гидрокрекинг – каталитический процесс переработки нефтяных дистиллятов и остатков при умеренных температурах и повышенных давлениях водорода на полифункциональных катализаторах, обладающих гидрирующими и кислотными свойствами (а в процессах селективного гидрокрекинга - и ситовым эффектом).

Гидрокрекинг позволяет получать с высокими выходами широкий ассортимент высококачественных нефтепродуктов (сжиженных газов C_3 - C_4 , бензина, реактивного и дизельного топлив, компонентов масел) практически из любого нефтяного сырья путем подбора соответствующих катализаторов и технологических условий, является одним из экономически эффективных, гибких и наиболее углубляющих нефтепереработку процессов.

В проектируемом НПЗ реализованы следующие типы промышленных процессов гидрокрекинга:

- гидрокрекинг вакуумных дистиллятов с целью получения моторных топлив;
- гидрокрекинг нефтяных остатков с целью получения моторных мало-сернистых котельных топлив.

Процесс гидрокрекинга вакуумных дистиллятов можно осуществлять как в одну, так и в две ступени. Технологическая схема реакторного блока одноступенчатого гидрокрекинга: смешение сырья с водородсодержащим газом и предварительный подогрев смеси в теплообменнике; нагрев смеси в трубчатой печи; собственно гидрокрекинг в реакторе; охлаждение полученного гидрогенезата; отделение его от водородсодержащего, а затем от углеводородных газов в сепараторе низкого давления и колонне стабилизации с последующей ректификацией на целевые продукты; очистка газов от H_2S , NH_3 и водяных паров.

При использовании в качестве сырья процесса гидрокрекинга тяжелых газойлей деструктивной переработки нефти (замедленное коксование, каталитический крекинг), а также прямогонного вакуумного газойля с относительно высоким содержанием серы, азота и полициклических ароматических углеводородов катализатор при работе в одну ступень быстро отравляется и теряет ак-

тивность. Поэтому необходимо предварительно подготавливать сырье, т.е. проводить процесс в две ступени. На первой ступени используют азото- и сероустойчивый алюмокобальтмолибденовый катализатор, а на второй – более активные расщепляющие и изомеризирующие катализаторы. Отличительная черта второй ступени – возможность регулирования избирательности гидрокрекинга (получение преимущественно бензина, реактивного или дизельного топлива) путем изменения температуры и объемной скорости подачи сырья [4].

2.4.10 Установка замедленного коксования

Назначение процесса замедленного – переработка тяжёлых нефтяных остатков, как первичной, так и вторичной переработки, с получением нефтяного кокса, применяемого для производства электродов, используемых в металлургической промышленности, а также дополнительного количества светлых нефтепродуктов.

Замедленное коксование – полунепрерывный процесс, осуществляемый при температуре около 500°C и давлении, близком к атмосферному. Сырьё поступает в змеевики технологических печей, в которых идёт процесс термического разложения, после чего поступает в камеры, в которых происходит образование кокса. На установках сооружается 4 коксовые камеры, работающие попеременно. Камера в течение суток работает в режиме реакции, заполняясь коксом, после чего в течение суток осуществляются технологические операции по выгрузке кокса и подготовке к следующему циклу.

Кокс из камеры удаляется при помощи гидрорезака, представляющего собой бур с расположенными на конце соплами, через которые под давлением 150 атм подаётся вода, которая раздробляет кокс. Раздробленный кокс сортируется на фракции, в зависимости от размера частиц.

Сверху коксовых камер уходят пары продуктов и поступают на ректификацию. Светлые фракции, полученные при коксовании, характеризуются низким качеством из-за большого содержания олефинов и поэтому желательна их дальнейшее облагораживание [4].

2.4.11 Установка деасфальтизации гудрона

Основное назначение процесса деасфальтизации – удаление из нефтяных остатков смолисто-асфальтеновых веществ и полициклических ароматических углеводородов с повышенной коксуемостью и низким индексом вязкости.

Целевым продуктом являются деасфальтизаты, используемые для выработки остаточных масел, а побочным – асфальты, служащие сырьем для производства битумов или компонентами котельных топлив.

В нашем проектируемом НПЗ деасфальтизат служит компонентом сырья гидрокрекинга, а асфальтизат поступает на установку замедленного коксования.

Одноступенчатые установки пропановой деасфальтизации гудрона включают следующие основные секции: секцию деасфальтизации гудрона в экстракционной колонне с получением растворов деасфальтизата и битума; секцию четырехступенчатой регенерации пропана из раствора деасфальтизата; секцию двухступенчатой регенерации пропана из битумного раствора; секцию обезвоживания влажного пропана и секцию защелачивания обезвоженного пропана от сероводорода, вызывающего коррозию аппаратуры [4].

2.4.12 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.

Процесс термического окисления H_2S осуществляют в основной топке, смонтированной в одном агрегате с котлом-утилизатором. Объем воздуха, поступающего в зону горения, должен быть строго дозирован, чтобы обеспечить для второй стадии требуемое соотношение SO_2 и H_2S (по стехиометрии реакции 2 оно должно быть 1:2). Температура продуктов сгорания при этом достигает 1100-1300 °С в зависимости от концентрации H_2S и углеводородов в газе. Вывод серы из реакционной системы, образовавшейся во второй стадии, благоприятствует увеличению степени конверсии H_2S до 95%. Поэтому стадию каталитической конверсии принято проводить в две ступени с выводом серы на каждой ступени.

2.4.13 Установка производства водорода

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

В качестве сырья для получения водорода методом паровой каталитической конверсии легких углеводородов могут быть использованы природные и заводские (сухие и жирные) газы, а также прямогонные бензины. Этот наиболее распространенный метод производства водорода включает три стадии: подготовку сырья к конверсии, собственно конверсию и удаление из продуктов оксидов углерода.

Установка состоит из следующих секций: подготовки сырья (компрессор, подогреватель, аппараты для очистки сырья от соединений серы, пароперегреватель и инжекторный смеситель); паровой конверсии (печь паровой конверсии и паровой котел-утилизатор); конверсии оксида углерода в диоксид (реакторы средне- и низкотемпературной конверсии); очистки технологического газа от диоксида углерода (абсорбция горячим водным раствором карбоната калия, регенерация и др.) и секции метанирования.

2.3 Материальный баланс предприятия

Материальный баланс проектируемого нефтеперерабатывающего завода приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Материальный баланс НПЗ по топливному варианту с глубокой переработкой нефти

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Млн т /год
1 Обессоливание нефти			
Поступило:			
Нефть сырая	101,0	101,0	6,41
Получено:			
Нефть обессоленная	100,0	100,0	6,35
Вода и соли	1,0	1,0	0,06
Всего:	101,0	101,0	6,41
2 Атмосферно-вакуумная перегонка			
Поступило:			
Нефть обессоленная	100	100	6,35
Получено:			
Газ и головка стабилизации	2,1	2,1	0,13
Фракция н.к. -62°C	1,9	1,9	0,12
62-85°C	1,5	1,5	0,10
85-105°C	2,1	2,1	0,13
105-140°C	6,4	6,4	0,41
140-180°C	10,5	10,5	0,67
180-230°C	8,4	8,4	0,53
230-350°C	17,9	17,9	1,14
350-500°C	18,9	18,9	1,20
Гудрон	29,6	29,6	1,88
Потери	0,7	0,7	0,04
Всего:	100,0	100,0	6,35
3 Каталитический риформинг и экстракция ароматических углеводородов			
Поступило:			
Фракция 62-85°C	57,7	1,50	0,095
85-105°C	42,3	1,10	0,070
Всего:	100,0	2,60	0,165
Получено:			
Бензол	11,8	0,31	0,019
Толуол	11,9	0,31	0,020
Сольвент	3,0	0,08	0,005
Рафинат	56,0	1,46	0,092
ВСГ	5,0	0,13	0,008
Головка стабилизации	5,0	0,13	0,008
Газ	6,0	0,16	0,010
Потери	1,3	0,03	0,002
Всего:	100,0	2,60	0,165

Продолжение таблицы 3

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Млн т /год
4 Каталитический риформинг			
Поступило:			
Фракция 85-105°С	5,79	1,00	0,063
105-140°С	37,06	6,40	0,406
140-180°С	40,54	7,00	0,444
Тяжелый бензин гидрокрекинга	14,29	2,47	0,157
Бензины-отгоны гидроочистки	2,32	0,40	0,025
Всего:	100,00	17,27	1,096
Получено:			
Катализат	83,0	14,33	0,910
ВСГ	5,0	0,86	0,055
(В т.ч. водород)	1,1	0,19	0,012
Головка стабилизации	5,0	0,86	0,055
Газ	6,0	1,04	0,066
Потери	1,0	0,17	0,011
Всего:	100,0	17,27	1,096
5 Гидроочистка керосина			
Поступило:			
Фракция 140-180°С	39,3	3,50	0,222
180-230°С	60,7	5,40	0,343
ВСГ	1,2	0,11	0,007
(В т.ч. водород)	0,3	0,03	0,002
Всего:	101,2	9,01	0,572
Получено:			
Гидроочищенный керосин	97,2	8,65	0,549
Бензин-отгон	1,5	0,13	0,008
Сероводород	0,1	0,01	0,001
Газ	2,0	0,18	0,011
Потери	0,4	0,04	0,002
Всего:	101,2	9,01	0,572
6 Гидроочистка дизельных фракций			
Поступило:			
Фракция 180-230	12,34	3,00	0,190
230-350	73,66	17,90	1,137
Легкий газойль коксования	14,00	3,40	0,216
ВСГ	1,7	0,41	0,026
(В т.ч. водород)	0,4	0,10	0,006
Всего:	101,70	24,72	1,569
Получено:			
Гидроочищенное ДТ	97,1	23,60	1,498
Бензин-отгон	1,1	0,27	0,017
Сероводород	0,8	0,19	0,012
Газ	2,3	0,56	0,035
Потери	0,4	0,10	0,006
Всего:	101,7	24,72	1,569
7 Адсорбционная депарафинизация дизельного топлива			

Продолжение таблицы 3

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Млн т /год
Поступило:			
Гидроочищенное дизельное топливо	100,00	11,80	0,749
Водород	1,00	0,12	0,007
Всего:	101,00	11,92	0,757
Получено:			
ДТ зимнее	80,30	9,47	0,602
Промежуточная фракция	9,10	1,07	0,068
Парафин жидкий	11,20	1,32	0,084
Потери	0,40	0,05	0,003
Всего:	101,00	11,92	0,757
8 Газофракционирование предельных газов			
Поступило:			
Газ и головка АВТ	53,54	2,10	0,13
Головка кат. риформинга	25,33	0,99	0,06
Головка гидрокрекинга	21,14	0,83	0,05
Всего:	100,00	3,92	0,25
Получено:			
Пропан	21,60	0,85	0,054
Изобутан	16,10	0,63	0,040
н-Бутан	33,00	1,29	0,082
Изопентан	8,60	0,34	0,021
н-Пентан	11,00	0,43	0,027
Газовый бензин	1,80	0,07	0,004
Газ	6,50	0,25	0,016
Потери	1,40	0,05	0,003
Всего:	100,00	3,92	0,249
9 Изомеризация			
Поступило:			
Фракция н.к. -62°C	81,49	1,900	0,1206
Пентан с ГФУ	18,51	0,431	0,0274
ВСГ	1,10	0,026	0,0016
(В т.ч. водород)	0,20	0,005	0,0003
Всего:	101,10	2,357	0,1497
Получено:			
Изопентан	69,8	1,627	0,1033
Изогексан	26,3	0,613	0,0389
Газ	4,00	0,093	0,0059
Потери	1,00	0,023	0,0015
Всего:	101,1	2,357	0,1497
10 Производство битумов			
Поступило:			
Гудрон	77,65	6,60	0,419
Фракция 350-500°C	22,35	1,90	0,121
ПАВ	3,00	0,26	0,016
Всего:	103,00	8,76	0,556
Получено:			
Битумы дорожные	72,70	6,18	0,392

Продолжение таблицы 3

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Млн т /год
Битумы строительные	26,40	2,24	0,142
Отгон	1,30	0,11	0,007
Газы окисления	1,60	0,14	0,009
Потери	1,00	0,09	0,005
Всего:	103,00	8,76	0,556
11 Гидрокрекинг			
Поступило:			
Фракция 350-500°С	88,17	17,00	1,08
Деасфальтизат	11,83	2,28	0,14
Водород с водородной установки	3,00	0,58	0,04
Всего:	103,00	19,86	1,26
Получено:			
Бензин легкий	2,60	0,50	0,03
Бензин тяжелый	12,80	2,47	0,16
Реактивное топливо	20,90	4,03	0,26
Дизельное топливо	46,00	8,87	0,56
Тяжелый газойль (выше 350°С)	7,90	1,52	0,10
Сероводород	2,30	0,44	0,03
Газ	5,20	1,00	0,06
Головка стабилизации	4,30	0,83	0,05
Потери	1,00	0,19	0,01
Всего:	103,00	19,86	1,26
12 Коксование			
Поступило:			
Гудрон (коксуемость 15,21 %)	88,6	9,00	0,57
Асфальт с установка деасфальтизации	11,4	3,60	0,23
Всего:	100,0	12,60	0,80
Получено:			
Газ и головка стабилизации	8,6	1,08	0,07
Бензин	13,0	1,64	0,10
Легкий газойль	27,0	3,40	0,22
Тяжелый газойль	24,4	3,07	0,20
Кокс	24,0	3,02	0,19
Потери	3,0	0,38	0,02
Всего:	100,0	12,60	0,8
13 Деасфальтизация гудрона			
Поступило:			
Гудрон	100,0	6,00	0,38
Получено:			
Асфальт на замедленное коксование	60,0	3,60	0,23
Деасфальтизат на гидрокрекинг	38,0	2,28	0,14
Потери	2,0	0,12	0,01
Всего:	100,0	6,00	0,38
14 Гидрокрекинг остатка			
Поступило:			
Гудрон	100,0	8,00	0,508
Водород с водородной установки	3,0	0,24	0,015

Окончание таблицы 3

Процессы и продукты	% на сырьё установки	% на нефть	Млн т /год
Всего:	103,0	8,24	0,523
Получено:			
Газ	2,8	0,22	0,014
Бензин	8,8	0,70	0,045
Дизельное топливо	17,9	1,43	0,091
Вакуумный газойль	24,1	1,93	0,122
Остаток	45,0	3,60	0,229
Сероводород	2,4	0,19	0,012
Потери	2,0	0,16	0,010
Всего:	103,0	8,24	0,523
15. Производство серы			
Поступило:			
Сероводород	100,0	0,84	0,053
Получено:			
Сера элементная	97,0	0,81	0,052
Потери	3,0	0,03	0,002
Всего:	100,0	0,84	0,053
16. Производство водорода			
Поступило:			
Сухой газ	32,7	1,52	0,097
Хим.очищенная вода (на реакцию)	67,3	3,13	0,199
Всего:	100	4,65	0,295
Получено:			
Водород технический, 96 %	18,2	0,85	0,054
В том числе водород, 100 %	17,5	0,81	0,052
Двуокись углерода	77,8	3,62	0,230
Потери	4,0	0,19	0,012
Всего:	100,0	4,65	0,295

Сводный баланс проектируемого нефтеперерабатывающего завода приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Сводный материальный баланс НПЗ

Компоненты	Топливный вариант с глубокой переработкой	Млн тонн/год
Поступило:		
Нефть обессоленная	100,00	6,35
ПАВ на производство битума	0,255	0,016
Вода на производство водорода	3,130	0,199
Всего	103,38	6,564
Получено		
Автомобильный бензин	22,07	1,401
В т.ч.:		
катализат риформинга	14,33	0,910
рафинат от производства ароматики	1,46	0,092
изопентан	1,96	0,125

Окончание таблицы 4

Компоненты	Топливный вариант с глубокой переработкой	Млн тонн/год
изогексан	0,61	0,039
легкий бензин гидрокрекинга	0,50	0,032
газовый бензин	0,07	0,004
бензин коксования	1,64	0,104
бензин с гидрокрекинга остатка	0,70	0,045
бутан	0,78	0,050
Керосин гидроочищенный	8,65	0,549
Реактивное топливо	4,03	0,256
Дизельное топливо летнее	23,17	1,471
В т.ч.:		
гидроочищенное топливо	11,80	0,749
легкий газойль гидрокрекинга	8,87	0,563
промежуточная фракция депарафинизации	1,07	0,068
ДТ гидрокрекинга остатка	1,43	0,091
Дизельное топливо зимнее	9,47	0,602
Ароматические углеводороды	0,69	0,044
В т.ч.:		
бензол	0,31	0,019
толуол	0,31	0,020
сольвент	0,08	0,005
Сжиженные газы	1,99	0,126
В т.ч.:		
пропан	0,85	0,054
изобутан	0,63	0,040
н-бутан	0,51	0,032
Жидкий парафин	1,32	0,084
Кокс нефтяной	3,02	0,192
Битумы дорожные и строительные	8,42	0,535
Котельное топливо	10,24	0,650
В т.ч.:		
тяжелый газойль коксования	3,07	0,195
фракция выше 350 °С гидрокрекинга	1,52	0,097
отгоны производства битумов	0,11	0,007
вакуумный газойль с гидрокрекинга остатка	1,93	0,122
остаток с гидрокрекинга	3,60	0,229
Сера элементная	0,81	0,052
Топливный газ	3,07	0,195
Диоксид углерода	3,62	0,230
Отходы (кокс выжигаемый, газы окисления)	0,14	0,009
Потери безвозвратные	2,31	0,147
Всего	103,03	6,541
Погрешность	0,3	0,3

2.6 Описание технологического процесса замедленного коксования

2.6.1 Характеристика сырья коксования

Коксованию подвергаются высокомолекулярные нефтяные остатки: гудроны, крекинг-остатки термического крекинга, асфальты и экстракты с установок масляного производства, смолы пиролиза. Основными показателями качества сырья являются коксуемость, содержание серы и золы, вязкость.

По содержанию серы коксы делят на малосернистые (до 1 %), среднесернистые (до 1,5 %), сернистые (до 4 %) и высокосернистые (выше 4,0 %); по гранулометрическому составу — на кусковой (размером кусков свыше 25 мм), «орешек» (8-25 мм) и мелочь (менее 8 мм); по содержанию золы — на малозольные (до 0,5 %), средnezольные (0,5-0,8 %) и высокозольные (более 0,8 %).

Основные потребители нефтяного кокса нуждаются, прежде всего, в малосернистом коксе, поэтому на коксование следует направлять остатки, содержащие не более 0,5—0,8% серы. В коксе содержится, как правило, в 1,5 раза больше серы, чем в сырье.

Остатки, являющиеся сырьем коксования, состоят из высокомолекулярных углеводородов, смолисто-асфальтовых веществ, карбенов и карбонидов. Соотношение между составляющими сырья зависит от происхождения нефти, температуры и продолжительности процесса, при котором был получен остаток. Коксуемость и, следовательно, выход кокса при коксовании тем выше, чем больше в сырье смолисто-асфальтовых веществ. Как, правило, коксуемость крекинг-остатка выше, чем гудрона. Экономически целесообразно, чтобы коксуемость сырья была не менее 10%. Однако если в сырье слишком много смолисто-асфальтовых веществ и коксуемость превышает 20%, то это приводит к быстрому закоксовыванию печей нагрева сырья, а значит и частым остановкам установки [4].

2.6.2 Теоретические основы процесса

Одним из путей переработки тяжелых нефтяных остатков является коксование. Если тяжелые остатки от переработки нефти (гудроны от прямой перегонки, крекинг-остатки от термического крекинга и др.) нагревать при атмосферном или избыточном давлении до 400- 450 °С, то в результате реакций разложения и уплотнения углеводородов получим газ, бензин, керосино-газойлевые фракции и кокс. Коксование проводят или с целью получения нефтяного электродного кокса, необходимого для цветной и черной металлургии, или с целью получения жидких дистиллятов (бензин, керосино-газойлевые фракции).

В процессе коксования тяжелых нефтяных остатков происходят те же реакции распада и синтеза, что и в условиях термического крекинга под давлением, т. е. образуются, с одной стороны, продукты более легкие, чем исходное сырье – газ, бензин, керосиногазойлевые фракции, и с другой стороны, более

тяжелые – кокс, но все эти реакции проходят глубже и полнее. В тех случаях, когда целевым продуктом коксования является кокс, основными реакциями являются реакции уплотнения, приводящие к образованию карбоидов (кокса); когда же целевым продуктом являются жидкие дистилляты, основными будут реакции распада; реакции уплотнения (синтеза) в этом случае являются второстепенными, побочными.

Нефтяной кокс представляет собой твердый пористый продукт черного цвета с металлическим блеском. Элементный состав кокса: 90-97% углерода, 1,5-8% водорода, остальное – азот, кислород, сера и металлы. Основную массу нефтяного кокса (90%) составляют карбоиды – продукты глубокого уплотнения нефтяных углеводородов, образующиеся в результате действия на эти углеводороды высокой температуры. Карбоиды – сложные соединения, богатые углеродом и очень бедные водородом, – характеризуются полной нерастворимостью в бензоле.

Чтобы был понятен химизм и механизм процесса образования кокса из нефтяного сырья, рассмотрим вначале действие высокой температуры на отдельные классы углеводородов (парафиновых, нафтеновых, ароматических, непредельных), входящих в состав нефти и нефтепродуктов [5].

2.6.3 Основные химические реакции

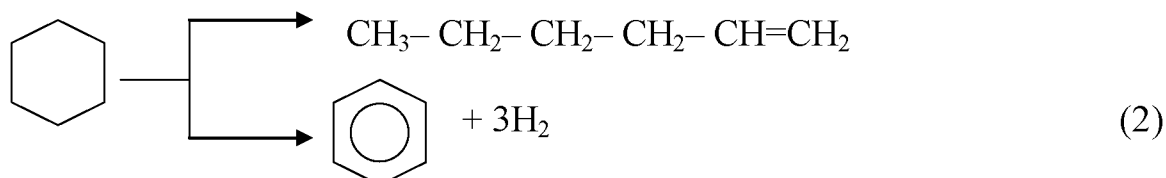
Углеводороды различных классов, входящие в состав нефти и нефтепродуктов, в условиях высоких температур претерпевают различные превращения. Наиболее склонны к реакциям уплотнения и образованию кокса ароматические углеводороды. Предельные углеводороды способны только к реакциям распада. Нафтены занимают промежуточное положение. Непредельные углеводороды играют значительную роль в процессах коксообразования, особенно когда они вступают в реакции соединения с ароматическими углеводородами.

Предельные углеводороды (алканы). Молекулы предельных, или парафиновых углеводородов (алканов) при высоких температурах разрываются по месту углеродной связи С—С на две части. При 400-500 °С, этот разрыв происходит в середине или вблизи середины молекулы. При этом образуются две новые молекулы: одна — молекула предельного углеводорода, другая — непредельного. Новые предельные углеводороды, образовавшиеся в результате термического распада, могут, в свою очередь, распадаться на более простые молекулы и т. д. Предельные углеводороды не вступают в реакции уплотнения, а следовательно, не могут образовывать кокса.



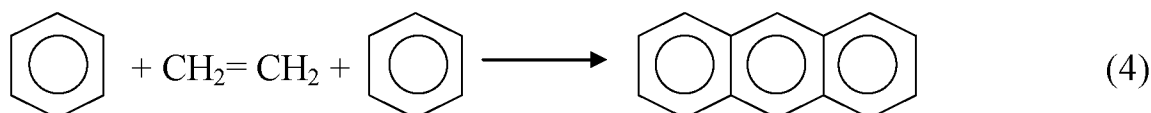
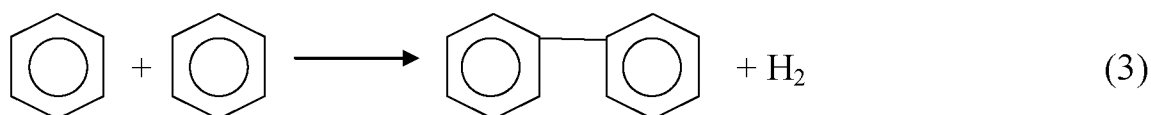
Образование карбоидов происходит в результате вторичных реакций, в которые вступают непредельные углеводороды, получившиеся при распаде предельных углеводородов.

Нафтеновые углеводороды мало способны к реакциям уплотнения, а следовательно, и не образуют кокса. При высоких температурах нафтены распадаются с разрушением кольца и с образованием непредельных углеводородов. Наряду с реакцией распада нафтены претерпевают реакции дегидрогенизации (отщепление водорода) и превращаются в ароматические углеводороды.



Непредельные углеводороды являются весьма реакционноспособными, что обусловлено наличием в их молекулах двойной связи. Вследствие этого непредельные углеводороды при высоких температурах испытывают разнообразные превращения. В условиях процесса коксования непредельных преобладают реакции распада, а также реакции циклизации, т. е. превращения в нафтены. Кроме указанных реакций, непредельные углеводороды склонны вступать в реакции уплотнения с ароматическими углеводородами.

Ароматические углеводороды в условиях высоких температур весьма устойчивы и не распадаются. Для ароматических углеводородов характерны реакции конденсации и уплотнения: молекулы соединяются друг с другом или с молекулами непредельных углеводородов в более крупные молекулы, образующие тяжелые продукты уплотнения.



Среди продуктов уплотнения, образующихся при процессах термической переработки сырья, различают нефтяные смолы и асфальтены. Химический состав их мало изучен. Известно, что они представляют собой смесь углеводородов высокого молекулярного веса, бедных водородом и имеющих полициклическое (многоядерное) строение.

Смолы представляют собой очень вязкие тягучие жидкости темно-красного или черного цвета плотностью около единицы и выше. Они растворимы в бензине и бензоле. В состав смол входят и высокомолекулярные непредельные углеводороды, что обуславливает их химическую активность и неустойчивость. При нагревании смолы переходят в асфальтены.

Асфальтены — это твердые хрупкие вещества черного цвета. Они состоят из еще более уплотненных углеводородов, чем смолы, и еще более, чем они,

бедны водородом. При нагревании асфальтены не плавятся, а разлагаются на газы и кокс. В отличие от смол асфальтены не растворяются в бензине, но набухают и растворяются в бензоле.

Карбоиды представляют собой конечный продукт уплотнения углеводородов. Они подобно смолам и асфальтенам представляют собой сложную смесь высокомолекулярных углеводородов полициклического строения, но еще большего молекулярного веса и еще более бедных водородом. Карбоиды — твердые вещества черного цвета. В отличие от асфальтенов они не растворимы не только в бензине и спирте, но и в бензоле. Нефтяной кокс на 90% состоит из карбоидов. Схематично процесс коксования представлен на рисунке 2.

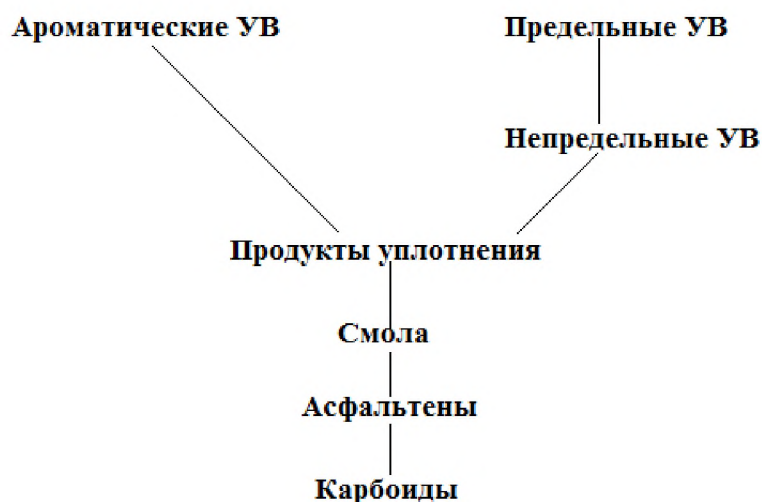


Рисунок 2.2 – Схема процесса коксования

Процесс коксования можно разделить на три этапа. На первом этапе протекают в основном реакции разложения. При этом образуется большое количество дистиллятных фракций. На этом этапе становится больше непредельных углеводородов в газах коксования.

На втором этапе газообразование такое же, как и на первом, содержание непредельных углеводородов резко снижается. На данном этапе интенсивно протекают реакции циклизации и полимеризации, а реакции уплотнения проходят незначительно.

В третьем этапе основными реакциями являются реакции поликонденсации и уплотнения. Реакции распада на третьем этапе коксования проходят еще достаточно интенсивно, но к концу его замедляются. Дистиллята выделяется несколько меньше, чем в предыдущем этапе, но газа образуется примерно в 10 раз больше, чем за два первых этапа. Данный этап завершается превращением жидкого остатка в твердый углеродистый остаток – кокс [5].

2.6.4 Характеристика процесса

Сырье замедленного коксования нагревается в трубчатой печи до 500⁰С и направляется в полый необогреваемый вертикальный цилиндрический аппарат — коксовую камеру (реактор). В камере сырье находится длительное время и за счет аккумулированного им тепла коксуется. С верха работающей камеры удаляются потоки легких дистиллятов. После заполнения реактора коксом на 70—90% поток сырья переключается на другую камеру, а из отключенной камеры выгружается кокс. Процесс замедленного коксования является непрерывным по подаче сырья на коксование и по выходу газообразных и дистиллятных продуктов, но периодическим по выгрузке кокса из камер. Установки замедленного коксования включают в себя следующие 2 отделения: нагревательно-реакционно-фракционирующее, где осуществляется собственно технологический процесс коксования сырья и фракционирование его продуктов; отделение по механической обработке кокса, где осуществляется его выгрузка, сортировка и транспортировка.

По технологическому оформлению УЗК работают по следующей типовой схеме: первичное сырье → нагрев в конвекционной секции печи → нагрев в нижней секции ректификационной колонны теплом продуктов коксования → нагрев вторичного сырья в радиантной секции печи → коксовые камеры → фракционирование.

2.6.5 Влияние основных технологических параметров

2.6.5.1 Температура коксования

С позиций получения кокса с лучшей упорядоченностью структуры коксование сырья целесообразно проводить при оптимальной температуре. При пониженных температурах ввиду малой скорости реакций деструкции в продуктах термоллиза будут преобладать нафтено-ароматические структуры с короткими алкильными цепями, которые будут препятствовать дальнейшим реакциям уплотнения и формированию мезофазы. При температурах выше оптимальной скорости реакций деструкции и поликонденсации резко возрастают. Вследствие мгновенного образования большого числа центров кристаллизации коксующийся слой быстро теряет пластичность, в результате чего образуется дисперсная система с преобладанием мелких кристаллов. Возникающие при этом сшивки и связи между соседними кристаллами затрудняют перемещение и рост ароматических структур. Более упорядоченная структура кокса получается при средних (оптимальных) температурах коксования (~ 480 °С), когда скорости реакций деструкции и уплотнения соизмеримы с кинетикой роста мезофазы. Коксующий слой при этом более длительное время остается пластичным, что способствует формированию крупных сфер мезофазы и более совершенных кристаллитов кокса.

При увеличении температур потоков на выходе из печи снижается выход кокса. Температура коксования определяет содержание летучих веществ в сыром коксе. Высокая температура коксования приводит к снижению содержания летучих веществ и повышению прочности коксового пирога. Твердый кокс плохо разрушается при резке водой, что может привести к серьезным проблемам при выгрузке кокса из колонны. Высокая температура также повышает риск образования кокса в трубах печи и сокращает срок службы. Тем не менее, для кокса из легкого сырья достижение приемлемого уровня летучих (не более 10 %) требуется повышение температуры коксования на 5-10 °С по сравнению с тяжелым сырьем. При низкой температуре коксования повышается уровень летучих соединений и увеличивается размольность кокса. При прокаливании такого кокса получается кокс с высокой пористостью и низкой насыпной плотностью. Снижение твердости кокса приводит к уменьшению среднего размера зерна и увеличению содержания мелких фракций (менее 25 мм).

Для определенных видов сырья показатель содержания летучих горючих компонентов в получаемом нефтяном коксе, как правило, превышает норму. Если содержание летучих горючих компонентов стабильно превышает необходимое значение – порядка 10 % масс., то может оказаться целесообразным увеличить температуру на выходе печи, в последние два часа заполнения коксовой камеры, примерно на 1÷2°С. Повышенная температура будет компенсировать меньшее время пребывания кокса, образующегося в верхней секции камеры.

2.6.5.2 Давление в камере коксования

При увеличении давления растет выход кокса и газов, но суммарный выход жидких продуктов коксования уменьшается. Это обусловлено увеличением степени пиролиза высококипящих фракций, которые превращаются в легкие продукты и кокс. Качество кокса с ростом давления улучшается: снижается содержание асфальтенов и металлических примесей.

Большинство УЗК предназначены для получения максимального выхода жидких продуктов и, соответственно, проектированы на минимально возможное давление.

2.6.5.3 Коэффициент рециркуляции

Коэффициент рециркуляции – это отношение суммарного объема продуктов, идущих на коксование (свежее сырье + рециркуляция), к объему свежего сырья, поступающего со ступеней переработки нефти. Повышение коэффициента рециркуляции вызывает увеличение выхода кокса. Увеличение коэффициента рециркуляции приводит к снижению содержания в коксе ванадия и никеля, увеличивает анизотропию кокса и уменьшает его прочность.

2.6.5.4 Время коксования

Обычно время коксования занимает от 12 до 24 ч. Длительность коксования определяется общей производительностью НПЗ. Сокращение времени коксования по требованию к увеличению содержания летучих веществ в сыром коксе, снижению плотности и увеличению пористости прокаленного кокса. Особенно это сказывается на качестве кокса, который расположен в верхнем слое реактора. Поскольку увеличение температуры коксования способствует уменьшению содержания летучих веществ, то сокращение времени может быть компенсировано увеличением температуры.

2.6.6 Технологическая схема

Сырье коксования подается насосом через конвекционную камеру печи, где оно нагревается до 350-380 °С, в ректификационную колонну на верхнюю каскадную тарелку. Под нижнюю каскадную тарелку колонны подаются горячие пары продуктов коксования из реакционной камеры. За счет контакта паров, имеющих температуру около 430 °С, с менее нагретым сырьем последнее подогрывается. При этом тяжелые фракции паров конденсируются и смешиваются с сырьем. Сконденсировавшиеся продукты коксования служат рециркулятом. Обычно смесь сырья и рециркулята называют вторичным сырьем.

Вторичное сырье уходит с низа ректификационной колонны в радиантную камеру трубчатой печи. В печи сырье подогрывается до температуры начала коксования (500—510 °С) и поступает через нижний загрузочный штуцер в реакционную камеру. Во избежание закоксовывания труб печи подают в трубы подают водяной пар (турбулизатор).

На установке имеются две камеры, работающие независимо друг от друга. Сырье из печи подается в одну работающую камеру; другая камера подготавливают к рабочему периоду цикла. В камере сырье подвергается крекингу.

Из камеры продукты реакции (газ, водяной пар и пары дистиллятов) направляются в ректификационную колонну. Нижняя часть колонны снабжена каскадными тарелками, верхняя – ректификационными. В верхней части колонны происходит разделение продуктов реакции на фракции. С верха колонны уходят пары бензина и воды, а также газ коксования. Эти продукты уходят в конденсатор-холодильник. Конденсат из холодильника подается в водогазоотделитель, где происходит отделение газа от бензина и бензина от воды. Вода сбрасывается в емкость и затем используется для получения пара в специальном змеевике печи. Избыток воды переливается в канализацию. Газ отправляется на компрессию и после отделения от него конденсата поступает в топливную сеть завода. Часть нестабильного бензина насосом нагнетается на верхнюю тарелку колонны фракционирования для орошения, а балансовое его количество отправляют на стабилизацию.

С тарелок отбираются боковые погоны: легкий и тяжелый газойли. В отпарных колоннах из боковых погонов удаляются легкие фракции. Затем фрак-

ции с низа секций отпарных колонн через теплообменники и холодильники отводятся с установки.

Когда камера заполняется коксом примерно на 80%, поток сырья с помощью специального крана переключают на другую камеру. В отключенной реакционной камере коксообразование из-за понижения температуры замедляется. После отключения камеры, заполненной коксом, ее продувают водяным паром для удаления жидких продуктов и нефтяных паров. Удаляемые продукты поступают сначала в ректификационную колонну. После того, как температура кокса понизится до 400-405°C, поток паров отключается от колонны и направляется в приемник. Водяным паром кокс охлаждается до 200 °С, после чего в камеру начинают подавать воду. Вода подается до тех пор, пока вновь подаваемые порции воды не перестанут испаряться. Сигналом о прекращении испарения служит появление воды в сливной трубе приемника [6].

Закончив охлаждение, приступают к выгрузке кокса из камеры. Для очистки камер применяется гидравлический метод. Пласты кокса разрушаются струей воды, имеющей давление 15 МПа. Над каждой камерой установлены буровые вышки высотой 40 м, предназначенные для подвешивания бурового оборудования. На вышке закрепляется гидродолото, с помощью которого в слое кокса пробуривается центральное отверстие. После пробуривания отверстия гидродолото снимают и заменяют гидрорезаком. Гидрорезак снабжен соплами, из которых подаются сильные струи воды, направляемые к стенкам камеры. Гидрорезак перемещается по камере, полностью удаляя со стенок кокс.

Удаленные из камеры кокс и вода через разгрузочный люк попадают в дробилку, где кокс дробится на куски размером не более 250 мм. Раздробленный кокс поступает на скребковый конвейер, снабженный обезвоживающими днищами. Через днища вода удаляется, а кокс элеватором подается в грохот, где сортируется на три фракции: выше 25 мм, 25-6 мм, 6-0 мм.

Коксовую камеру, из которой выгружен кокс, опрессовывают и прогревают острым водяным паром. Подаваемый в камеру пар вытесняет находящийся в ней воздух. Затем в течение некоторого времени через камеру пропускают горячие пары продуктов коксования из работающей камеры. Пройдя через подготавливаемую камеру, эти пары поступают затем в ректификационную колонну. Когда подготавливаемая камера прогреется до 360 °С, заканчивается образование кокса в работающей камере. В этот момент камеры переключают. Цикл работы коксовых камер приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Цикл работы коксовых камер

Стадия	Продолжительность, часы
Заполнение камеры сырьем и коксование	24,0
Отключение камеры	0,5
Пропаривание	2,5
Охлаждение водой кокса и слив воды	4,0
Гидравлическая выгрузка кокса	5,0
Закрытие люков и испытание паром	2,0
Разогрев камеры парами нефтепродуктов	7,0

Окончание таблицы 5

Стадия	Продолжительность, часы
Резервное время	3,0
Итого:	48,0

Технологический режим установки замедленного коксования приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Технологический режим установки

Показатель	Значение
Температура входа сырья в камеры, °С	490-510
Температура выхода паров из камеры, °С	440-460
Давление в коксовой камере, МПа	0,18-0,4
Коэффициент рециркуляции	1,2-1,6

2.6.7 Характеристика продуктов коксования и их применение

Газы коксования используют в качестве технологического топлива или направляют на ГФУ для извлечения пропан-бутановой фракции – ценного сырья для нефтехимического синтеза.

Получающиеся в процессе коксования бензиновые фракции (5-16 % мас.) характеризуются невысокими ОЧ (≈ 60 по ММ) и низкой химической стабильностью, повышенным содержанием серы (до 0,5 % мас.), и требуется их дополнительное гидрогенизационное и каталитическое облагораживание.

Легкий газойль используется как компонент газотурбинного топлива и дизельного топлива после гидроочистки либо в качестве сырья для каталитического крекинга и гидрокрекинга.

Тяжелый газойль (фракция выше 450°С) используется как компонент котельного топлива.

Нефтяной кокс широко применяется в различных отраслях народного хозяйства. Наиболее массовыми потребителями нефтяного кокса в мире и в нашей стране являются производства анодной массы и обожженных анодов для алюминиевой промышленности и графитированных электродов для электросталеплавления. Широкое применение находит нефтяной кокс при изготовлении конструкционных материалов, в производстве цветных металлов, кремния, абразивных (карбидных) материалов, в химической и электротехнической промышленности, космонавтике, ядерной энергетике и др.

2.7 Выбор основного оборудования

Основным реакционным аппаратом на установке замедленного коксования является реакционная (коксовая) камера, представляющая собой пустотелый аппарат диаметром 3,0-7,0 м и высотой 22-30 м с полушаровым и коническим днищами. Вверху камера снабжена горловиной для ввода гидрорезака. К обечайке этой горловины приварены штуцеры для вывода нефтяных па-

ров в ректификационную колонну при коксовании и подачи этих паров из соседней камеры при разогреве. Внизу имеется люк для выгрузки кокса. В верхней части корпуса установлены четыре штуцера для форсунок для разбрызгивания антипенной присадки, предотвращающей образование и выброс пены. Корпус и днища камер изготавливаются из биметалла (углеродистая сталь + сталь с содержанием 11—13% хрома): 12ХМ + 08Х13 или 16ГС + 08Х13. Камера установлена на постаменте высотой 20 м. На этом же постаменте смонтированы металлоконструкции с оборудованием для гидравлического разрушения и выгрузки кокса. Это оборудование включает системы вращения и вертикального перемещения гидроинструмента. Число и размер камер зависят от производительности установок по сырью, его качества и давления в камерах. Повышение давления способствует увеличению выхода кокса и газа, позволяет повысить скорость подачи жидкого сырья в камеру.

Ректификационная колонна предназначена для разделения продуктов коксования, поступающих из коксовых камер, на отдельные фракции: газ, бензин, легкий и тяжелый газойли. Она представляет собой сварной цилиндрический аппарат переменного сечения с коническим переходом. Диаметр корпуса в нижней части составляет 4500 мм, а в верхней – 2600 мм. Широкая часть корпуса биметаллическая (сталь 16ГС и 08Х13), переходная и узкая части – стали 16ГС. Нижняя часть колонны снабжена каскадными тарелками, верхняя – ректификационными. В верхней части колонны происходит разделение продуктов реакции на фракции. Нижняя часть колонны представляет собой конденсатор смешения, в котором происходит теплообмен и массообмен между нагретым сырьем, поступающим из печей, и парами продукта из коксовых камер. Такое решение позволяет утилизировать теплоту продуктов реакции, поскольку на горячих потоках, идущих из камер, нельзя ставить теплообменники.

На действующих установках замедленного коксования применяют радиантно-конвекционные трубчатые печи. Камера конвекции расположена над камерой радиации. На установках замедленного коксования применяют печи с двухпоточной конвекционной камерой, разделенной поперечной металлической перегородкой.

Технология процесса замедленного коксования выбрана с учетом использования высокоэффективного оборудования, малоотходных и энергосберегающих технологий, а также технологий, гарантирующих минимальные воздействия на окружающую среду:

- применена печь, обеспечивающая коэффициент полезного действия – 0,9, за счет использования тепла отходящих дымовых газов для перегрева водяного пара и подогрева воздуха, поступающего на горение;
- конденсация и охлаждение продуктов осуществляется в аппаратах воздушного охлаждения;
- применены теплообменники спиральные и пластинчатые типа "Компаблок", обладающие повышенным коэффициентом теплопередачи;

Источником электроснабжения является Тамбовская ТЭЦ, а также ТЭС, проектируемая в составе НПЗ. Источником водоснабжения служит вода реки Цны.

В Тамбове развита химическая промышленность – предприятие ОАО «Пигмент», куда можно поставлять нефтепродукты с проектируемого НПЗ для производства органических пигментов и красителей, синтетических смол, добавок в бензины, готовых лакокрасочных материалов и др.

В 460 км от Тамбова находится город Москва, которая является не только крупным центром потребления нефтепродуктов, но и поставщиком квалифицированных кадров для работы на НПЗ, т.к. в Москве расположен РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина.

3.2 Объемно-планировочные решения зданий и сооружений

Объемно-планировочные решения зданий и сооружений должны обеспечивать возможность реконструкции и технического перевооружения производства, изменения технологических процессов и перехода на новые виды продукции.

В настоящее время широко применяются такие прогрессивные проектные решения, как блокировка зданий и сооружений различного назначения; применение универсальных типов зданий, использование эффективных строительных конструкций и материалов.

Объемно-планировочное решение любого промышленного здания зависит, прежде всего, от характера располагаемого в нем технологического оборудования.

Для размещения оборудования проектируем одноэтажные здания. В одноэтажных зданиях возможно более свободное размещение технологического оборудования и перемещение его при модернизации технологического процесса.

Большое значение при проектировании имеет выбор конструктивной схемы здания. Как показывает практика, для одноэтажных промышленных зданий более целесообразна каркасная схема, при которой все нагрузки, возникающие в здании, воспринимает его несущий остов (каркас), образуемый вертикальными элементами (колоннами), на которые опираются конструкции покрытия и перекрытия. Жесткость каркаса в продольном направлении обеспечивается заделкой колонн в фундаменты.

Здания в плане спроектированы прямоугольной формы, с пролетами одинаковой ширины 6 м и одного направления, с одинаковым шагом колонн 6 м., без перепада высот [10].

3.3 Конструктивные решения зданий и сооружений

Все здания и сооружения независимо от материалов, из которых они выполнены, их назначения и внешнего вида состоят из конструктивных элемен-

тов, выполняющих определенные функции. К основным конструктивным элементам относятся: несущие, воспринимающие на себя основные нагрузки, возникающие в самом здании или сооружении, и внешние нагрузки (ветровая и снеговая нагрузки, сейсмические нагрузки), ограждающие, отделяющие одно помещение внутри здания или сооружения от другого, защищающие их от атмосферных воздействий и обеспечивающие в них необходимые температурные и звукоизоляционные условия, а также конструкции, совмещающие несущие и ограждающие функции. Основными элементами здания или сооружения являются: фундаменты, стены, отдельные опоры, перекрытия, крыша, перегородки, лестницы, окна и двери.

При выборе строительного материала для конструкций здания руководствуются требованиями прочности, долговечности, удобства возведения, стойкости к воздействиям атмосферной среды, эксплуатационным воздействиям, огнестойкости. Основным материалом несущих конструкций промышленных зданий – железобетон. Железобетонные конструкции менее капиталоемкие, чем металлические. В условиях эксплуатации железобетонные конструкции также имеют преимущества перед металлическими, поскольку железобетон более устойчив к коррозии, хорошо сопротивляется действию огня при пожаре.

При проектировании производственных зданий следует обращать внимание на огнестойкость строительных конструкций. Здания и помещения взрывоопасных производств необходимо проектировать с применением легко сбрасываемых наружных ограждающих конструкций.

Фундамент здания принимаем в зависимости от характера действующих на фундамент усилий, несущей способности и глубины промерзания грунтов. Глубина промерзания грунта в Тамбовской области 1,6 м, исходя из этого, принимаем глубину заложения фундамента 2 м, глубину забивки свай 6 м.

Стены зданий выполнены из железобетонных панелей 6000x1200x300 мм. Такие стены обладают высокой индустриальностью, улучшают качество и снижают вес здания.

Для защиты внутренних поверхностей конструкций от действия токсичных агрессивных веществ необходимо применять керамические плитки, кислотоупорные штукатурки, масляные краски и тому подобные покрытия, легко поддающиеся чистке.

В помещениях, в которых работают с агрессивными и ядовитыми веществами (кислотами, щелочами), полы выполняют из химически стойких материалов, не способных сорбировать агрессивные вещества.

В производственном помещении предусматривают для проветривания открывающиеся створки (фрамуги) оконных переплетов или световых фонарей.

Ограждающие конструкции рассчитывают при проектировании на звукоизолирующую способность.

При проектировании нефтехимических предприятий с учетом группы производственных процессов предусматривают санитарно-бытовые помещения. Помещения для отдыха предусматривают из расчета 0,2 м² на одного работающего, но не менее 10 м². В состав санитарно-бытовых помещений входят

гардеробные, душевые, умывальные, уборные, курительные, помещения для обработки, хранения и выдачи спецодежды, а также устройства питьевого водоснабжения.

Стены и перегородки гардеробных спецодежды, душевых, преддушевых, умывальных, уборных, помещений для сушки, обезвреживания спецодежды выполнены на высоту 2 м из материалов, допускающих их мытье горячей водой с примесями моющих средств. Стены и перегородки помещений выше отметки 2 м, а также потолки имеют водостойкое покрытие.

Бытовые помещения изолируют от производственных, особенно пожаро-, взрыво- и газоопасных.

Перегородки выполняются также из панелей, а нестандартные перегородки – кирпичные.

Покрытие зданий предназначено для защиты помещений от атмосферных воздействий. Покрытие состоит из несущей и ограждающей частей. В качестве покрытий применяются железобетонные панели. На плиты покрытия укладывается неветилируемая кровля, включающая в себя послойно снизу вверх:

- пароизоляцию;
- полужесткие минерало-ватные плиты;
- стяжку из цементного раствора;
- три слоя рубероида на битумной мастике;
- гравий, втопленный в мастику.

Лестницы – металлические для подъема на покрытие. Для его эксплуатации и в случае возгорания.

Двери распашные, одно и двупольные, деревянные, размером по ширине 1500х2000 мм.

Ворота раздвижные деревометаллические, с калиткой для прохода людей. Размеры ворот 3600х3600 мм.

Полы имеют покрытия из мозаичной плитки на цементном растворе, который является стяжкой. Покрытие укладывается по бетонному основанию. Бетон – на уплотненный грунт.

В помещениях насосной и компрессорной устанавливаются деревянные окна размером 1461х1764 мм.

Одним из важнейших аспектов проектирования производственных зданий – организация грузовых и людских потоков. Работающим на предприятии должна быть обеспечена возможность перемещаться в здании по кратчайшим, удобным и безопасным путям.

Проектом предусмотрен один эвакуационный выход (дверь) из одноэтажного здания т.к. численность работающих во всех помещениях здания не превышает 50 человек. Ширина эвакуационного выхода из помещения установлена, в зависимости от числа эвакуируемых через выход, из расчета на 1 м ширины выхода (двери) в зданиях степени огнестойкости: I, II – не более 165 человек. Расстояние от любой точки помещения до ближайшего эвакуационного выхода из этого помещения в зданиях степеней огнестойкости I, II – 25 м. Ко-

ридоры разделены противопожарными перегородками 2-го типа на отсеки протяженностью 60 м [10].

3.4 Размещение оборудования

Оборудование установки коксования размещено на открытой промплощадке.

Все технологическое оборудование на установке (коксовые камеры, печи коксования, и т.д.) расположено на железобетонном фундаменте с учетом обвязки трубопроводами.

Камера коксования установлена на постаменте высотой 20 м. На этом же постаменте смонтированы металлоконструкции с оборудованием для гидравлического разрушения и выгрузки кокса.

Компоновку технологического оборудования выполняем исходя из следующих условий:

- ширина основных проходов по фронту обслуживания предусматривается 2 м;
- рабочие проходы по фронту обслуживания машин и аппаратов, имеющих ручное управление, шириной не менее 1,5 м;
- возможность проезда транспорта для ремонта оборудования;
- металлические лестницы к площадкам по высоте колонн и реакторов выполнены шириной 0,9 м.
- проходы между аппаратами, а также между аппаратами и стенами помещения не менее 1 м;
- проходы у оконных проемов, доступных с уровня пола или площадки не менее 1 м.

Минимальные расстояния для проходов определены между наиболее выступающими деталями оборудования, а также с учётом устройства для него фундаментов, изоляции, ограждения.

4 Генеральный план и транспорт

4.1. Характеристика района и промплощадки предприятия

При разработке генерального плана учитываются следующие основные требования:

- объединение отдельных производств и вспомогательных служб с учетом их технологической связи, взрыво- и пожароопасности производств и характера выделяемых ими вредностей;
- определение безопасных разрывов на основе санитарной классификации и категории производства по взрывной и пожарной опасности с учетом возможного изменения технологии и реконструкции отдельных цехов и установок;

– локализации неблагоприятных производственных факторов, для предупреждения распространения шума, вредных и опасных пыле- паро- и газовых выделений при авариях, а также огня при пожаре и ограничения разрушающего действия воздушной ударной волны при взрывах.

– обеспечение естественного проветривания территории и исключение застойных зон и скопления в них вредных и опасных выделений с учетом рельефа местности, направлении и скорости ветра [11].

Проектируемый нефтеперерабатывающий завод с глубокой переработкой нефти по топливному варианту планируется разместить на площадке вблизи города Тамбов Тамбовской области.

Климат в Тамбове умеренно-континентальный. Теплый период продолжается 154 дня. Количество осадков от 350 до 750 миллиметров в год, большая часть осадков выпадает в теплое время года до 300 миллиметров. В июле температура держится в среднем 20 градусов Цельсия, в январе в среднем 10 градусов ниже нуля.

Так как Тамбов находится в зоне умеренно-континентального климата, времена года в нём ярко выражены. Зима по настоящему приходит в первой декаде декабря. Весна наступает в марте. Начинается активное таяние снега. Снег, практически весь, исчезает в начале апреля. Лето укладывается в три летних месяца. И погода в это время бывает устойчиво теплая, а в июле жаркая. Осень приходится на сентябрь – ноябрь, причем в октябре часто бывает дождливо. Глубина промерзания грунта: 1,6 м. Среднегодовая температура +6,1С°. Среднегодовая скорость ветра – 3,2 м/с. Среднегодовая влажность воздуха – 75%. Абсолютный минимум –38 С° (январь). Абсолютный максимум +42 С°.

Здания размещены таким образом, чтобы вредные вещества, выделяемые в процессе производства, не оказывали отрицательного воздействия на рабочих. Направление преобладающих ветров принимаем по розе ветров, которая представляет собой схему распределения ветров по направлению и повторяемости. Роза ветров Тамбова преимущественно южная и юго-западная, редко бывает северо-западный ветер. Повторяемость направлений ветра в течение года приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Повторяемость различных направлений ветра, %

Направление	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
С	10	13	11	13	18	18	22	20	16	12	10	10	14
СВ	5	6	8	9	10	9	10	10	7	7	6	5	8
В	4	8	9	11	8	8	7	6	6	4	6	6	7
ЮВ	11	14	14	14	11	10	8	8	11	11	14	15	12
Ю	24	23	22	20	17	15	13	15	18	24	24	24	20
ЮЗ	19	14	15	12	12	12	11	11	14	16	16	17	14
З	17	13	12	12	13	16	16	17	17	17	16	15	15
СЗ	10	9	9	9	11	12	13	13	11	9	8	8	10
штиль	7	6	7	9	10	12	15	13	12	8	5	7	9

4.2 Размещение установки на генеральном плане

Размещение технологических объектов на генплане идет последовательно - от головного производства (АВТ) к объектам приготовления и отгрузки продукции. Технологические потоки направлены параллельно один другому и перпендикулярно направлению развития предприятия, что позволяет автономно развивать строящиеся и эксплуатируемые комплексы.

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.

На НПЗ выделены следующие зоны: предзаводская, производственная, подсобная, складская, сырьевых и товарных парков.

В предзаводской зоне размещены: заводууправление, пожарная часть, газоспасательная станция.

Производственная зона занимает большую часть общей площади завода. В ней размещено большинство технологических установок предприятия, узел оборотного водоснабжения, компрессорная, факельное хозяйство, лаборатория.

Подсобная зона предназначена для размещения ремонтно-механического цеха и других зданий.

В складской зоне находятся склады оборудования, реагентное хозяйство.

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

Установки размещаем по отношению к жилой застройке с учетом ветров преобладающего направления. Расположение зданий и сооружений способствует эффективному сквозному проветриванию промплощадки. Для исключения или уменьшения заноса вредных и опасных веществ в жилой район ветрами других направлений, отличающихся от преобладающего, между предприятием и городом предусмотрена санитарно-защитная зона не менее 2000 м.

Размещение на генеральном плане технологических установок обеспечивает поточность процесса, сводит к минимуму протяженность технологических коммуникаций.

Установка замедленного коксования относится к наиболее грузоемким установкам и, как правило, сосредоточена в конце технологического потока в непосредственной близости от транспортно-складской зоны [10].

4.3 Присоединение установки к инженерным сетям

По территории НПЗ проложено значительное число трубопроводов и инженерных сетей (сетей водопровода и канализации, кабельных сетей автоматики и КИП). При разработке генерального плана проектом предусмотрено прохождение инженерных сетей по кратчайшему направлению и разделение их по

назначению и способам прокладки. Инженерные сети запроектированы по минимально допустимым расстояниям с учетом условий монтажа и ремонта сетей, требований [12].

Технологические трубопроводы и инженерные сети размещены в полосе, расположенной между внутривозовыми автодорогами и границами установок, а также в коридорах внутри кварталов. При прокладке трубопроводов на эстакадах в целях экономии территории проектируем многоярусные эстакады наземных трубопроводов с учетом возможности их последующего использования. Для прокладки электрических кабелей от источников питания используем самостоятельные кабельные эстакады с мостиками для обслуживания. Если число кабелей не превышает 30, то совмещаем их с эстакадами технологических трубопроводов.

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

4.4 Вертикальная планировка и водоотвод с площадки

Основными критериями рациональности планировки являются: обеспечение удобства технологических связей, улучшение условий строительства и заложения фундаментов.

При проведении вертикальной планировки проектом предусмотрено снятие (в насыпях и выемках), складирование и эффективное временное хранение плодородного слоя почвы, который затем используется по усмотрению органов, предоставляющих в пользование земельные участки.

Резервуарные парки и отдельно стоящие резервуары с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, сжиженными газами и ядовитыми веществами расположены на более низких отметках по отношению к зданиям и сооружениям. В соответствии с требованиями противопожарных норм эти резервуары обнесены земляными валами.

Для отвода поверхностных вод и аварийно разлившихся нефтепродуктов применяется смешанная система открытых ливнеотоков (лотков, кюветов, водоотводных канав) и закрытой промливневой канализации. Закрытая канализация используется на участках повышенной пожарной опасности. Поверхностные воды (дождевые и талые) с территории предприятия направляются в пруды-накопители [12].

4.5 Транспорт

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

Особенностью НПЗ является полное отсутствие внутривозовских железнодорожных перевозок. Железнодорожные пути используются только для отгрузки готовой продукции и приема реагентов, тары и сырья. Поэтому сеть железных дорог на территории предприятия концентрируют, группируя на генеральном плане объекты, которые обслуживаются железной дорогой.

Чтобы создать условия бесперегрузочного выхода на общероссийскую сеть железных дорог, железнодорожные пути НПЗ спроектированы с шириной колеи 1520 мм (нормальная колея).

Внутривозовские автодороги в зависимости от назначения подразделяются на магистральные, межцеховые, производственные, проезды и подъезды. Магистральные дороги обеспечивают проезд всех видов транспортных средств и объединяют в общую систему все внутривозовские дороги.

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

Внутривозовские дороги спроектированы прямолинейными. Проектом предусмотрено расстояние от внутривозовской автодороги до зданий и сооружений не менее 5 м. В пределах обочины внутривозовских автодорог проектом допускается прокладка сетей противопожарного водопровода, связи, сигнализации, наружного освещения и силовых электрокабелей. Ширина магистральных дорог до 6 м, а межцеховых до 4 м.

4.6 Благоустройство и озеленение промышленной площадки

Создание насаждений на фабрично-заводских территориях является одним из основных мероприятий по их благоустройству и, следовательно, по улучшению условий труда рабочих и служащих промышленных предприятий.

По нормам проектирования промышленных предприятий площадь озеленения составляет не менее 15—20 % площади территории предприятия.

Зеленые насаждения на территории НПЗ состоят из деревьев, кустарников высотой 1-1,5 метра, газонов, клумб. Деревья и кустарники высажены в районе заводоуправления, лаборатории, административно-бытовых зданий, транспортного цеха. 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. Пешеходные тротуары размещают не ближе 2 м от бордюра автодороги. Тротуары отделяют от проезжей части полосой зеленых насаждений в виде газонов, кустарниковой изгороди. Ширину тротуара принимают кратной ширине полосы движения равной 0,75 м.

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 Безопасность проекта

5.1.1 Характеристика опасностей проектируемой установки

Установка замедленного коксования по характеру перерабатываемых веществ относится к взрывопожароопасным объектам, т. к. обращающиеся на установке продукты являются легковоспламеняющимися или горючими жидкостями, горючими газами.

Основные опасности на установке связаны с:

- наличием большого количества взрывопожароопасных продуктов;
- наличием нефтепродуктов с содержанием сернистых соединений. Применение сернистых нефтей оказывает сильное коррозионное воздействие на оборудование и увеличивает возможность образования пиррофорных соединений;
- ведением технологического процесса с применением сложного объемного оборудования, работающего в условиях высоких температур (свыше 500°С), давления и вакуума;
- наличием открытого огня на установке для нагрева мазута и гудрона – в составе установок имеются технологические печи, что может привести к взрыву при загазованности воздуха в районе печей. Негерметичность отключающей аппаратуры на линиях подачи газа в печи и несоблюдение правил розжига последних могут привести к взрыву в топочном пространстве печей;
- наличием большого количества электросилового оборудования и освещения;
- возможностью утечек через арматуру, фланцы и неплотности сероводородсодержащего газа, являющегося токсичным веществом 2–го класса опасности;
- наличием большого количества движущихся и вращающихся частей машин, электрооборудования. Возможно нанесение травмы человеку вращающимися частями оборудования, не защищенного ограждением;
- возможностью ожогов персонала при контакте с горячим оборудованием и трубопроводами;

- возможностью теплового воздействия на персонал при пожарах;
- обслуживающий персонал, находящийся на установке, может быть травмирован в случае аварии, сопровождающейся взрывом парогазовоздушных смесей;
- наличием растворов щелочи, ингибитора коррозии, нейтрализатора. Применяемые реагенты токсичны и могут вызвать химические ожоги и отравления при неосторожном обращении и разгерметизации трубопроводов;
- наличием колодцев, где могут образовываться взрывоопасные смеси паров углеводородов с воздухом;
- возможностью затекания взрывоопасных паров и газов в электропомещения и помещения КИП и А;
- наличием технического азота для продувок оборудования, который может вызвать удушье от недостатка кислорода;
- наличием водяного пара высоких параметров;
- нарушениями правил безопасности персоналом установки.

При нарушениях технологического режима, несоблюдении правил промышленной безопасности, а также при авариях возможно:

- возникновение пожара и взрыва при выбросе нефтепродуктов в результате разгерметизации фланцевых соединений, торцевых и сальниковых узлов насосов и запорной арматуры;
- возникновение пожара и взрыва при работе в загазованной зоне искроопасным инструментом;
- отравление работающих сероводородом, углеводородными газами, жидкими углеводородами в случае утечки через неплотности фланцевых соединений оборудования, нарушении правил промышленной безопасности при проведении газоопасных работ;
- термические ожоги водяным паром;
- поражение работающих электрическим током в случае выхода из строя заземления токоведущих частей, пробоя изоляции;
- взрыв, воспламенение паров нефтепродуктов за счет образования статического электричества или нарушения правил перекачки нефтепродуктов.

В аварийных ситуациях, в результате которых возможно возгорание, образование взрывоопасных смесей в помещениях и загазованность территории установки, технологический персонал установки должен руководствоваться планом ликвидации аварийных ситуаций [13].

5.1.2 Мероприятия, обеспечивающие безопасность ведения процесса

С целью обеспечения безопасности при ведении процесса предусматриваются следующие мероприятия:

- технологический процесс ведётся в герметичных аппаратах;
- производственный процесс полностью автоматизирован;
- все аппараты защищены от превышения давления системой предохранительных клапанов со сбросом на факел;

- предусматривается аварийная сигнализация при повышении концентрации взрывоопасных паров и газов на установке;
- трубопроводы и аппаратура, имеющие температуру стенки более 45⁰С, теплоизолированы;
- на жидкостных и газовых линиях установлены обратные клапаны;
- сброс продуктов из аппаратов на факел при аварийных ситуациях возможен по байпасу предохранительных клапанов;
- дренирование продуктов из аппаратов и трубопроводов выполнено в заглубленные герметичные ёмкости, с последующей их переработкой;
- наличие исправной системы заземления технологических аппаратов, колонн, трубопроводов, насосного оборудования и молниезащиты;
- строгое соблюдение норм технологического режима;
- обязательное выполнение обслуживающим персоналом производственных инструкций, правил по производственной безопасности, пожарной и газовой безопасности;
- бесперебойное снабжение установки сырьём, паром, водой, электроэнергией, воздухом КИП и азотом.

5.1.3 Средства защиты работающих

5.1.3.1 Индивидуальные средства защиты работающих

Работающим должны выдаваться спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты. Приобретение средств индивидуальной защиты и обеспечение ими работников в соответствии с требованиями охраны труда производится за счет средств работодателя.

В зависимости от условий работы администрация предприятия устанавливает конкретные виды средств индивидуальной защиты рабочих (очки защитные, респиратор).

Эксплуатационный персонал перед началом работы (смены) должен проверить исправность средств индивидуальной защиты.

Выдаваемые работникам средства индивидуальной защиты должны соответствовать характеру и условиям работы и обеспечивать безопасность труда.

Персонал, обслуживающий опасные производственные объекты, должен быть обеспечен сертифицированными средствами индивидуальной защиты различных частей тела, смывающими и обезвреживающими средствами. Спецодежда, предназначенная для использования на взрывопожароопасных объектах (участках производства), должна быть изготовлена из термостойких и антистатических материалов.

При работе в условиях пылеобразования работники должны работать в противопылевых респираторах, защитных очках и комбинезонах.

Дополнительные средства защиты: очки защитные, перчатки диэлектрические, пояса предохранительные, спасательные веревки, шланговые противогазы с комплектом масок, аварийный запас фильтрующих противогазов, меди-

цинская аптечка являются дежурными и размещаются в операторной, в специальном шкафу [14].

5.1.3.2 Коллективные средства защиты работающих

Для создания нормативных условий труда на установке предусмотрено:

- механизация и комплексная автоматизация технологических процессов с отображением на компьютере всех параметров, характеризующих безопасную работу оборудования;

- система противоаварийной защиты технологического процесса с применением микропроцессорной техники, обеспечивающей безаварийную остановку по специальной программе и последовательное выполнение операций дистанционного отключения при аварийных выбросах;

- приточно-вытяжная вентиляция производственных и вспомогательных помещений с автоматическим поддержанием параметров воздуха в помещениях с установкой шумоглушителей. Для персонала в летний период, в производственных помещениях предусматривается кондиционирование воздуха;

- общее и местное (локальное) освещение производственных помещений, рабочих мест и наружной установки;

- теплоизоляция трубопроводов, аппаратов и арматуры наружной установки, имеющие температуру поверхности более 60 °С;

- снижение уровня шума установкой всех вентиляторов на виброоснования, соединение их с воздуховодами выполнено гибкими вставками;

- защита от проявлений статического электричества, молниезащита зданий и сооружений;

- возможность дистанционного отключения электрооборудования;

- аварийная и пожарная связь и сигнализация;

- оборудование защитными кожухами вращающихся частей насосов и вентиляторов.

Во взрывоопасных зонах установлены сигнализаторы для контроля дозврывоопасных концентраций паров углеводородов с фиксацией аварийной загазованности по месту и в операторной.

Для оперативного управления производством и обменом информацией оператора с обслуживающим персоналом, находящимся на наружной территории установки, предусмотрена телефонная оперативно-технологическая связь, установка громкоговорителей.

Для связи со смежными производствами предусмотрена административно-хозяйственная связь.

5.1.4 Производственная санитария и гигиена труда

Производственная санитария направлена на поддержание нормального самочувствия и работоспособности человека во время работы на производстве.

Производительность и качество труда на производстве во многом зависят

от метеорологических условий рабочей зоны (температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха). В таблице 10 приведены оптимальные метеорологические условия.

Таблица 10 – Оптимальные значения метеорологических условий в рабочих зонах производственных помещений

Характеристика помещений и участков	Категория работы	Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Операторная	Легкая	Холодный	17-24	не более 75	0,2
		Теплый	19-30	60-40	0,1-0,3
Насосные	Средней тяжести	Холодный	13-23	не более 75	0,4
		Теплый	15-29	60-40	0,2-0,5

Освещение в производственных помещениях является одним из важнейших факторов благоприятных условий труда, улучшения качества выполняемой работы и безопасности труда. Для этого используется как естественное, так и искусственное освещение. В производственных помещениях, где в дневное время пребывают люди, следует предусматривать естественное освещение, как наиболее гигиеничное и экономичное.

Кроме всего, обслуживающий персонал должен соблюдать личную гигиену труда; своевременно, не реже 1 раза в сутки производить влажную уборку помещений, в комнате приема пищи - после каждого приема пищи.

Рабочая спецодежда своевременно должна направляться на чистку. Рабочий персонал обеспечен оборудованным бытовым и душевым помещением [15].

5.1.5 Противопожарные мероприятия

Обеспечение пожарной безопасности на комбинированной установке производства нефтяного кокса обеспечивается системой мероприятий, которая включает в себя:

- систему предотвращения пожара (исключение условий образования горючей среды и исключение условий образования в горючей среде источников зажигания);
- систему противопожарной защиты (пути эвакуации людей при пожаре; системы обнаружения и оповещения людей о пожаре; систему противодымной защиты; огнестойкость и пожарная безопасность строительных конструкций и пр.);
- комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

5.1.5.1 Система предотвращения пожара

На территории установки предусмотрены монтажные проезды и площадки с твердым покрытием. Ко всем зданиям и сооружениям предусмотрено устройство подъездов с твердым цементобетонным покрытием от внутривозовских дорог.

Каркасы зданий выполнены из железобетона, несущие наружные стены – из кирпича, ненесущие наружные стены – из сэндвич-панелей с негорючим утеплителем. Части зданий различной функциональной пожарной опасности разделяются между собой противопожарными перегородками.

Металлические конструкции эстажеров на высоту первого яруса, несущие металлические конструкции зданий, несущие металлические конструкции технологических эстакад на высоту нижнего яруса покрываются огнезащитными составами.

Плиты перекрытий зданий и эстажеров – монолитные железобетонные.

Опорные конструкции под отдельно стоящие на нулевой отметке емкостные аппараты и емкости, содержащие ЛВЖ, ГЖ, выполняются в монолитном железобетоне. Юбки колонных аппаратов облицовываются кирпичом и оштукатуриваются.

Защита кабелей, как потенциальных источников возникновения пожара в случае их перегрузки или короткого замыкания, предусматривается автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями.

Технологическое оборудование, применяемое на установке, оснащено системами автоматического контроля, регулирования и защитными блокировками.

Все аппараты и системы технологической установки, работающие под давлением, оборудованы предохранительными клапанами, сброс от которых осуществляется в факельную систему завода с последующим сжиганием на факеле. Сброс кислого сероводородсодержащего газа от предохранительных клапанов осуществляется в отдельный факельный коллектор;

Предусмотрена автоматическая остановка насосов при аварийных уровнях в аппаратах.

Для перекачки ЛВЖ, токсичных продуктов, выбраны насосы с двойными торцевыми уплотнениями, в которых применяется соответствующая уплотняющая жидкость, оборудованы системами контроля, сигнализации и блокирования в системе уплотнения и охлаждения.

Для отключения компрессора и насосов, перекачивающих взрывопожароопасные продукты, предусмотрена возможность автоматического и дистанционного отключения.

Технологическое оборудование, содержащее легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, а также горючие газы, преимущественно располагается на наружных установках, а насосы и компрессоры в здании.

Для групп технологического оборудования, размещаемого на открытой площадке, как на нулевой отметке, так и на эстажерках, предусмотрены по пе-

риметру ограждающие бортики высотой не менее 150 мм для локализации разлившегося, в случае аварии, продукта.

В целях защиты насосов от пролива продуктов с верхних отметок этажей предусмотрены непроницаемые для жидкости перекрытия, огражденные по периметру бортиком высотой не менее 150 мм для сбора, разлившегося, в случае аварии, продукта и оборудованные устройством для отвода разлившейся жидкости [16].

5.1.5.2 Описание систем противопожарной защиты

В соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов на комбинированной установке производства нефтяного кокса предусмотрен системный комплекс активной противопожарной защиты, состоящий из следующих основных компонентов:

- системы обнаружения газовой опасности (СОГО);
- автоматической установки пожарной сигнализации;
- системы оповещения людей о пожаре;
- системы водяного орошения (охлаждения) технологического оборудования;
- установки пенного пожаротушения с возможностью подключения передвижной пожарной техники);
- установок порошкового и газового пожаротушения;
- установки парового пожаротушения и паровых завес.
- противопожарного водопровода.

Система обнаружения газовой опасности (СОГО) предназначена для обнаружения предельно допустимых концентраций взрывоопасных и горючих газов и паров в воздухе помещений и вне помещений в непосредственной близости от технологических установок при аварийной их разгерметизации. Основными элементами системы являются газоанализаторы.

Автоматическая установка пожарной сигнализации предназначена: для обнаружения возгораний в технологических помещениях и на открытых технологических установках; формирования и передачу сигнала о пожаре в систему оповещения людей о пожаре; формирование команды на запуск систем пожаротушения; выдачу управляющих сигналов в распределенную систему управления. Основными элементами системы обнаружения пожара и пожарной сигнализации являются пожарные извещатели.

Система оповещения людей о пожаре предназначена для оповещения людей о факте возникновения пожара и принятия мер к эвакуации из здания (технологической установки), прочим действиям согласно функциональным обязанностям персонала. Основными элементами системы оповещения являются световые и звуковые оповещатели; звуковые оповещатели располагаются над входами в здания и во взрывоопасных зонах, световые оповещатели – по путям эвакуации в зданиях.

Системы водяного орошения (охлаждения) технологического оборудования предназначены для охлаждения технологических колонн от термического воздействия при возникновении пожара в непосредственной близости от них. Кольца орошения расположены по всей высоте колонных аппаратов и оснащены дренажными насадками. Управление системами орошения осуществляется дистанционно из центральной операторной или в ручном режиме по месту. К системам орошения также относятся лафетные стволы и система противопожарных сухотрубов с узлами для подключения передвижной пожарной техники.

Установка объёмного пожаротушения пеной высокой кратности обеспечивает автоматическое пожаротушение помещений насосных легковоспламеняющихся и горючих жидкостей секции вакуумной перегонки мазута и секции замедленного коксования.

Установки порошкового и газового пожаротушения предназначены для тушения пожара посредством подачи в зону горения тушащего вещества.

Установка газового пожаротушения предназначена для тушения пожара в помещении контроллерной в автоматическом и дистанционном режимах, где недопустимо применять огнетушащее вещество на основе воды. Установка состоит из распределенной системы выпуска газа, запорно-пусковых устройств, баллонов с огнетушащим веществом, устройства управления и оповещения.

Установка паровых завес предназначена для изолирования технологических печей от окружающей среды в случае аварии.

Паровая защита печи состоит из следующих систем:

- наружной паровой завесы для предотвращения проникновения к печам или к их отдельным опасным элементам «облака» горючей паровоздушной системы при аварии на установке;

- внутреннего паротушения для локализации и ликвидации пожара в камерах печей при аварии, а также для продувки камер печей от горючих газов и паров перед розжигом и после остановки;

- эвакуации продукта для предотвращения его термического разложения и закоксовывания печных труб при прогаре или аварийном прекращении циркуляции продукта по змеевику;

- наружного паротушения с использованием переносных паровых шлангов.

Противопожарный водопровод предназначен для запитки водой установок водяного орошения, лафетных стволов, передвижной пожарной техники, внутренних пожарных кранов и пожарных гидрантов. Пожарный водопровод состоит из кольцевого водопровода, внутреннего противопожарного водопровода.

5.1.5.3 Пути эвакуации персонала из опасной зоны в случае пожара

Все здания обеспечиваются эвакуационными выходами:

- из помещений первого этажа – выходы непосредственно наружу или в коридор, имеющий выход наружу;
- из помещений любого этажа кроме первого – через лестничные клетки и на стальные наружные лестницы;
- для выхода на кровлю зданий предусмотрены стальные наружные лестницы [17].

5.2 Экологичность

5.2.1 Охрана атмосферного воздуха

Главными источниками загрязнения воздуха на УЗК являются: блок коксовых камер; блок трубчатых печей; блок теплообменников; блок транспортировки и складирования кокса; блок насосных; блок ректификации и стабилизации.

Для защиты атмосферного воздуха предусмотрены следующего мероприятия:

- дымовые газы с блока трубчатых печей, они направляются на факел, т. е. дожигание газов;
- дымовые газы удаляются через трубу, высота которой равна 180 м и обеспечивает равномерное рассеивание в соответствии с санитарными нормами;
- технологический процесс осуществляется в герметически закрытой аппаратуре под избыточным давлением (для того, что бы предотвратить частые сбросы на факел установочное давление предохранительных клапанов принимается на 15–20% выше рабочего технологического давления) [18].

5.2.1 Охрана водоемов

Помимо выбросов в атмосферу вредных веществ на установке замедленного коксования существуют химически загрязненные стоки:

- оборотная вода;
- хозяйственно-бытовая канализация;
- производственная канализация;
- дождевой сток.

Все выше перечисленные стоки отправляются на очистные сооружения завода [19].

5.2.2 Утилизация отходов

В таблице 11 приводится перечень твердых и жидких отходов, образующихся на установке, и методы их утилизации [20].

Таблица 11 – Отходы и методы их утилизации

Наименование отхода	Условие (метод) и место захоронения, обезвреживания, утилизации
Песок, загрязненный маслами	Вывоз на утилизацию специализированной организацией
Обтирочный материал, загрязненный маслами	Вывоз на полигон промышленных отходов
Ртутные лампы, люминесцентные трубки	Вывоз на утилизацию специализированной организацией
Минеральный шлам после очистки емкостей и трубопроводов	Вывоз на полигон промышленных отходов
Твердые хозяйственно-бытовые отходы и мусор	Вывоз на мусороперерабатывающие предприятия
Отработанное масло	Вывоз на утилизацию специализированной организацией

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе разработан проект установки замедленного коксования производительностью 800 тысяч тонн в год. В ходе выполнения работы подробно изучены характеристики Дмитриевской нефти, определены потенциальные содержания нефтепродуктов. На основе этих данных выбран и обоснован вариант переработки нефти – топливный с глубокой переработкой. Приведено обоснование выбранного района для строительства проектируемого НПЗ. Определен набор технологических процессов, который обеспечит получение нефтепродуктов заданного ассортимента, рассчитан материальный баланс технологических установок нефтеперерабатывающего завода. А также был произведен подбор и расчет оборудования установки замедленного коксования.

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

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВТ – атмосферно-вакуумная трубчатка;
ВСГ – водородсодержащий газ;
ГФУ – газофракционирующая установка;
НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;
ОЧ – октановое число;
ПАВ – поверхностно-активные вещества;
СОГО – система обнаружения газовой опасности;
УЗК – установка замедленного коксования;
ЭЛОУ – электрообессоливающая установка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Дриацкая, З. В. Нефти СССР: справочник / З.В. Дриацкая, М.А. Мхчи-ян, Н. М. Жмыхова. – Москва: Химия, 1972. – 392 с.
- 2 Капустин, В. М. Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий: учеб. пособие / В. М. Капустин, М. В. Рудин, А. М. Кудинов. – Москва: Химия, 2012. – 400 с.
- 3 Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
- 4 Эрих, В. Н. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / В. М. Капустин, М. В. Рудин, А. М. Кудинов. – Москва: Химия, 1977. – 424 с.
- 5 Бендеров, Д.И. Процесс замедленного коксования в необогреваемых камерах: учеб. пособие / Д.И. Бендеров, Н.Т. Походенко, Б.И. Брондз. – Москва: Химия, 1976. – 176 с.
- 6 Бондаренко, Б. И. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа: учеб. пособие / Б. И. Бондаренко. – Москва: Химия, 1983. – 128 с.
- 7 Сарданашвили, А. Г. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа: учеб. пособие / А. Г. Сарданашвили, А. И. Львова. – Москва: Химия, 1980. – 256 с.
- 8 Рудин, М.Г. Карманный справочник нефтепереработчика: справочник / М. Г. Рудин, Е.В. Сомов, А.С. Фомин. – Москва: ЦНИИТЭнефте-хим, 2004. – 336 с.
- 9 Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А.А. Носова. – Москва: Альянс, 2013, – 576 с.
- 10 Рудин, М.Г. Проектирование нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов: учеб. пособие / М. Г. Рудин, Г. Ф. Смирнов. – Москва: Химия, 1984. – 256 с.
- 11 СП 18.13330.2011 Нормы проектирования. Генеральные планы промышленных предприятий СНиП II-89-80*.– Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО Гипрогор, 2011. – 52 с.
- 12 СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения СНиП 2.04.02-84*.– Введ. 01.01.2013. – Москва: ООО Аналитик, 2013. – 124 с.
- 13 ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 01.01.1976. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 34 с.
- 14 ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – Введ. 30.06.1990. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 10 с.
- 15 Раздорожный, А. А. Охрана труда и производственная безопасность: учеб. пособие / А. А. Раздорожный. – Москва: Экзамен, 2005. — 512 с.
- 16 СП 112.13330.2012 Пожарная безопасность зданий и сооружений СНиП 21-01-97**.– Введ. 01.06.2002. – Москва: ООО ОТИС-лифт, 2007. – 38 с.

17 ВУПП-88 Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. – Введ. 17.08.1979. – Москва: Миннефтехимпром, 1979. – 60 с.

18 ГОСТ 32693-2014 Учет промышленных выбросов в атмосферу. – Введ. 01.07.15. – Москва: Станартформ, 2015. – 14 с.

19 СанПиН 4630-88 Санитарные нормы и правила охраны поверхностных вод от загрязнений. – Введ. 01.01.1989. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 59 с.

20 ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. – Введ. 01.01. 2011. – Москва: Станартформ, 2011. – 20 с.