Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский многопрофильный колледж»

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

по профессиональному модулю ПМ 01. Ведение технологического процесса производства кокса и коксохимических продуктов

для студентов по специальности 18.02.10 *"Коксохимическое производство*»

2015

ОДОБРЕНА
цикловой комиссией
коксохимических дисциплин

Составлена в соответствии с ФГОС выпускников по специальности: 18.02.10 «Коксохимическое производство».

Председатель комиссии коксохимических дисциплин
_____В.А Дружинина

Заместитель директора

_____ И.Н.Тихонова

Автор:

С.А. Гришина– преподаватель колледжа

**Содержание**

Аннотация .....

1.1 Структура курсового проекта .....

1.2 Методические указания к содержанию пояснительной записки.....

1.3 Приложения .....

Литература .....

# АННОТАЦИЯ

Курсовое и дипломное проектирование являются учебными мероприятиями и выполняются студентами по учебному плану: курсовое - на промежуточных этапах обучения, дипломное - на завершающем. Дипломное и курсовое проектирование направлены на:

- систематизацию теоретических и практических знаний студентов по отдельным дисциплинам и специальности в целом;
- развитие навыков самостоятельной работы;
- освоение технологий проектных и научных работ;
- обучение методам выбора и обоснование технических решений;
- изучение современных стандартов.

В учебном пособии изложены сведения о курсовом проектировании по профессиональному модулю ПМ 01. Ведение технологического процесса производства кокса и коксохимических продуктов.

Цели курсового проекта:

- систематизация и закрепление знаний по курсу «Коксохимическое производство»;
- ознакомление с выпускаемой продукцией завода;
- освоение методов расчетов цеха или завода;

Данное методическое пособие содержит требования и рекомендации к содержанию и оформлению пунктов пояснительной записки и графической части курсовых и дипломных проектов.

Работа предназначена в качестве учебного пособия при выполнении курсового и дипломного проектов для студентов очной формы обучения по специальности: 18.02.10 «Коксохимическое производство». Данная разработка позволяет студентам самостоятельно и за короткое время разобраться практически без помощи преподавателя.

## 1.1 СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

По структуре курсовой проект состоит из пояснительной записки (ПЗ) и графической части.

**Содержание пояснительной записки(пример)**

Введение
1 Общая часть
1.1 Основная часть
1.2 Образование смолы в процессе коксования
1.3. Выход, состав и свойства смолы
1.4 Существующие схемы ректификации смолы
2 Специальная часть
2.1 Выбор, и технико-экономические обоснования технологической схемы дистилляции смолы для проекта
2.2 Описание технологической схемы. Технологический режим работы установки
2.3 Краткая характеристика оборудования
2.4 Лабораторный контроль отделения
2.5 Выход и качество получаемых фракций
3 Расчетная часть
3.1 Определение качества получаемых на заданную производительность установки
3.2 Расчет трубчатой печи
3.3 Расчет материального и теплового баланса антраценовой колонны
3.4 Расчет материального и теплового баланса дистилляционной колонн
4 Охрана труда
4.1 Основные вредности в отделении и меры защиты от них
Заключение
Библиографический список

Объем ПЗ должен быть не менее 30 страниц печатного текста формата А4, а графической части – 1-2 листа формата А1.

Курсовой проект оформляется в соответствии с требованиями ЕСТД, ЕСКД и СТП ЧМК 01-2006.

**Организация выполнения КП**

Общее руководство и контроль за ходом выполнения КП осуществляет преподаватель данной дисциплины. В ходе консультаций преподаватель разъясняет назначение, цели и задачи, структуру и объем, принципы разработки и оформления КП.

По завершении студентом проекта руководитель поверяет, подписывает и вместе с отзывом передает студенту для ознакомления и исправления указанных недочетов. Защита КП является обязательной. На защите КП студент делает доклад, в котором:

- формулируется тема проекта и кратко оговариваются технологический процесс цеха (участка) и характеристика проектируемого механизма;
- излагаются основные требования и обосновывается выбор схемы предлагаемой для проекта;
- указываются основные методы по расчету;
- представляются основные выводы по работе.

Доклад рассчитывается на 5….7 мин. Вовремя доклада студент может пользоваться схемами, графиками, представленными на чертежах.

Оценка выставляется по пятибалльной системе. При оценке принимается во внимание разработанность всех разделов курсового проекта, качество оформления пояснительной записки и графической части, качество доклада, правильность и полнота ответов на вопросы.

## Оформление ПЗ

*Порядок брошюровки*

Лист:

1 – титульный;

2 – содержание;

3 и последующие – текст ПЗ в соответствии с Содержанием.

**1. Границы текста:**

**Разметка страницы →Поля →Настраиваемые поля (или Разметка страницы →Правая нижняя кнопка Параметры страницы)**

В окне **Параметры страницы** установить границы текста:

| Границы текста(поля) для листа **Содержание** | Границы текста (поля) **для всех листов ПЗ**, кроме листа Содержание |
|---|---|
| **Верхнее 1,5 см**<br>**Левое 2,5 см**<br>**Правое 0,8 см**<br>**Нижнее 5,5 см** | **Верхнее 1,5 см**<br>**Левое 2,5 см**<br>**Правое 0,8 см**<br>**Нижнее 3 см** |

Границы текста отличаются на листе Содержание и остальных листах пояснительной записки. Это обусловлено тем, что на лист Содержание устанавливается рамка со штампом высотой 40 мм, а на остальные листы- рамка со штампом 15 мм

**Внимание!** 1 лист Содержание сохраняется отдельным файлом от всей остальной пояснительной записки

**2.Настройка параметров шрифта:**

Пояснительная записка курсового и дипломного проектов оформляется шрифтом **GOST type B, курсив, размер 14. (**СТП ЧМК 01-2006)

***Внимание!*** Для того, чтобы в каждом новом документе оставались настройки полей и шрифта нажмите в окне **Параметры страницы** и **Шрифт** кнопку **По умолчанию→Да**

**3. Настройка межстрочного интервала:**

**Главная →правая нижняя кнопка Абзац**

В окне **Абзац** выбрать межстрочный интервал **1,5 строки**

***Внимание!*** Обратите внимание на то, чтобы в окошках **Отступы (Слева и Справа) и Интервал (Перед и После)** стояли **нули**!

**4 Настройка абзацного отступа**

- Выделите весь текст и на панели **ГЛАВНАЯ** нажмите правую нижнюю стрелку в окне **Абзац** (это меню можно вызвать правой кнопкой мыши, выбрав в контекстном меню команду **Абзац**, *но предварительно выделив весь текст*).

В открывшемся меню установите настройки:

первая строка отступ **1,5 см**

**Абзацный отступ** можно настроить выделив весь текст и подвинув верхний маркер на горизонтальной линейке на 1,5 см

***Внимание!*** Для того, чтобы в каждом новом документе оставались настройки абзаца и междустрочного интервала, нажмите кнопку **По умолчанию→Да**

**5 Для выравнивания текста по ширине:**

- Выделите текст без заголовка и выровняйте его по ширине с помощью кнопки

***Внимание!*** Для того, чтобы при выравнивании по ширине не было «жидких строк»- с малым количеством слов, установите режим переноса слов по слогам. Для этого выберете на панели инструментов **Разметка страницы** команду **Расстановка переносов→Авто**

**6. Вставка рамок и штампов в пояснительную записку**

Для того, чтобы рамка со штампом не «сползала» в тексте записки, её нужно вставлять в колонтитулы.

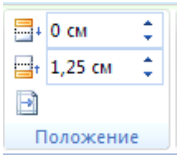
Для этого, откройте файл с рамками **Штамп ДП** , который находится на вашем диске Z (std)

Выберете нужную рамку ( для листа Содержания- с большим штампом, для остальной записки- с малым штампом), выделите её и скопируйте

Перейдите в файл с пояснительной запиской и выберете команду на панели **Вставка→Верхний колонтитул→Пустой.**

Встаньте курсором в поле **Введите текст** и с помощью команды **Вставить** из контекстного меню вставте рамку.

Выберите на панели **Конструктор** окно **Положение** и установите **Положение верхнего колонтитула относительно верхней границы 0**




***Внимание!*** Если рамка встала неровно, то её можно поправить с помощью кнопок **Ctrl+стрелки влево, вправо, вверх, вниз**

| Положение рамки относительно текста | |
|---|---|
| Слева | 5 мм |
| Сверху | 10 мм |
| Снизу | 10 мм |
| Слева | 3 мм |

**7 Особенности оформления заголовков**

- Заголовки выделяйте полужирным шрифтом
- Если после названия раздела идет подраздел, то между ними пропускается один отступ
- Отделите последний заголовок 1.1 от текста ещё одной строкой (согласно СТП ЧМК 01-2006)

Вы должны получить текст в соответствии с образцом:

*1 Общая часть*

*1.1 Значение металлургии в жизни человека*

*Значение металлов в современной жизни очень велико. Несмотря на то, что химические материалы-пластмассы, синтетические смолы и др. получают все большее распространение, роль металлов не только не уменьшается, но еще больше возрастает в связи с освоением космического пространства, разработкой природных богатств земли, с развитием производства атомной энергии, транспорта, связи, микро- и радиоэлектроники и т.д.*

## 8. Оформление списков

***Внимание!*** При оформлении списков в курсовом и дипломном проекте допускается следующая нумерация (СПТ ЧМК 01-2006):

- Начало нумерации- с помощью знака дефис с отступом 1,5 см от границы текста;
- Затем с помощью прописных русских букв со скобкой с отступом 2,5 см от границы текста;
- Затем с помощью арабских цифр со скобкой с отступом 3,5 см от границы текста

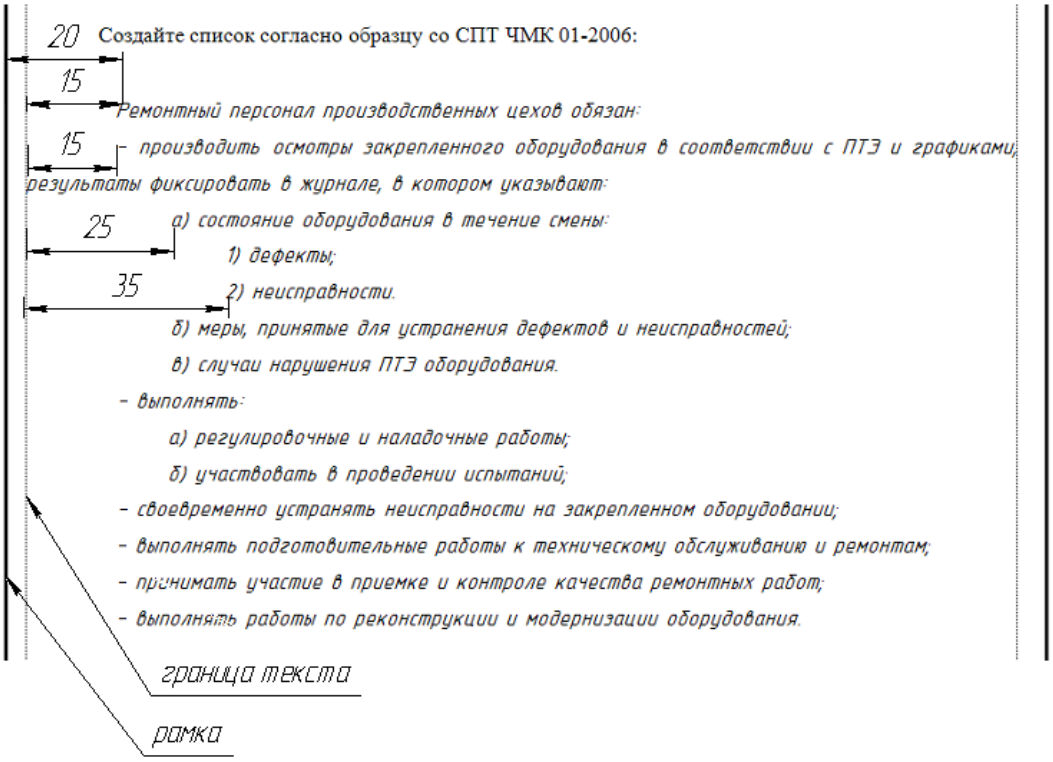
В конце строки ставится точка с запятой, а в конце последней строки в перечислении- точка.

Примечание: отступы 1,5; 2.5 и 3.5 см устанавливаются с помощью верхнего указателя на горизонтальной линейке, нижний указатель должен быть на 0

Рисунок 2.10- Установка указателей на горизонтальной линейке при наборе первого ряда списка

Списки, создаваемые с помощью дефиса создаются с помощью кнопки **Маркеры** на панели **Главная, Абзац**

Списки, создаваемые с помощью букв и цифр со скобкой (см рисунок), создаются с помощью кнопки **Нумерация** на панели **Главная, Абзац**




**9 Создание табулированного текста**

Табулированный текст используется в пояснительных записках курсового и дипломного проектов при оформлении листа **Содержание** или при перечислении характеристик оборудования.

Перейдите на следующую строку и отмените все настройки: шрифт должен быть нежирный, выравнивание по левому краю.

Наберите по центру заголовок **Содержание,** затем установите параметры табуляции с помощью команды **Главная→Абзац→Табуляция**

В открывшемся окне введите параметры табуляции:

| **Позиции табуляции:** | **Выравнивание:** | **Заполнитель:** | **Кнопка** |
|---|---|---|---|
| 17,5 см | по правому краю | 2 ……. | Установить |

После этого при наборе текста в конце каждой строки нажмите клавишу Tab и проставьте номер страницы

***Внимание!***

1.Заголовок «Содержание» пишется по центру и выделяется полужирным шрифтом

2. Текст не должен доходить до конца строки на 15 мм!

*Содержание*

*Введение* ..... 4

*1 Общая часть* ..... 7

*1.1 Перспективы развития доменного цеха* ..... 13

*1.2 Краткая техническая характеристика оборудование цеха* ..... 21

*2 Специальная часть* ..... 25

*2.1 Назначение, конструкция и работа вагон-весов* ..... 25
*2.2 Условия работы вагон-весов. Виды износа и разрушений деталей и узлов механизмов разгрузки* ..... 29
*2.3 Техническое обслуживание вагон-весов.* ..... 33
*2.4 Технология ремонта механизма разгрузки и его деталей.* ..... 38

## 10 Работа с таблицами

При выполнении таблиц в пояснительной записке курсового и дипломного проекта необходимо знать:

- Таблица подписывается сверху словом «Таблица» от 0 мм от границы текста или 5 мм от рамки.
- Если таблица имеет название, то оно пишется через дефис с заглавной буквы после слова «Таблица»
- Таблицы нумеруются сквозной нумерацией по всей записке
- Если таблица не входит на лист, то она прерывается (нижняя граница таблицы убирается), а на следующем листе создается такая же новая таблица, т.к. на новом листе перед продолжением таблицы надо написать «Продолжение таблицы…». В этом случае колонки таблицы нумеруются арабскими цифрами, и на новом листе заголовок таблицы не пишется, а ставится нумерация колонок

Например:

Первый лист

*Таблица 3- Характеристика оборудования*

| *Наименование оборудования* | *Кол-во штук* |
|---|---|
| *1* | *2* |
| *Доменные печи № 1, № 2, № 4, № 5* | |
| *Скип объемом: 8 м³* | *2* |
| *Скип объемом: 10 м³* | *6* |
| *Скиповая лебедка СЛ1-22,5-210* | *2* |
| *Скиповая лебедка С1-22,5-210* | *1* |

Второй лист

*Продолжение таблицы 3*

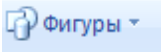
| *1* | *2* |
|---|---|
| *Шлаковые чаши объемом 16 м³* | *70* |
| *Мостовой электрический кран г/п. 30/5 т* | *1* |
| *Мостовой электрический кран г/п. 30/5 т* | *1* |
| *Мостовой электрический кран г/п. 20/5 т* | *1* |

**Приёмы работы с таблицами:**

- Таблица вставляется с помощью команды с панели **Вставка →Таблица**
- Если таблица со сложным пересечением колонок и строк, то используется команда **Вставка →Таблица →Нарисовать таблицу**
- Если нужно вставить или убрать строки или колонки, то используется панель **Макет** и соответствующих команд панели **Строки и столбцы**
- Изменение направления текста осуществляется с помощью команды **Макет →Направление текста**
- Выравнивание текста внутри ячейки происходит с помощью команды **Макет и соответствующих кнопок выравнивания**
- Объединение и разбиение ячейки происходит с помощью команды **Макет →Разбить ячейка (Объеденить ячейки)**
- Ширина колонок и строк изменяется с помощью маркеров на вертикальной и горизонтальной линейке

***Внимание!***- Нижняя граница таблицы на первом листе убирается следующим образом:
Встаньте в любое место таблицы и вызовите контекстное меню, в котором выберите команду **Свойства таблицы →Границы и заливка→**в правом окне уберите нижнюю линию**→Ок→Ок**

## 11. Вставка в документ формул, символов и фигур

1. Для написания формул используется команда **ВСТАВКА → Формула.**
2. На появившейся панели **Формула** вы найдете все нужные вам знаки и символы.
3. Используя команду **ВСТАВКА → Символ…** можно ввести в документ символы, которых нет на клавиатуре.
4. Выполнив команду: **ВСТАВКА → Надпись**, можно создать объекты для блок-схемы.
5. Командой **ВСТАВКА→Фигуры** 

можно ввести в документ дополнительные объекты: стрелки, фигуры для схем

**12. Создание и редактирование графика**

Графики удобнее создавать в программе MS Excel и затем копировать их в MS Word
Рассмотрим построение графика на примере:

1. Откройте программу MS Excel
2. На новом листе постройте график по таблице «ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА МЕТАЛЛА ПО ХОДУ ПРОДУВКИ КИСЛОРОДОМ СВЕРХУ, %.»

| | 0 | 10 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Углерод | 4,3 | 4,2 | 4 | 3,5 | 2,2 | 0,8 | 0,1 |
| Кремний | 1,0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Марганец | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,25 | 0,2 |
| Фосфор | 0,1 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,025 | 0,017 |
| Сера | 0,04 | 0,037 | 0,035 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,028 |

- -ввести данные таблицы в ячейки нового листа программы, который назовите **Состав металла**
- отформатировать надписи в таблице, для этого выделить таблицу и правой кнопкой мыши открыть контекстное меню, в котором выбрать команду **Формат ячеек** -вкладка **Выравнивание:** в окне **По горизонтали** выбрать **По центру выделения,** в окне **По вертикали** выбрать **По верхнему краю** и установить галочку в окне **Переносить по словам**
- Выделить таблицу и выполнить команду **Вставка→Диаграммы→График с маркерами**
- Выделить всю **область диаграммы** и выбрать **Конструктор→Макеты→Макет 10**, введите название диаграммы **ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА МЕТАЛЛА ПО ХОДУ ПРОДУВКИ КИСЛОРОДОМ СВЕРХУ, %,**
  название оси X: Продолжительность продувки, %;
  название оси Y: Состав,%
- Выделить **область построения диаграммы,** выбрать панель **Макет→Сетка→Вертикальные линии сетки по основной оси→Основные линии сетки**
- Выделить горизонтальную ось и вызвать правой кнопкой мыши контекстное меню, в котором выбрать **Формат оси→Параметры оси→Положение оси по делениям**

3. Постройте графики содержания фосфора и серы по вспомогательной оси, для этого необходимо выделить каждый график и правой кнопкой вызвать контекстное меню, в котором выбрать **Формат ряда данных→Параметры ряда→По вспомогательной оси**
4. Измените параметры графика фосфора, для этого выделите график фосфора и правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню, в котором выберете **Формат ряда данных:**
   - **Параметры маркера→ Встроенный,** выбрать **ромб**, размер **5**
   - **Заливка маркера:** сплошная, цвет красный
   - **Цвет линии:** сплошная, цвет желтый
   - **Тип линии:** поставить галочку Сглаженная линия
   - **Цвет линии маркера**: автовыбор
   - **Закрыть**

## 1.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

**Введение**

Следует отразить уровень и основные направления развития Коксохимпроизводство в условиях черной металлургии на данный период времени и на перспективу.

От материала общего назначения перейти к цели КП.

По объему – 1,5-2 стр.

**Пример**

**1 Общая часть**

**1.1 Состав сырого бензола**

Дать краткую характеристику технологического процесса цеха (участка, стана и.т.д), в котором будет установлен проектируемый механизм.

Например:

Сырой бензол представляет собой многокомпонентную систему, основными составляющими которой являются одноядерные ароматические соединения - бензольные углеводороды и различные примеси. Основная масса сырого бензола выкипает до 180°С. Выше этой температуры кипят содержащиеся в сыром бензоле легкокипящие погоны поглотительного масла, а также непредельные соединения.

Все входящие в сырой бензол (отгон до 180°С) соединения условно делят на пять групп, содержание и состав которых приведены в таблице 1.

Число различных химических соединений, содержащихся в сыром бензоле, весьма велико. Большинство из них содержатся в крайне незначительных количествах, в чистом виде практического значения не имеют.

Свойства сырого бензола определяются в основном содержанием бензольных углеводородов, а также непредельных и сернистых соединений, количество которых зависит от свойств коксуемой шихты и условии коксования. Основными компонентами сырого бензола являются бензол и его гомологи.

Бензол ($C_6H_6$) - первый член гомологического ряда бензольных углеводородов ($C_пH_{2п-6}$), является основным компонентом сырого бензола, содержание которого достигает 55-80 %. В таблице 1 представлен состав сырого бензола.

Таблица 1 - Состав сырого бензола, в %.

| Группа | Основные соединения, входящие в группу | Содержание. % |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Бензольные углеводороды | Бензол, толуол, диметилбензолы (ксилолы), этилбензол, триметилбензолы, этилтолуолы | 80-95 |
| Непредельные соединения | Циклопентадиен, стирол, кумарон, инден с гомологами, циклогексен, ме- тилциклогексен | 5-15 |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Сернистые соединения | Сероводород, сероуглерод, тиофен, ме-тилтиофен, диметилтиофены, триметилтиофены | 0,2-2,0 (считая на серу) |
| Насыщенные углеводороды жирного и гидро-ароматического ряда | Циклопентан, метилциклопентаны, циклогексан, метилциклогексаны, геп-тан, гексан | 0,3-2.0 |

| | | |
|---|---|---|
| Прочие | Фенол, азотистые соединения, нафталин | Менее 1,0 |

Температура кипения бензола 80,1 °С. Ценность бензола определяется тем, что он является основным исходным материалом для органического синтеза пластических масс и других высококачественных продуктов.

Толуол ($C_6H_5CH_3$) - следующий за бензолом по своему содержанию компонент сырого бензола. Температура кипения толуола 110,6 °С. Содержание толуола в сыром бензоле зависит от условий коксования и составляет 10-15 %.

Ксилол, производимый в ректификационных цехах, является смесью трех изомеров орто-, мета- и пара-ксилола ($C_6H_4(CH_3)_2$) и этилбензола ($C_6H_5C_2H_5$). Температура кипения о-ксилола 144,4 °С; м-ксилола 139,1 °С и п-ксилола 138,4 °С. Содержание ксилолов в сыром бензоле составляет 4-7 %.

Триметилбензолы ($C_6H_3(CH_3)_3$) кипят в интервале температур 164-180 °С и обычно выходят из ректификационных цехов в смеси с ксилолами, этилтолуолами, пропилбензолом под названием сольвентов. Триметилбензолы в сыром бензоле представлены - псевдокумолом, с температурой кипения 169,35°, мезити- леном с температурой кипения 164,7 °С и гемимелитолом с температурой кипения 176,08 °С. Содержание триметилбензолов в сыром бензоле незначительно (0,3-0,7 %).

Все бензольные углеводороды в чистом виде представляют собой легкокипящие, бесцветные, прозрачные жидкости, легче воды (плотность при 20 °С равна 0,86-0,880 г/см$^3$), не смешиваются с водой и хорошо от нее отстаиваются.

Все бензольные углеводороды чрезвычайно горючи, легко воспламеняются, а их пары с воздухом образуют взрывоопасные смеси. Это требует большой осторожности и определенных мер безопасности при работе с ними.

На переработку сырого бензола больше всего влияет температура кипения. Благодаря значительному различию температуры кипения бензола, толуола, ксилолов и триметилбензолов, разделение их процессом ректификации не представляет особой сложности.

Разность температур кипения соседних пар при давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст) составляет, °С:

- сероуглерод - бензол 33,6;
- бензол - толуол 30,5;
- толуол - ксилол 27,0;
- ксилол - сольвент 25,0.

Разность температур кипения изомеров ксилола очень невелика и разделение их посредством ректификации сложно. Поэтому изомеры ксилола выпускаются только в виде смеси.

Непредельные соединения, содержащиеся в сыром бензоле, являются в основном циклическими углеводородами с боковой цепью и без нее, с одной или двумя двойными связями. Для них характерны процессы полимеризации и осмоления, в противоположность весьма устойчивым бензольным углеводородам. Полимеризуясь, непредельные углеводороды образуют смолистые вещества, растворяющиеся в бензольных углеводородах и придающие им желтую окраску различной интенсивности и снижают качество чистых продуктов. Содержание непредельных соединении в сыром бензоле зависит, главным образом, от температуры коксования. С повышением температуры коксования содержание непредельных углеводородов снижается, их состав изменяется в сторону увеличения выхода низкокипящих соединений.

Непредельные соединения распределены между фракциями сырого бензола неравномерно. Наиболее богаты непредельными углеводородами низкокипящие компоненты (до 79 °С), называемые головной или сероуглеродной фракцией. Высококипящая фракция (выше 145 °С) называется тяжелым бензолом.

В головной фракции содержится около 50 % (до 25 % от ресурсов в сыром бензоле) низкокипящих непредельных соединений. Основными компонентами являются весьма реакционный углеводород циклопентадиен (температура кипения 42,5 °С), а также амилены - непредельные углеводороды жирного ряда с пятью углеродными атомами, кипящие в пределах 25-42 °С и др. В тяжелый (второй) бензол переходят высококипящие непредельные соединения (до 35 % от ресурсов) - стирол, кумарон и инден, кипящие соответственно при 145,3, 173,5 и 181,5

°С. Во фракции ВТК (бензол, толуол, ксилол) содержатся циклогексан и метил- циклогексан, кипящие при температурах 83 и 120,3 °С, а также Другие непредельные соединения, но в крайне незначительных количествах. При переработке двух бензолов во фракцию ВТК почти полностью переходит стирол. [2, с. 291]

## 1.2 Методы выделения бензольных углеводородов

Основная цель переработки сырого бензола - выделение важнейших ароматических соединений, возможно более чистом виде, с наименьшими потерями и получение наряду с этих полезных для народного хозяйства., продуктов и ароматических примесей. Выделение чистых продуктов из сырого бензола осуществляется методом ректификации.

Выделение чистых компонентов или фракций из смесей как сырого бензола, так и первичных и вторичных смол методом перегонки основано на различной упругости паров компонентов при данной температуре. При испарении парообразная фаза будет обогащаться низкокипящим компонентом, а жидкая фаза будет соответственно обедняться этим компонентом.

На рисунке 1 представлена зависимость изменения состава жидкости и паров дистиллята от температуры. Когда жидкость, состоящая из двух компонентов А и В, нагреется до точки кипения, то она выделяет пар состава $x_1$ (рисунок 1 точка а'), более богатого компонентом Д, а жидкость станет более бедной этим компонентом.

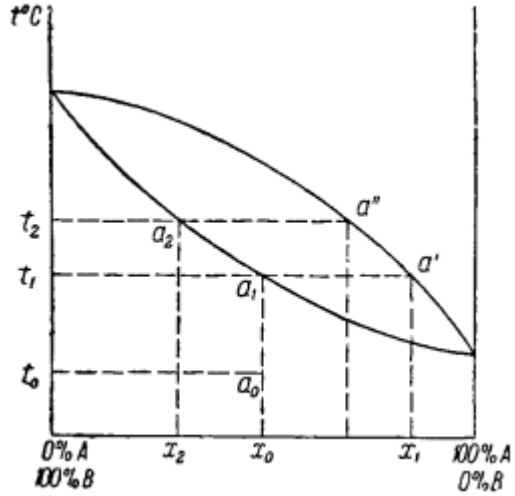



Рисунок 1 - Зависимость изменения состава жидкости и паров дистиллята от температуры.

При продолжении перегонки и повышении температуры точка а' будет сдвигаться влево, жидкость а" будет обогащаться высококипящим компонентом; при этом температура кипения по мере испарения будет возрастать.

Достаточно полное разделение взаиморастворимых компонентов при однократном испарении невозможно.

Это разделение взаиморастворимых компонентов достигается применением ректификационных колонн, в которых осуществляется многократное испарение. [3, с. 458]

Процесс ректификации сырого бензола осуществляется в колоннах барботажного типа, имеющих внутри колпачковые или ситчатые ректификационные тарелки, на которых осуществляется противоточное взаимодействия потоков пара и жидкости.

В результате многократно чередующих процессов частичного испарения остатка и частичной конденсации паров в колонне, достигается практически полное выделение легкокипящего компонента в паровую фазу и отделение от него, высококипящих компонентов, остатка, который выводится снизу колонны. Основным достижением требуемой степени разделения компонентов в колонне, является подвод тепла вниз колонны и подача холодного агента, на орошение верха колонны.

Орошение ректификационных колонн, может осуществляться двумя способами:

- флегмой - продуктом частичной конденсации паров, выходящих из колонны в аппарате, так называемом дефлегматором;
- рефлюксом - продуктом полной конденсации паров в конденсаторе-холодильнике.

Отбор головной (сероуглеродной) фракции и бензола, производится без острого пара, так как необходимая температура может быть достигнута при обогреве колонн, глухим паром. Толуол и все последующие продукты, отбираются с применением острого пара. Для редистилляции второго бензола используют острый пар и вакуум. [4]
Сложный и многокомпонентный состав обусловливает необходимость разделения сырого бензола на фракции, в которых концентрируются целевые компоненты, с последующей очисткой фракций от примесей и ректификацией для выделения чистых товарных продуктов.
Переработка сырого бензола состоит из следующих основных стадий:

- разделение сырого бензола на бензол сырой I (БС-1) и бензол сырой II (БС-2);
- предварительная ректификация БС-1 с выделением головной (сероуглеродной) и бензол-толуол-ксилольной фракции (БТК и БТКС), в которой сосредоточены практически все ресурсы бензола и толуола, а также изомеры ксилола и часть ресурсов триметилбензолов;
- очистка фракции БТК (БТКС) от ненасыщенных и сернистых соединений (сернокислотная очистка, гидроочистка);
- окончательная ректификация очищенной фракции БТК (БТКС) с применением экстрактивной ректификации для получения товарных бензола, толуола, ксилолов, сольвента;
- переработка сырого бензола БС-2 с выделением инден-кумароновой фракции и сольвент-нафты;
- переработка (утилизация) головной фракции сырого бензола;
- переработка инден-кумароновой фракции с получением полимерных смол;
- углубленная переработка сольвентовой фракции с получением индивидуальных углеводородов (мезитилен). [5, с. 240]

## 1.3 Существующие технологические схемы получения сырого бензола

Выделение бензольных углеводородов из насыщенного поглотительного масла осуществляется в настоящее время на отечественных коксохимических заводах по двум схемам: получение сырого бензола, выкипающего до 180° С (марки БС) и получение двух бензолов.
Получение при дистилляции насыщенного масла двух продуктов может осуществляться по схеме с паровым нагревом масла перед дистилляцией и с огневым нагревом.
Бензольные углеводороды из насыщенного поглотительного масла с получением сырого бензола выделяются дистилляцией с острым паром в дистилляционных колоннах тарельчатого типа.
Обензоленное масло, поступающее на дистилляцию, представляет собой раствор бензольных углеводородов в поглотительном масле. Выделение бензольных углеводородов из такой смеси основано на различных температурах кипения компонентов. Бензольные углеводороды, входящие в состав сырого бензола при нормальном давлении, выкипают до 180° С, а каменноугольное поглотительное масло начинает кипеть при 230° С, соляровое при 265 °С. Содержание бензольных углеводородов в насыщенном масле очень мало и составляет всего 2-3 % (объемн.). Следовательно, каменноугольное масло является основным компонентом в смеси. Согласно закону Генри-Дальтона, температура кипения бензольных углеводородов при этих условиях значительно возрастает. Поэтому полное их выделение из масла возможно только при 250 -300° С. Для предупреждения нагрева масла до слишком высокой температуры, достаточно полного отгона растворенных в нем бензольных углеводородов дистилляцию ведут с острым паром. Применение последнего дает возможность снизить температуру кипения бензольных углеводородов и проводить процесс дистилляции при подогреве каменноугольного масла до 130-145 °С и солярового до 125-135 °С.

Важным фактором, существенно влияющим на процесс десорбции бензольных углеводородов из насыщенного поглотительного масла, является давление внизу колонны. Повышение давления в колонне отрицательно влияет на переход бензольных углеводородов из жидкой фазы в паровую. Рабочее давление в колонне должно поддерживаться в пределах 30-50 кПа (0,3-0,5 ат).

Выделение бензольных углеводородов из поглотительного масла требует значительного расхода тепла (пара), который складывается из тепла, необходимого на подогрев насыщенного поглотительного масла до температуры выделения бензола и дистилляции с острым паром. Экономия тепла достигается путем утилизации тепла выходящих из колонны паров бензольных углеводородов и обезбензоленного масла для предварительного подогрева насыщенного масла.

Практически расход пара на 1 т сырого бензола составляет 4,5-5,0 $м^3$ при паровом нагреве масла перед дистилляцией и 1,6 $м^3$ при огневом подогреве масла. [2, с. 262]

## 2 Специальная часть

### 2.1 Обоснование выбора техенологической схемы для получения сырого бензола

Выделение бензольных углеводородов из насыщенного поглотительного масла осуществляется в настоящее время на отечественных коксохимических заводах по двум схемам: получение сырого бензола, выкипающего до 180° С (марки БС) и получение двух бензолов.
Получение при дистилляции насыщенного масла двух продуктов может осуществляться по схеме с паровым нагревом масла перед дистилляцией и с огневым нагревом.
По схеме с паровым подогревом нагрев насыщенного бензольными углеводородами поглотительного масла происходит в дефлегматоре парыми сырого бензола, которые при этом охлаждаются, это является преимуществом данной схемы, так как тепло расходуется максимально.
Недостатками схемы:

- сепараторная вода из сепаратора направляется в канализацию фенольных вод;
- расход пара на 1 т сырого бензола составляет 4,5-5,0 т, воды 120-130 $м^3$, количество сточных вод находится в пределах 2,5-3,0 $м^3$.

Отличительной особенностью схемы огневым нагревом является: нагрев насыщенного масла в трубчатой печи и охлаждение обезбензоленного масла в кожухотрубных холодильниках: для лучшего выделения из оборотного масла нафталина и, следовательно, понижения его содержания в газе после бензольных скрубберов, принята нафталиновая колонна. Работа бензольного отделеления по этой схеме отличается температурным режимом дистилляиионной и тепло-обменной аппаратуры, что сказывается на габаритах последней.
Применение трубчатой печи для подогрева насыщенного масла перед дистилляцией позволяет:

- резко сократить расход пара на подогрев 1 кг сырого бензола до 180 °С;
- увеличить степень отгонки сырого бензола из масла, что при применении парового подогрева сопряжено с резким возрастанием расхода пара;
- уменьшить объемы десорбцнонной и конденсационной аппаратуры в связи с сокращением объема паров и этим снизить расход металла на ее изготовление;
- уменьшить расход воды, потребляемой для конденсации а основном водяных паров и охлаждения водного конденсата.

Таким образом, выбираем получение сырого бензола по схеме с огневым нагревом. [2, с. 269]

### 2.2 Описание технологической схемы выбранной для проекта

На рисунке 2 представлена схема получения сырого бензола с огневым нагревом поглотительного масла. Насыщенное бензольными углеводородами масло после скрубберов насосом подается в дефлегматор 8, где нагревается до 50 - 60 °С парами, поступающими из дистилляционной колонны 4. После дефлегматора масло направляется в масляные теплообменники 24, где нагревается обезбензоленным маслом до 130 - 145 °С и поступает в трубчатую печь 1. В трубчатой печи масло нагревается до 180 °С, при этом образуется двухфазная система из жидких продуктов и парообразных, поступающих на питательную тарелку дистилляционной колонны 4. Пары бензольных углеводородов, воды и масла из дистилляционной колонны поступают в дефлегматор 8 и далее в разделительную колонну 14, где сырой бензол делится на два продукта - первый бензол и второй (тяжелый). Пары первого бензола поступают в конденсационно-охладительную аппаратуру, в сепаратор и сборник. Часть продукта используется на орошение колонны 14 в виде рефлюкса. Второй бензол после охлаждения подастся на склад.

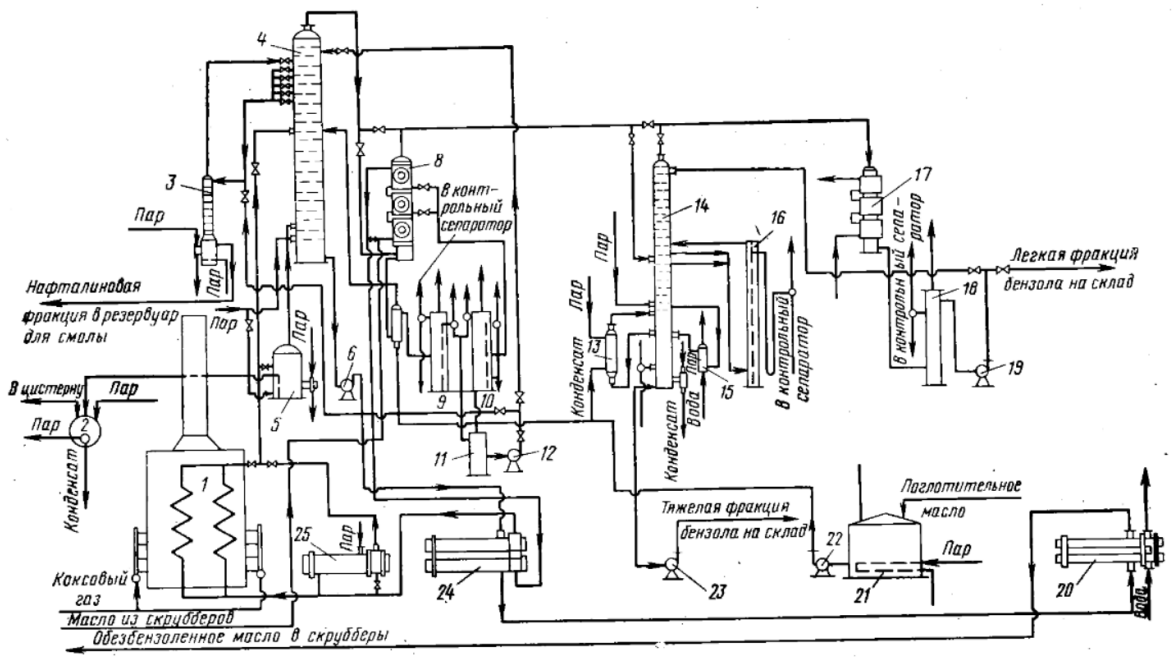



Рисунок 2 - Схема получения сырого бензола с огневым нагревом поглотительного масла.

В дефлегматоре также образуется две флегмы (легкая и тяжелая), которые после отстаивания в сепараторах 9 и 10 объединяются и направляются в сборник 11, откуда насосом 12 флегма подается на верхнюю тарелку дистилляционной колонны 4 и частично на питательную тарелку нафталиновой колонны 3.

Обеэбензоленное масло из нижней части дистилляционной колонны 4 забирается насосом 6 и подается для охлаждения в теплообменники 24, а затем в кожухотрубные холодильники 20, охлаждаемые технической водой, и направляется в скрубберы для улавливания бензольных углеводородов.

Масло для регенерации (около 1 %) в паровом регенераторе отбирается из трубопровода, по которому оно из трубчатой печи подается в дистилляционную колонну. Образовавшиеся полимеры из регенератора направляются в сборник, а затем их добавляют к смоле.

Для выделения нафталина из поглотительного масла, находящегося в обороте, в нафталиновую колонну 3 отводится часть флегмы, подаваемой насосом 12, либо масло с верхних тарелок дистилляционной колонны 4. В нафталиновой колонне с помощью острого пара отгоняются легкокипящие погоны, пары которых отводятся в дистилляционную колонну, а остаток - нафталиновая фракция стекает из нижней части этой колонны в резервуар для смолы.

Убыль поглотительного масла, находящегося в обороте, непрерывно пополняется свежим маслом, которое из сборника 21 подается в дистилляционную колонну.

В качестве резерва на случай ремонта трубчатой печи по схеме предусматривается паровой подогреватель 25 для подогрева насыщенного масла перед дистилляционной колонной. [2, с. 267]

## 2.3 Технологический режим получения сырого бензола

Технологический режим установки характеризуется следующими показателями:

Температура масла, насыщенного бензолом, °С:

- до дефлегматоров - 30;
- после дефлегматоров - 50;
- после теплообменников - 138;
- после трубчатой печи - 180.

Температура обезбензоленного масла, °С, после:

- дистилляционной колонны - 175;
- теплообменников - 83;

– холодильников - 30.

Температура паров, °С, после:

– дистилляционной колонны - 110;

– дефлегматоров - 80-82;

– разделительной колонны - 75.

[2, с. 269]

## 2.4 Характеристика основного оборудования бензольного отделения

Современные бензольные отделения оснащаются дистилляционной и ректификационной колоннами, теплообменной аппаратурой для утилизации тепла паров бензольных углеводородов и обезбензоленного масла, трубчатой печью или паровым подогревателем для окончательного подогрева насыщенного масла перед дистиляцией, конденсационно-охладительной аппаратурой для продуктов дистилляции и других. Размеры и конструкция аппаратуры зависят от производительности установки и технологической схемы отделения.

В дистилляционной колонне бензольные углеводороды отгоняются острым паром из предварительно нагретого масла. В установках с огневым подогревом масла получили применение колонны, имеющие 23 тарелки с колпачками капсульного типа. Диаметр колонны 2,6 - 2,8 м. Корпус колонны изготавливается из двухслойной стали, тарелки и колпачки из стали специальных марок. Дистилляционная колонна с колпачковыми тарелками представлена на рисунке 3.

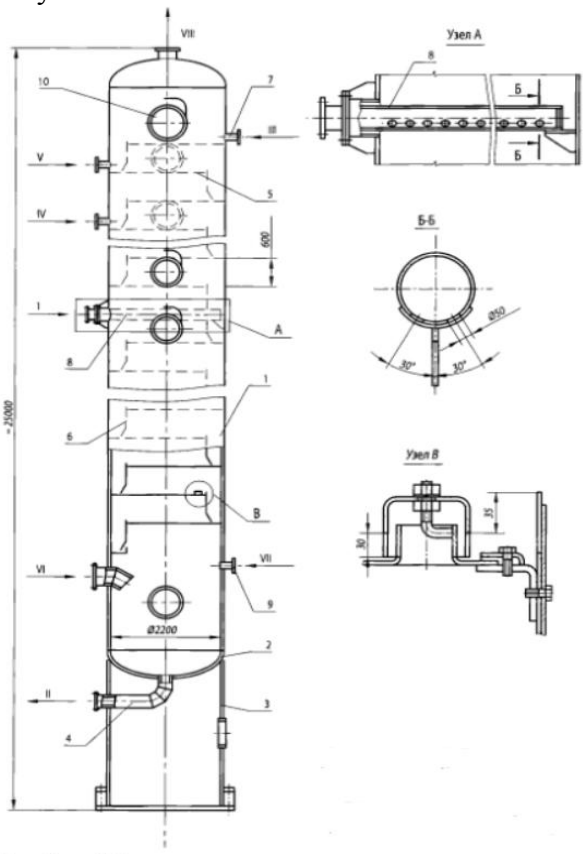



Рисунок 3 - Дистилляционная колонна с колпачковыми тарелками.

Колонный аппарат состоит из корпуса 1 с двумя эллиптическими днищами 2, установленными на стандартную опору 3. Аппарат оборудован 23-мя тарелками со штампованными капсульными колпачками. Укрепляющая часть колонны (верхняя) имеет 6-10 однопоточных тарелок, в исчерпывающей части колонны размещены 12-17 двухпоточных тарелок с центральным и боковым переливом. На этих тарелках масло попеременно движется к центральному или боковому

переливу. Перелив масла с тарелки на тарелку осуществляется через гидрозатвор высотою 60 - 70 мм. Тарелки оснащены штампованными капсульными колпачками. Уровень масла на тарелке устанавливают путем изменения высоты переливной планки 6.

Для лучшего распределения по тарелке насыщенное поглотительное масло подается через распределительнуо трубу 8 с отверстиями диаметром 50 мм, расположенными в шахматном порядке (сечение 6 - Б. рисунок 3)

Обезбензоленное масло из колонны откачивается насосом. Уровень его поддерживается постоянным с помощью автоматического регулятора уровня.

Разделительная колонна применяется для получения двух фракций сырого бензола и состоит из двух частей: нижней - испарительной и верхней - ректификационной. Разделительная колонна представлена на рисунке 4.

Колонна состоит из корпуса 1, сваренного из цилиндрической обечайки и двух эллиптических днищ 2. Корпус установлен на стандартную опору 3. В качестве массообменных элементов используются тарелки 4 с капсульными стальными колпачками. Колонна имеет технологические штуцеры 5 и люки 6, расположенные над каждой нечетной тарелкой. Пары из дефлегматора подаются в разделительную колонну под нижнюю тарелку, барботируют через слой жидкости и обогащаются легкокипящими компонентами На верхнюю тарелку подается рефлюкс для поддержания заданной температуры выходящих из колонны паров и получения бензола I заданного качества. Бензол II отводится снизу колонны. Тепло в колонну подается при помощи двух циркуляционных подогревателей, обогреваемых глухим паром.

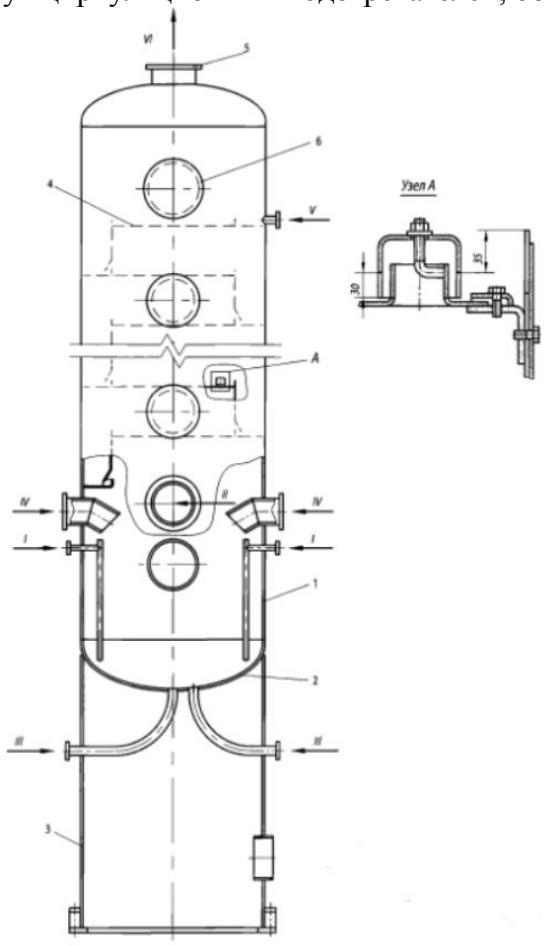



Рисунок 4 - Разделительная колонна

Основные показатели работы разделительной колонны приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика разделительной колонны.

| Наименование | Производительность колонны |
|---|---|
| 1 | 2 |
| по бензолу, т/ч | 5-8 |
| Диаметр, мм | 2200 |

| | |
|---|---|
| Высота, мм | 20000 |
| Число тарелок, шт. | 21 |
| Расстояние между тарелками, мм | 600 |
| Площадь поперечного сечения, $м^2$ | 3,8 |
| Давление в колонне, МПа | 0,05 |
| Материал | Углеродистая сталь |

Для окончательного подогрева масла глухим паром применяют паровые подогреватели цилиндрической формы с горизонтальной трубчаткой, заключенной в стальной кожух. Масло движется по трубам, пар подают в межтрубное пространство, поверхность теплопередачи 140 $м^2$. Корпус подогревателя и трубы изготавливается из стали.

Для нагрева насыщенного масла перед дистилляцией получили применение трубчатые печи конструкции Гипронефтемаша с панельными беспламенными горелками. Печи имеют высокий коэффициент полезного действия: 0,80–0,85 против 0,60–0,78 у печей с пламенным горением. Конвекционную часть этих печей можно использовать для нагрева масла перед регенератором, а также для нагрева пара, необходимого для технических нужд завода. Трубчатые печи типа ГС 1-200/10М и ГС 1-280/14 представлены на рисунке 5.

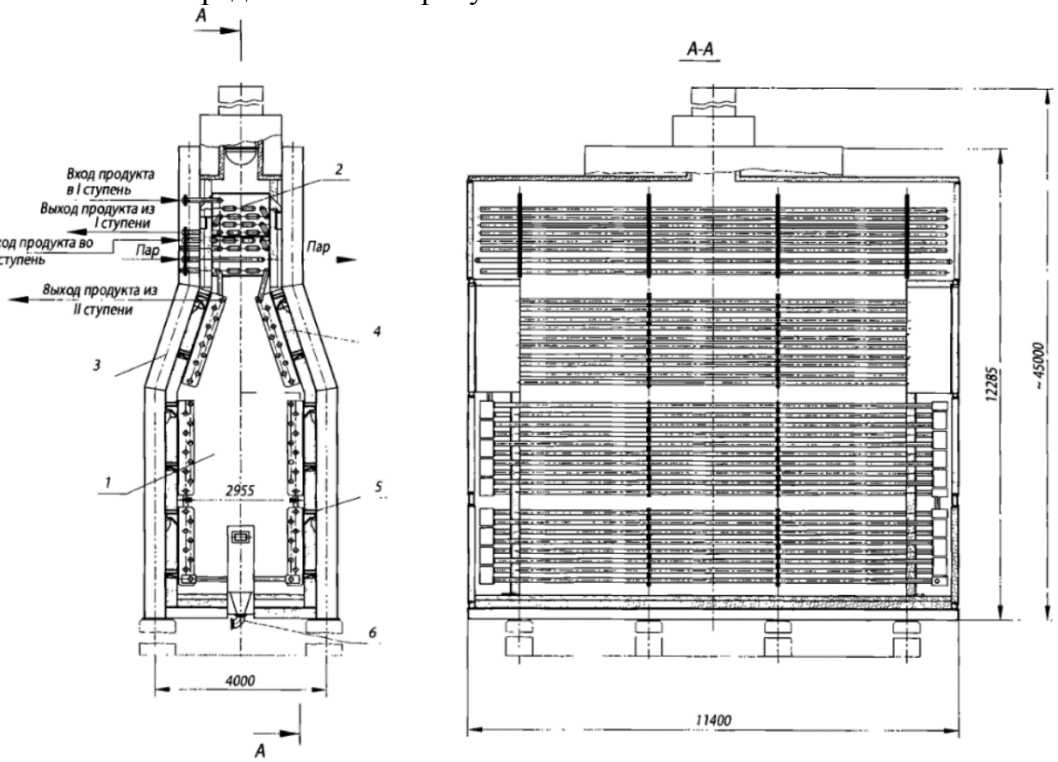



Рисунок 5 - Трубчатые печи ГС 1-200/10М и ГС 1-280/14

Печи состоят из камеры радиации 1, камеры конвекции 2, стального сварного каркаса 3, футеровки 4, выполненной из легковесного жаростойкого бетона.

В верхней части топочного пространства имеются выхлопные окна. Для визуального наблюдения за процессом горения и состоянием труб выполнены смотровые окна 5. В печах этого типа применяются горелки 6 для сжигания коксового газа.

Печи имеют одинаковые размеры и форму поперечного сечения, набираются из двух крайних и различного количества средних секций.

Конструкция и компоновка змеевиков разрабатываются для каждого технологического процесса индивидуально В случае нагрева поглотительного масла применяется двухпоточный змеевик, собранный из труб диаметром 127 мм для печи ГС 1-200/10М и 152 мм для печи ГС 1-280/14.

Змеевики размещаются в радиантной и конвективной камерах печи. В радиантной камере они устанавливаются в виде двух настенных экранов одностороннего облучения. В конвективной

камере трубы змеевики собраны в два пучка, состоящие из девяти рядов, расположенных по треугольнику, с шагом 215 мм.

Трубы радиантных настенных экранов и двух нижних рядов конвективного пучка соединены между собой при помощи литых ретурбендов. Остальные трубы соединены приварными калачами. Применение трубчатых печей для нагрева каменноугольного поглотительного масла, подаваемого на дистилляцию, значительно сокращает расход пара, количество образующихся сепараторных вод. а следовательно, и затраты на производство сырого бензола

Практические показатели КПД печей составляют около 70 %. [5, с. 128]

Регенератор поглотительного масла представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат диаметром 2,8 м, оборудованный в нижней части выдвижными трубчатками для нагрева масла глухим паром. Под ними расположено устройство для подачи в регенератор острого пара. Неотогнанное масло и нелетучие полимеры отводятся снизу регенератора.

Паромасляные теплообменники (дефлегматоры) служат для выделения из смеси паров, поступающих из бензольной колонны, высококипящих частей и конденсации возможно большего количества водяных паров. Наиболее совершенными являются четырех- и трехсекционные трубчатые дефлегматоры системы Гипрококса. [2, с. 270]

3 Расчетная часть

3.1 Определение качества угольной шихты

Исходные данные для расчета:

для расчета необходимо использовать данные таблицы 3, в которой представлен марочный состав шихты, качественные показатели углей, входящих в состав шихты.

Элементный состав угольной шихты на органическую массу шихты, %:

$$C^{о}_{ш} = \mathbf{87,9}\%$$
$$O^{о}_{ш} = \mathbf{4,9}\%$$
$$H^{о}_{ш} = \mathbf{5,1}\%$$
$$\boldsymbol{N}^{о}_{ш} = \mathbf{2,1}\%$$

Таблица 3 - Марочный состав угольной шихты и качество углей.

| Наименование УОФ, ОФ | Марка угля | % участия в шихте | Технический анализ углей,% | | | | Пластометрические показатели, мм | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $W_{раб}$ | $A^d$ | $V^{daf}$ | $S^d$ | Y | X |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Эльга Сибирь | ГЖ | 40 | 7,8 | 11,7 | 34,9 | 0,21 | 20 | 21 |
| Сибирь ТТК | ГЖ | 8 | 7,6 | 8,9 | 22,3 | 0,31 | 10 | 24 |
| Томусинская | КО, ОС | 15 | 8,8 | 10,4 | 21,6 | 0,38 | 10 | 35 |
| Сибирь | ОС | 22 | 7,9 | 9,0 | 19,9 | 0,28 | 10 | 23 |
| Нерюнгринская | ОС | 10 | 8,3 | 8,7 | 19,5 | 0,25 | 10 | 20 |
| Коксовая добавка | - | 5 | 8,6 | 0,4 | 18,1 | 4,4 | 14 | 33 |

где $W_{раб}$ - содержание рабочей влаги в углях, %;

$A^d$ - содержание золы на сухую массу в углях, %;

$V^{daf}$ - содержание летучих веществ на горючую массу, %;

$S^d$ - содержание серы на сухую массу в углях, %;

Y - толщина пластического слоя, мм;

X - величина усадки углей, мм.

При обосновании вывода о пригодности рассчитанной шихты следует учитывать следующие положения:

- шихта должна обладать оптимальной толщиной пластического слоя (Y, мм) от 17 до 20;
- выход летучих веществ ($V^{daf}$, %) должен находиться в пределах от 28 до 29%.

Расчет

$$П_{ш} = \frac{П_а \cdot а + П_в \cdot в + П_с \cdot с \ldots П_к \cdot к}{\mathbf{100}}, \quad (1)$$

где $П_{ш}$ - рассчитываемый показатель качества шихты, %;

$П_а$, $П_в$, $П_с$ - показатель качества отдельных компонентов, %;

а, в, с - доля компонентов в шихте, %.

1. Рассчитаем содержание рабочей влаги в угольной шихте.

$$\boldsymbol{W}_{раб} = \frac{\mathbf{7,8 \cdot 40 + 7,6 \cdot 8 + 8,8 \cdot 15 + 7,9 \cdot 22 + 8,3 \cdot 10 + 8,6 \cdot 5}}{\mathbf{100}} = \mathbf{8,046}\%$$

2. Рассчитаем содержание золы в шихте на сухую массу:

$$\boldsymbol{A^d} = \frac{\mathbf{11,7 \cdot 40 + 8,9 \cdot 8 + 10,4 \cdot 15 + 9,0 \cdot 22 + 8,7 \cdot 10 + 0,4 \cdot 5}}{\mathbf{100}} = \mathbf{9,822}\%$$

3. Рассчитаем количество летучих веществ в шихте на горючую массу:

$$\boldsymbol{V^{daf}} = \frac{\mathbf{34,9 \cdot 40 + 22,3 \cdot 8 + 21,6 \cdot 15 + 19,9 \cdot 22 + 19,5 \cdot 10 + 18,1 \cdot 5}}{\mathbf{100}} = \mathbf{26,217}\%$$

4. Рассчитаем содержание серы на сухую массу шихты, мм:

$$\boldsymbol{S^d} = \frac{\mathbf{0,21 \cdot 40 + 0,31 \cdot 8 + 0,38 \cdot 15 + 0,28 \cdot 22 + 0,25 \cdot 10 + 4,4 \cdot 5}}{\mathbf{100}} = \mathbf{0,472}\%$$

5. Рассчитаем толщину пластического слоя:

$$Y = \frac{20 \cdot 40 + 10 \cdot 8 + 10 \cdot 15 + 10 \cdot 22 + 10 \cdot 10 + 14 \cdot 5}{100} = 14,2 \text{ мм}$$

6. Рассчитаем величину усадки угольной шихты, мм:

$$X = \frac{21 \cdot 40 + 24 \cdot 8 + 35 \cdot 15 + 23 \cdot 22 + 20 \cdot 10 + 33 \cdot 5}{100} = 24,3 \text{ мм}$$

7. Рассчитаем содержание золы в шихте на рабочую массу по формуле:

$$A^{раб} = A^{d} \cdot \frac{100 - W^{раб}}{100}, \quad (2)$$

$$A^{раб} = 9,822 \cdot \frac{100 - 8,046}{100} = 9,032\%$$

8. Рассчитаем содержание серы в шихте на рабочую массу по формуле:

$$S_{ш}^{раб} = S^{d} \cdot \frac{100 - W^{раб}}{100}, \quad (3)$$

$$S_{ш}^{раб} = 0,472 \cdot \frac{100 - 8,046}{100} = 0,434\%$$

9. Рассчитаем количество летучих веществ на рабочую массу шихты по формуле:

$$V_{ш}^{раб} = V^{daf} \cdot \frac{100 - (W_{раб} + A^{раб} + S^{раб})}{100}, \quad (4)$$

$$V_{ш}^{раб} = 26,217 \cdot \frac{100 - (8,046 + 9,032 + 0,434)}{100} = 21,626\%$$

10. Рассчитаем содержание углерода на рабочую массу шихты по формуле:

$$C_{ш}^{раб} = C_{ш}^{о} \cdot \frac{100 - (W_{раб} + A^{раб} + S^{раб})}{100}, \quad (5)$$

$$C_{ш}^{раб} = 87,9 \cdot \frac{100 - (8,046 + 9,032 + 0,434)}{100} = 72,2079\%$$

11. Рассчитаем содержание водорода на рабочую массу шихты по формуле:

$$H_{ш}^{раб} = H_{ш}^{о} \cdot \frac{100 - (W_{раб} + A^{раб} + S^{раб})}{100}, \quad (6)$$

$$H_{ш}^{раб} = 5,1 \cdot \frac{100 - (8,046 + 9,032 + 0,434)}{100} = 4,2069\%$$

12. Рассчитаем содержание кислорода на рабочую массу шихты по формуле:

$$O_{ш}^{раб} = O_{ш}^{о} \cdot \frac{100 - (W_{раб} + A^{раб} + S^{раб})}{100}, \quad (7)$$

$$O_{ш}^{раб} = 4,9 \cdot \frac{100 - (8,046 + 9,032 + 0,434)}{100} = 4,0419\%$$

13. Рассчитаем содержание азота на рабочую массу шихты по формуле:

$$N_{ш}^{раб} = N_{ш}^{о} \cdot \frac{100 - (W_{раб} + A^{раб} + S^{раб})}{100}, \quad (8)$$

$$N_{ш}^{раб} = 2,1 \cdot \frac{100 - (8,046 + 9,032 + 0,434)}{100} = 1,7322\%$$

Сумма полученных данных представлена в таблице 4, пересчитанных на рабочую массу шихты должна быть равна 100%.

Таблица 4 - Качество угольной шихты.

| $W_{раб}$,% | $A^{раб}$,% | $S^{раб}$, % | $C_{ш}^{раб}$, % | $H_{ш}^{раб}$, % | $O_{ш}^{раб}$, % | $N_{ш}^{раб}$, % | Итого |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,046 | 9,032 | 0,434 | 72,507 | 4,2069 | 4,0419 | 1,7322 | 100 % |

[6, с. 13]

3.2 Расчет материального баланса коксования на 1 т. шихты

Исходные данные для расчета:

Для расчета использовать данные технического и элементного анализа, полученные в работе «Определение качества угольной шихты», которые представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Качество угольной шихты.

| $W_{раб}$,% | $A^{раб}$,% | $S^{раб}$, % | $C_{ш}^{раб}$, % | $H_{ш}^{раб}$, % | $O_{ш}^{раб}$, % | $N_{ш}^{раб}$, % | Итого |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,046 | 9,032 | 0,434 | 72,507 | 4,2069 | 4,0419 | 1,7322 | 100 % |

Выход летучих веществ на рабочую массу$V^{раб}$, % - 21,626%

Выход летучих веществ на горючую массу $V^{daf}$, % - 26,217%

выход летучих веществ на сухую массу рассчитаем по формуле:

$$V^d = V^{раб} \cdot \frac{100}{100 - W_{раб}}, \quad (9)$$

$$V^d = 26,217 \cdot \frac{100}{100 - 8,046} = 28,511\%$$

Расчет

1. Приходная часть баланса

1.1 Сухая шихта, количество (в процентах) которой определяют по формуле:

$$Ш^d = Ш^{раб} \cdot \frac{100 - W_{раб}}{100}, \quad (10)$$

где $Ш^d$ - количество сухой шихты;

$Ш^{раб}$ - количество рабочей шихты 1000 кг;

$W_{раб}$ - содержание рабочей влаги в рабочей шихте.

$Ш^d = 1000 \cdot \frac{100 - 8,046}{100} = 919,54$ кг или 91,954%

1.2 Рабочая влага шихты, количество которой определяют по формуле:

$$W_{раб} = Ш^{раб} \cdot \frac{W_{раб}}{100}, \quad (11)$$

$W_{раб} = 1000 \cdot \frac{8,046}{100} = 80,46$кг

2. Расходная часть баланса

2.1 Кокс валовый - под этим понимают суммарное количество крупного кокса размером +25 мм (91-94%), коксового орешка 10-25 мм (2-3%), коксовой мелочи крупностью 0-10 мм (4-6%).

Выход сухого валового кокса из рабочей шихты рассчитывают по формуле:

$$В_{к}^{раб} = \frac{100 - (W_{раб} + V^{раб})}{100 - V_{к}^d} \cdot 100 + П, \quad (12)$$

где $V^{раб}$ - выход летучих веществ на рабочую шихту;

$V_k^d$ - выход летучих веществ сухого кокса (обычно колеблется от 0,7 до 1,0%);

П - припек (в процентах) - величина, показывающая насколько выход валового кокса в производственных условиях выше, чем выход твердого остатка в тигле при лабораторном определении выхода летучих веществ угольной шихты. Для углей Восточных районов России составляет от 1,5 до 3,0%.

$В_{к}^{раб} = \frac{100 - (8,046 + 21,626)}{100 - 0,84} \cdot 100 + 1,6155 = 72,5395\%$ или 736,24 кг из 1000 кг рабочей шихты

На сухую шихту выход кокса составит:

$В_{к}^d = 72,5395 \cdot \frac{100}{100 - 8,046} = 78,887\%$

2.2 Выход каменноугольной безводной смолы (процент от рабочей шихты) определяется по эмпирической формуле:

$$В_{см}^{раб} = \left[-18,36 + 1,53 \cdot V^{daf} - 0,026 \cdot (V^{daf})^2\right] \cdot \frac{100 - (A^{раб} + W_{раб})}{100}, \quad (13)$$

$В_{см}^{раб} = [-18,36 + 1,53 \cdot 26,217 - 0,026 \cdot (26,217)^2] \cdot \frac{100 - (9,032 + 8,046)}{100} = 3,218\%$ или 32,18 кг из 1000 кг рабочей шихты.

На сухую массу шихты выход смолы составляет:

$В_{см}^d = 3,218 \cdot \frac{100}{100 - 8,046} = 3,499\%$

2.3 Выход сырого бензола (процент от рабочей шихты) определяется по эмпирической формуле:

$$В_{с.б.}^{раб} = \left[-1,64 + 0,144 \cdot V^{daf} - 0,0016 \cdot (V^{daf})^2\right] \cdot \frac{100-(A^{раб}+W_{раб})}{100}, \quad (14)$$

$$В_{с.б.}^{раб} = \left[-1,64 + 0,144 \cdot 26,217 - 0,0016 \cdot (26,217)^2\right] \cdot \frac{100-(9,032+8,046)}{100} = 0,8585\%$$ или 8,585 кг из 1000 кг рабочей шихты.

На сухую массу шихты выход сырого бензола составляет:

$$В_{с.б.}^{d} = 0,8585 \cdot \frac{100}{100-8,046} = 0,934\%$$

2.4 Выход аммиака определяют по формуле:

$$В_{NH_3}^{раб} = Б \cdot N^{раб} \cdot \frac{17}{14} \cdot \frac{100-(A^{раб}+W_{раб})}{100}, \quad (15)$$

где Б - коэффициент перехода $N_2$угля в аммиак (для практических расчетов принимают 0,15);

$N^{раб}$ - содержание $N_2$ в рабочей массе шихты, %;

17 и 14 - масса 1 моль соответственно$NH_3$ и N.

$$В_{NH_3}^{раб} = 0,15 \cdot 1,7322 \cdot \frac{17}{14} \cdot \frac{100-(9,032+8,046)}{100} = 0,2616\%$$ или 2,616 кг из 1000 кг рабочей шихты.

На сухую массу шихты выход аммиака составляет:

$$В_{с.б.}^{d} = 0,2616 \cdot \frac{100}{100-8,046} = 0,285\%$$

2.5 Выход обратного коксового газа (в процентах) на рабочую массу шихты с достоверной для практики точностью определяют по эмпирической формуле:

$$В_{о.к.г.}^{раб} = К \cdot \sqrt{V^d} \cdot \frac{100-W_{раб}}{100}, \quad (16)$$

где К - коэффициент, равный 2,54-3,3;

$V^d$ - выход летучих веществ на сухую массу шихты, %.

$$В_{о.к.г.}^{раб} = 2,71 \cdot \sqrt{28,511} \cdot \frac{100-8,046}{100} = 13,306\%$$ или 133,06 кг из 1000 кг рабочей шихты.

На сухую массу шихты выход обратного коксового газа составляет:

$$В_{о.к.г.}^{d} = 13,306 \cdot \frac{100}{100-8,046} = 14,470\%$$

2.6 Выход серы в пересчете на сероводород из рабочей шихты определяется по формуле:

$$В_{H_2S}^{раб} = К \cdot S^{раб} \cdot \frac{34}{32}, \quad (17)$$

где К - коэффициент перехода серы угля в сероводород (для практических расчетов принимают равным 0,22);

$S^{раб}$ - содержание серы в рабочей шихте;

34 и 32 - соответственно масса 1 моль $H_2S$и масса 1 атома S.

$$В_{H_2S}^{раб} = 0,22 \cdot 0,434 \cdot \frac{34}{32} = 0,1014\%$$ или 1,014 кг из 1000 кг рабочей шихты.

На сухую массу шихты выход сероводорода составляет:

$$В_{о.к.г.}^{d} = 0,1014 \cdot \frac{100}{100-8,046} = 0,110\%$$

2.7 Общая влага рабочей шихты складывается из влаги шихты и пирогенетической влаги. Влага рабочей шихты принимается одинаковой в приходной и расходной частях материального баланса. Выход пирогенетической влаги рассчитывается по формуле:

$$В_{П.В.}^{раб} = К \cdot O^{раб} \cdot \frac{18}{16}, \quad (18)$$

где К - коэффициент перехода кислорода угля в пирогенетическую влагу, равный 0,334-0,505;

$O^{раб}$ - содержание кислорода в рабочей шихте, %;

18 и 16 - масса 1 моль соответственно воды и кислорода.

$$В_{П.В.}^{раб} = 0,367 \cdot 4,0419 \cdot \frac{18}{16} = 1,669\%$$ или 16,69 кг из 1000 кг рабочей шихты.

На сухую массу шихты выход пирогенетической влаги составляет:

$$В_{П.В.}^{d} = 1,669 \cdot \frac{100}{100-8,046} = 1,815\%$$

3. Полученные данные вносим в таблицу 6 материального баланса.

Таблица 6 - Материальный баланс

| Приход | | | | Расход | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Статьи | Масса, кг | Массовая доля, % | | Статьи | Масса, кг | Массовая доля, % | |
| | | к рабочей шихте | к сухой шихте | | | к рабочей шихте | к сухой шихте |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Сухая шихта | 919,54 | 91,954 | 100 | Кокс валовый | 725,395 | 72,5395 | 78,88 |
| Рабочая влага | 80,46 | 8,046 | - | Обратный коксовый газ | 133,06 | 13,306 | 14,47 |
| | | | | Смола | 32,18 | 3,218 | 3,499 |
| | | | | Сырой бензол | 8,585 | 0,8585 | 0,934 |
| | | | | Аммиак | 2,616 | 0,2616 | 0,285 |
| | | | | Сероводород | 1,014 | 0,1014 | 0,110 |
| | | | | Пирогенетическая влага | 16,69 | 1,669 | 1,815 |
| | | | | Рабочая влага | 80,46 | 8,046 | - |
| Итого | 1000 | 100 | 100 | Итого | 1000 | 100 | 100 |

[6, с. 16]

3.3 Расчет материального баланса коксования на заданную производительность

Исходные данные для расчета:

для расчета использовать данные технического анализа полученные в работе «Расчет материального баланса коксования на 1 т. шихты».

Производительность коксового цеха составляет 2710000 т в год валового кокса 6% влажности.

Алгоритм расчета

1. Предварительные расчеты

1.1 Определяем производительность коксохимического завода по сухому валовому коксу по формуле:

$$\boldsymbol{G}_{\text{к}}^{\text{с}} = \boldsymbol{G}_{\text{к}}^{\text{в}} \cdot \frac{\mathbf{100} - \boldsymbol{W}_{\text{к}}}{\mathbf{100}} \text{ т/г}, \quad (19)$$

где $\boldsymbol{G}_{\text{к}}^{\text{с}}$- производительность КХП по коксу т/г;

$\boldsymbol{G}_{\text{к}}^{\text{в}}$- производительность по валовому коксу 6% влажности;

$\boldsymbol{W}_{\text{к}}$- влажность валового кокса.

$$\boldsymbol{G}_{\text{с}}^{\text{к}} = \mathbf{2710000} \cdot \frac{\mathbf{100} - \mathbf{6}}{\mathbf{100}} = \mathbf{2547400} \text{ т/г; } \mathbf{6979,178} \text{ т/сут; } \mathbf{290799,087} \text{ кг/ч}$$

2. Определяем статьи прихода:

2.1 Определяем расход угольной шихты для заданной производительности по коксу по формуле:

$$\boldsymbol{G}_{\text{ш}}^{\text{с}} = \boldsymbol{G}_{\text{к}}^{\text{с}} \cdot \frac{\mathbf{100}}{\text{В}_{\text{к}}^{\boldsymbol{d}}} \text{ т/г}, \quad (20)$$

где $\boldsymbol{G}_{\text{ш}}^{\text{с}}$-годовой расход сухой угольной шихты т/г;

$\text{В}_{\text{к}}^{\boldsymbol{d}}$- выход кокса с 1 т сухой шихты.

$$\boldsymbol{G}_{\text{ш}}^{\text{с}} = \mathbf{2547400} \cdot \frac{\mathbf{100}}{\mathbf{78,887}} = \mathbf{3229175,91} \text{ т/г; } \mathbf{8847,057} \text{ т/сут; } \mathbf{368627,387} \text{кг/ч.}$$

2.2 Расход рабочей шихты для заданной производительности по коксу определяем по формуле:

$$G_{ш}^{раб} = G_{к}^{с} \cdot \frac{100}{В_{к}^{раб}} \text{ т/г,} \quad (21)$$

где $В_{к}^{раб}$- выход кокса с 1 т рабочей угольной шихты.

$G_{ш}^{раб} = 2547400 \cdot \frac{100}{72,5395} = 3511741,88$ т/г; $9621,207$т/сут; $400883,776$ кг/ч.

2.3 Количество рабочей влаги определяется по разности между массой рабочей и сухой шихты по формуле:

$$\Delta G = G_{ш}^{раб} - G_{ш}^{с}, \quad (22)$$

$\Delta G = 3511741,88 - 3229175,91 = 282565,97$т/г; $774,15$т/сут; $32256,389$кг/ч.

3. Определяем статьи расхода:

Выход химических продуктов коксования по весу определяется исходя из расхода рабочей шихты, идущей на коксование по формуле:

$$q_i = \frac{G_{ш}^{раб} \cdot В_i^{раб}}{100} \text{ т/г,} \quad (23)$$

где $q_i$- итый продукт коксования т/г;

$В_i^{раб}$- выход итого продукта в %.

3.1 Определяем выход обратного коксового газа:

$$q_{о.к.г.} = \frac{3229175,91 \cdot 14,470}{100} = 467261,754 \text{ т/г; } 1280,169\text{т/сут; } 53340,383\text{кг/ч}$$

3.2 Определяем выход безводной смолы:

$$q_{см} = \frac{3229175,91 \cdot 3,499}{100} = 112988,865 \text{ т/г; } 309,558\text{т/сут; } 12898,272\text{кг/ч.}$$

3.3 Определяем выход сырого бензола:

$$q_{с.б.} = \frac{3229175,91 \cdot 0,934}{100} = 30160,503\text{т/г; } 82,632\text{т/сут; } 3442,979\text{кг/ч.}$$

3.4 Определяем выход аммиака:

$$q_{NH_3} = \frac{3229175,91 \cdot 0,285}{100} = 9203,152 \text{ т/г; } 25,214\text{т/сут; } 1050,588\text{кг/ч.}$$

3.5 Определяем выход серы:

$$q_S = \frac{3229175,91 \cdot 0,110}{100} = 3552,093\text{т/г; } 9,732\text{т/сут; } 405,490\text{кг/ч.}$$

3.6 Определяем выход пирогенетической влаги:

$$q_{П.В.} = \frac{3229175,91 \cdot 1,815}{100} = 58609,543 \text{ т/г; } 160,574\text{т/сут; } 6690,587\text{кг/ч.}$$

4. Данные расчетов сводим в сводную таблицу 7 материального баланса коксохимического завода производительностью 2710000 т/год валового кокса 6% влажности.

Таблица 7 - Материальный баланс по сырью и продуктам коксования

| Приход | | | | Расход | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наименование статьи | т/г | т/сут | кг/ч | Наименование статьи | т/г | т/сут | кг/ч |
| Сухая шихта | 3229175,91 | 8847,057 | 368627,387 | Кокс валовый | 2547400 | 6979,178 | 290799,087 |
| Влага шихты | 282565,97 | 774,15 | 32256,389 | Коксовый газ | 467261,754 | 1280,169 | 53340,383 |
| | | | | Безводная смола | 112988,865 | 309,558 | 12898,272 |
| | | | | Сырой бензол | 30160,503 | 82,632 | 3442,98 |
| | | | | Аммиак | 9203,152 | 25,214 | 1050,588 |
| | | | | Сера | 3552,093 | 9,732 | 405,490 |
| | | | | Пирогенетическая влага | 58609,543 | 160,574 | 6690,587 |
| | | | | Рабочая влага | 282565,97 | 774,15 | 32256,389 |
| Итого | 3511741, | 9621,20 | 400883,7 | Итого | 3511741, | 9621,20 | 400883,77 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 88 | 7 | 76 | | 88 | 7 | 6 |

$$\text{Невязка} = \frac{\text{Приход} - \text{Расход}}{\text{Приход}} \cdot \mathbf{100}\%, \quad ((24)$$

$$\text{Невязка} = \frac{\mathbf{3511741,88 - 3511741,88}}{\mathbf{3511741,88}} \cdot \mathbf{100}\% = \mathbf{0}\ \text{т/г}$$

$$\text{Невязка} = \frac{\mathbf{9621,207 - 9621,207}}{\mathbf{9621,207}} \cdot \mathbf{100}\% = \mathbf{0}\ \text{т/сут}$$

$$\text{Невязка} = \frac{\mathbf{400883,776 - 400883,776}}{\mathbf{400883,776}} \cdot \mathbf{100}\% = \mathbf{0}\ \text{кг/ч}$$ [6, с. 34]

3.4 Расчет подогревателя масла

В паровой подогреватель поступает насыщенное бензольными углеводородами масло, количество поглотительного масла устанавливается в соответствии с ТИ, а количество бензольных углеводородов из таблицы 7 по количеству сырого бензола, в следующем количестве, кг/ч:

| | |
|---|---|
| Поглотительное масло | 110000 |
| Бензольные углеводороды | 3442,98 |
| Итого | 113442,98 |

Принимаем содержание воды в поступающем масле с запасом, равным 1% от общей массы масла, что составляет 1134,4298 кг/ч.

Таким образом, общее количество масла, воды и бензольных углеводородов составит 114577,4098 кг/ч.

В поглотительном масле «дебензине» остается 0,3 % (340,33 кг/ч) бензольных углеводородов, поэтому их количество будет равно 3442,98-340,33=3102,65 кг/ч.

Так как состав сырого бензола принят равным, %:

- бензол 73;
- толуол 21;
- ксилол 5;
- сольвент 1;

то содержится, кг/ч:

- бензола 3102,65*0,73=2264,9345;
- толуола 3102,65*0,21=651,5565;
- ксилола 3102,65*,005=155,1325;
- сольвентов 3102,65*0,01=31,0265;
- итого 3102,65.

Для расчета подогревателя необходимо знать состав бензольных углеводородов в обезбензоленном масле. Последний получается в результате процесса отгонки бензольных углеводородов в дистилляционной колонне и может быть определен лишь при расчете колонны.

Для предварительного расчета этот состав можно определить по следующим уравнениям:

- содержание бензола $C''_б = \mathbf{0,038} \cdot C'_б$ (25)
- содержание толуола $C''_т = \mathbf{1,11} \cdot C'_т$ (26)
- содержание ксилолов $C''_к = \mathbf{9,4} \cdot C'_к$ (27)
- содержание сольвентов $C''_с = \mathbf{1} - C''_б - C''_т - C''_к$ (28)

где $C'_б$, $C'_т$, $C'_к$ - состав бензольных углеводородов, находящихся в сыром бензоле;

$C''_б$, $C''_т$, , $C''_к$ $C''_с$ - состав бензольных углеводородов, находящихся в обезбензоленном масле.

В нашем случае:

$C''_б = \mathbf{0,038 \cdot 0,73 = 0,028}$ или 2,8 %

$C''_т = \mathbf{1,11 \cdot 0,21 = 0,234}$ или 23,4 %

$C''_к = \mathbf{9,4 \cdot 0,05 = 0,47}$или 47 %

$C''_с = \mathbf{1 - 0,028 - 0,234 - 0,47 = 0,268}$ или 26,8 %

При общем остаточном содержании бензольных углеводородов в масле 340,33 кг/ч содержание отдельных компонентов будет равно, кг/ч:

- бензола 340,33*0,028=9,53;
- толуола 340,33*0,234=79,64;
- ксилола 340,33*0,47=159,96;
- сольвентов 340,33*0,268=91,20;
- итого 340,33.

Таким образом, количество отдельных компонентов, поступающих в подогреватель равно, кг/ч:

- бензола 2264,9345+9,53=2274,4645;
- толуола 651,5565+79,64=731,1965;
- ксилола 155,1325+159,96=315,0925;
- сольвентов 31,0265+91,20=122,2265;
- итого 3442,98.

В подогреватель поступает следующее количество веществ:

- поглотительного масла 110000;
- бензола 2274,4645;
- толуола 731,1965;
- ксилола 315,0925;
- сольвентов 122,2265;
- воды 1134,4298;
- итого 114577,4098.

Для определения количества отгоняемых в подогревателе при нагреве масла продуктов принимаем температуру подогрева масла, равную 135° С, давление паров на выходе из подогревателя 820 мм рт. ст. и что вся вода из масла полностью отгоняется.

Если обозначить через $\varphi_б$, $\varphi_т$, $\varphi_к$, $\varphi_с$, $\varphi_м$, $\varphi_в$ доли бензола, толуола, ксилолов, сольвентов, масла и воды, оставшихся в масле, то они могут быть определены из следующей системы уравнении:

$$\boldsymbol{\varphi_i} = \frac{\boldsymbol{\varphi}_б \cdot p_б}{\boldsymbol{\varphi}_б \cdot p_б + (\mathbf{1} - \boldsymbol{\varphi}_б) p_{\boldsymbol{i}}}, \quad (29)$$

$$\boldsymbol{\varphi}_в = \mathbf{0}, \quad (30)$$

$$A = \frac{P \cdot \sum \frac{\boldsymbol{\varphi_i} \cdot \boldsymbol{G_i}}{\boldsymbol{M_i}}}{\sum \frac{\boldsymbol{G_i}}{\boldsymbol{M_i}} - \sum \frac{\boldsymbol{\varphi_i} \cdot \boldsymbol{G_i}}{\boldsymbol{M_i}}}, \quad (31)$$

$$\boldsymbol{\varphi}_б = \frac{A}{A + p_б}, \quad (32)$$

где $p_i$ - упругости компонентов, мм рт. ст.;

P - общее давление паров на выходе из подогревателя, мм рт. ст.;

$G_i$ - количество компонентов, поступающих в подогреватель, кг/ч;

$M_i$ - молекулярные массы компонентов.

Для определения значения $\varphi_i$ необходимо вначале задаться значением $\varphi_б$, затем по приведенным выше уравнениям определить $\varphi_т$, $\varphi_к$, $\varphi_с$, $\varphi_м$, далее определить А и проверить $\varphi_б$ по формуле 32.

Упругости компонентов при 135° С равны, мм рт. ст.: $p_б$ = 3160, $p_т$ = 1600, $p_к$ = 720, $p_с$ = 346, $p_м$ = 78. Задаемся $\varphi_б$ = 0,69.
Тогда:

$$\varphi_т = \frac{0,69 \cdot 3160}{0,69 \cdot 3160 + (1 - 0,69) \cdot 1600} = 0,815$$

$$\varphi_к = \frac{0,69 \cdot 3160}{0,69 \cdot 3160 + (1 - 0,69) \cdot 720} = 0,908$$

$$\varphi_с = \frac{0,69 \cdot 3160}{0,69 \cdot 3160 + (1 - 0,69) \cdot 346} = 0,953$$

$$\varphi_м = \frac{0,69 \cdot 3160}{0,69 \cdot 3160 + (1 - 0,69) \cdot 78} = 0,989$$

$$\sum \frac{G_i}{M_i} = 682,76$$

$$\sum \frac{\varphi_i \cdot G_i}{M_i} = 0.69 \cdot 19.3 + 0.815 \cdot 5.1 + 0.908 \cdot 1.78 + 0.953 \cdot 0.58 + 0.989 \cdot 598.2 = 611.3$$

Величина

$$A = \frac{611,3}{682,76 - 611,3} \cdot 820 = 7012$$

Проверяем

$$\varphi_б = \frac{7012}{7012 + 3160} = 0,69$$

Таким образом, в жидкой фазе остается, кг/ч:

- поглотительного масла 110000*0,989=108790;
- бензола 2274,4645*0,69=1569,3805;
- толуола 731,1965*0,815=595,9251;
- ксилола 315,0925*0,908=286,104;
- сольвентов 122,2265*0,953=116,4819;
- итого 111357,8915.

Количество образовавшейся паровой фазы, кг/ч:

- поглотительного масла 110000-108790=1210;
- бензола 227404645-1569,3805=705,084;
- толуола 731,1965-595,9251=135,2714;
- ксилола 315,0925-286,104=28,9885;
- сольвентов 122,2265-116,4819=5,7446;
- водяных паров 1134,4298;
- итого 3219,5183.

Содержание бензольных углеводородов в жидкой фазе после подогревателя равно $\frac{111357,8916 - 10790}{108790} 100 = 2,36\%$ от массы чистого масла.

Материальный баланс подогревателя приведет в таблице 8.

Таблица 8 - Материальный баланс подогревателя

| Компоненты | Поступило | Осталось в жидкой фазе | Перешло в паровую фазу |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Поглотительное масло | 110000 | 108790 | 1210 |
| Бензол | 2274,4645 | 1569,3805 | 705,084 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Толуол | 731,1965 | 595,9261 | 135,2714 |
| Ксилол | 315,0925 | 286,104 | 28,9885 |
| Сольвент | 122,2265 | 116,4819 | 8,7446 |
| Вода | 1134,4298 | - | 1134,4298 |
| Итого | 114577,4098 | 111357,8915 | 3219,5183 |

[7, с. 193]

3.5 Расчет трубчатой печи

В трубчатую печь поступает насыщенное поглотительное масло из теплообменников в составе, кг/ч:

- поглотительное масло 110000;
- бензол 2274,4645;
- толуол 731,1965;
- ксилол 315,0925;
- сольвент 122,2265;
- вода 1134,4298;
- итого 114577,4098.

Принимаем, что масло нагревается в трубчатой печи до 180° С. Определим количество отгоняемых продуктов в паровую фазу и остающихся в жидкой фазе. Упругости компонентов при 180° С равны, мм рт. ст.:
$P_б = 7625$, $p_т = 3580$, $p_к = 2230$, $p_с = 800$, $p_м = 370$.
Принимаем давление на выходе из трубчатой печи 850 мм рт. ст. Расчет ведем по формулам (29-32).
Задаемся $\varphi_б = 0{,}32$.
Тогда:

$$\varphi_т = \frac{0,32 \cdot 7625}{0,32 \cdot 7625 + (1 - 0,32) \cdot 3580} = 0,501$$

$$\varphi_к = \frac{0,32 \cdot 7625}{0,32 \cdot 7625 + (1 - 0,32) \cdot 2230} = 0,616$$

$$\varphi_с = \frac{0,32 \cdot 7625}{0,32 \cdot 7625 + (1 - 0,32) \cdot 800} = 0,816$$

$$\varphi_м = \frac{0,32 \cdot 7625}{0,32 \cdot 7625 + (1 - 0,32) \cdot 370} = 0,905$$

$$\sum \frac{G_i}{M_i} = 682,76$$

$$\sum \frac{\varphi_i \cdot G_i}{M_i} = 0.32 \cdot 19.3 + 0.501 \cdot 5.1 + 0.616 \cdot 1.78 + 0.816 \cdot 0.58 + 0,905 \cdot 598.2 = 551,32$$

Величина

$$A = \frac{551,32}{682,76 - 551,32} \cdot 850 = 3570$$

Проверяем

$$\varphi_б = \frac{3570}{3570 + 7625} = 0,32$$

что совпадает с принятым ранее значением $\varphi_б$.
Таким образом, в жидкой фазе остается, кг/ч:

– поглотительное масло 110000*0,905=99550;

– бензол 2274,4645*0,32=727,8286;

– толуол 731,1965*0,501=366,3294;

– ксилол 315,0925*0,616=194,097;

– сольвент 122,2265*0,816=99,7368;

– итого 100937,9918.

Переходит в паровую фазу, кг/ч:

– поглотительное масло 110000-99550=10450;

– бензол 2274,4645-727,8286=1546,6359;

– толуол 731,1965-366,3294=364,8671;

– ксилол 315,0925-194,097=120,9955;

– сольвент 122,2265-99,7368=22,4897;

– водяной пар 1134,4298;

– итого 13639,418.

Содержание бензольных углеводородов в жидкой фазе после трубчатой печи равно $\frac{100937{,}9918-99550}{99550}\mathbf{100} = \mathbf{1{,}39}\%$ от массы чистого масла.

Материальный баланс представлен в таблице 9.

Таблица 9 - Материальный баланс трубчатой печи.

| Компоненты | Поступает, кг/ч | Выходит в жидком виде, кг/ч | Выходит в паро-образном виде, кг/ч |
|---|---|---|---|
| Бензол | 2274,4645 | 727,8286 | 1546,6359 |
| Толуол | 731,1965 | 366,3294 | 364,8671 |
| Ксилол | 315,0925 | 194,097 | 120,9955 |
| Сольвент | 122,2265 | 99,7368 | 22,4897 |
| Поглотительное масло | 110000 | 99550 | 10450 |
| Вода | 1134,4298 | - | 1134,4298 |
| Итого | 114577,4098 | 100937,9918 | 13639,418 |

[7, с. 256]

3.6 Расчет дистилляционной колонны в условиях нагрева масла в трубчатых печах

В нижнюю часть колонны из трубчатой печи поступает жидкая фаза следующего состава:

– бензол 727,8286;

– толуол 366,3294;

– ксилол 194,097;

– сольвент 99,7368;

– поглотительное масло 99550;

– итого 100937,9918.

Принимая число тарелок в колонне 12 шт., определим необходимый расход пара, обеспечивающий при температуре низа колонны, равной 175° С, необходимый отгон бензольных углеводородов.

Количество бензольных углеводородов в обезбензоленном масле должно составить, как указано было ранее, 340,33 кг/ч.

Принимаем отношение количества молей масла к количеству молей пара l=5,56. Упругости компонентов при 175° С в мм рт. ст. равны:
$p_б$ = 7000, $p_Т$ = 3150, $p_к$ = 1900, $p_с$ = 750, $p_м$ = 320.
При давлении в колонне 820 мм рт. ст. константы равновесия для каждого из компонентов равны:

$$К_б = \frac{\mathbf{7000}}{\mathbf{820}} = \mathbf{8,54}$$

$$К_т = \frac{3150}{820} = 3,84$$

$$К_к = \frac{1900}{820} = 2,32$$

$$К_с = \frac{750}{820} = 0,915$$

$$К_м = \frac{320}{820} = 0,39$$

Таким образом, степени отгона каждого компонента будут равны:

$$\eta_б = \frac{1 - \left(\frac{5,56}{8,54}\right)^6}{1 - \left(\frac{5,56}{8,54}\right)^7} = 0,972,$$

$$\eta_т = \frac{\left(\frac{5,56}{3,84}\right)^6 - 1}{\left(\frac{5,56}{3,84}\right)^7 - 1} = 0,665,$$

$$\eta_к = \frac{\left(\frac{5,56}{2,32}\right)^6 - 1}{\left(\frac{5,56}{2,32}\right)^7 - 1} = 0,415,$$

$$\eta_с = \frac{\left(\frac{5,56}{0,915}\right)^6 - 1}{\left(\frac{5,56}{0,915}\right)^7 - 1} = 0,164,$$

$$\eta_м = \frac{\left(\frac{5,56}{0,39}\right)^6 - 1}{\left(\frac{5,56}{0,39}\right)^7 - 1} = 0,079.$$

Следовательно, испарилось в нижней части колонны, кг/ч:

- бензола 727,8286*0,972=707,4494;
- толуола 366,3294*0,665=243,609;
- ксилола 194,097*0,415=80,5503;
- сольвентов 99,7368*0,164=16,3568;
- поглотительного масла 99550*0,070=6968,5;
- итого 8016,4655.

Осталось в жидкой фазе, кг/ч:

- бензола 727,8286-707,4494=20,5;
- толуола 366,3294-243,609=122,73;
- ксилола 194,097-80,5503=113,6;
- сольвентов 99,7368-16,3568=83,5;
- масло 99550-6968,5=92581,5;

– итого 92921,83.

Расход пара получим исходя из удельного расхода масла l=5.56 кмолей масла на кмоль пара или $G_п = 99550 \cdot \frac{18}{170 \cdot 5,56} = 1895,79$ кг/ч;

что составляет на 1 т масла $\frac{1895,79}{99,55} = 19,04$ кг и на 1 кг сырого бензола $\frac{1895,79}{3102,65} = 0,611$ кг.

Количество паров, поступающих в верхнюю часть колонны, приведено в таблице 10.

Таблица 10 - Материальный баланс верхней части колонны.

| Компоненты | Из трубчатой печи, кг/ч | Из нижней части колонны, кг/ч | Всего, кг/ч |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Бензол | 1546,6359 | 707,4494 | 2254,0853 |
| Толуол | 364,8671 | 243,609 | 608,4761 |
| Ксилол | 120,9955 | 80,5503 | 201,5458 |
| Сольвент | 22,4897 | 16,3568 | 38,8465 |
| Поглотительное масло | 10450 | 6968,5 | 17418,5 |
| Водяные пары | 1134,4298 | 1895,79 | 3030,2198 |
| Итого | 13639,418 | 9912,2555 | 23551,6735 |

Температура эвтектики определяем из уравнения:

$$t_э = \frac{P}{33.5} + 76,8. \quad (33)$$

Принимаем давление на выходе из колонны P=790 мм рт. ст., тогда температура эвтектики:

$t_э = \frac{790}{33,6} + 76,8 = 100,4°C$.

Состав паров в эвтектике

$x_{м.э.} = \frac{0,8 \cdot 100,4 - 63}{790} = 0,022$ и $x_{в.э.} = 0,978$.

Переведем количество поглотительного масла и водяного пара с кг/ч в кмоль/ч:

| | кг/ч | кмоль/ч |
|---|---|---|
| – поглотительное масло | 17418,5 | 102,5 |
| – водяной пар | 3030,2198 | 168,35 |

Принимая в верхней части колонны 12 тарелок, фактический состав паров, выходящих из колонны, будет равен

$x_в = \frac{168,35}{168,35 + 102,5 - \frac{12 \cdot 19300}{10600}} = 0,676$.

Температура паров при выходе из колонны в дефлегматор будет равна

$t = 230 - \frac{230 - 100,4}{0,978} \cdot 0,676 = 140°C$.

Количество сконденсировавшегося масла в верхней части колонны

$$m_м = m_{м_1} - m_{в_1} \cdot \frac{1 - x_в}{x_в} \quad (34)$$

$m_м = 102,5 - 168,35 \cdot \frac{1 - 0,676}{0,676} = 21,8$ кмоль/ч или 21,8*170=3706 кг/ч.

Следовательно, остается в паровой фазе масло в количестве 17418,5-3706=13712,5 кг/ч, которое направляется в дефлегматор для дальнейшей конденсации. [7, с. 275]

## 4 Охрана труда и окружающей среды

### 4.1 Техника безопасности в бензольном отделении

Включать и выключать газовую аппаратуру бензольного отделения следует только с разрешения начальника цеха и в присутствии начальника смены, а в аварийных случаях самостоятельно в соответствии с планом ликвидации аварий.

О включении и выключении газовой аппаратуры необходимо предупредить машиниста газодувных машин.

Работы, связанные с отключением газовой аппаратуры на ремонт, ревизию, чистку или промывку, пропарку следует производить в соответствии с требованием, предусмотренными в наряде-допуске.

Во избежание загазованности производственных помещений аппаратчик должен следить за работой вентиляционных установок. Отключение вентиляционных установок производить только в случае их неисправности или пожара с последующим докладом начальнику смены. При появлении загазованности доложить начальнику цеха, начальнику смены.

При обнаружении течи продукта, пропусков газа или паров бензола немедленно удалить людей с этого участка, прекратить работу на данное время, доложить начальнику смены, начальнику цеха для принятия мер по устранению течи. Работать в защитных респираторах, противогазах.

Разливы бензола, флегмы, масла и других продуктов должны быть немедленно убраны. Уборка должна производиться по наряду-допуску, в газозащитной аппаратуре, в присутствии начальника смены и под наблюдением газоспасателя. В течение всего времени уборки необходимо обеспечивать усиленное проветривание помещений.

Ликвидацию утечек газа производить по наряду-допуску, под руководством начальника смены, соблюдая меры безопасности при производстве газоопасных работ с применением средств защиты.

Перед пропаркой коммуникаций необходимо линию отключить от аппарата и обеспечить сток конденсата. При пропарке коммуникаций нельзя находиться напротив фланцевых соединений пропариваемого трубопровода.

При обслуживании оборудования пользоваться исправными лестницами, площадками с ограждениями. При ходьбе быть внимательным, чтобы не упасть.

Во избежание гидравлических ударов задвижки, краны, вентили на паропроводах и трубопроводах горячих жидкостей необходимо открывать медленно. При возникновении гидравлических ударов на том участке подачи воды или пара в магистральные трубопроводы должна быть уменьшена, а при сильных ударах - совершенно прекращена, до полного выяснения и устранения причины возникновения гидравлических ударов.

При обслуживании оборудования, арматуры, расположенной на высоте, необходимо пользоваться только исправными лестницами и площадками, лестница должна иметь бирку с указанием срока годности. При работе на высоте 1,3 м и выше пользоваться предохранительным поясом.

Перед включением насоса в работу необходимо проверить исправность заземления корпуса электродвигателя и пусковой аппаратуры, а также состояние фланцевых соединений, сальниковых уплотнений и наличие защитных кожухов на соединительных муфтах.

Осмотр, ремонт технологических трубопроводов, расположенных на эстакадах без проходных площадок, производить в присутствии начальника смены по наряду-допуску на работы повышенной опасности.

При выводе полимеров из регенератора, а также при определении уровня полимеров в регенераторе контрольными кранами, необходимо надевать защитные очки. Во избежание выброса полимеров из сборника необходимо следить, чтобы туда не попала вода.

При выпуске полимеров соблюдать осторожность, т.к. возможны их выбросы и разбрызгивание.

Отбор проб следует производить в специально оборудованных хорошо освещенных точках, пользуясь специальными приспособлениями и посудой, исключающими искрообразование.

Проверять исправность манометров на решоферах ежедневно, т.к. это сосуды, работающие под давлением.

Следить за достаточностью освещенности рабочих мест.

Контролировать исправность манометров, установленных на всех агрегатах бензольного отделения и при обнаружении неисправных манометров сообщить начальнику смены.

Не допускать повышения давления в дистилляционных и разделительных колоннах выше 0,05 МПа (0,5 кгс/см$^2$), в регенераторах не выше 0,06 МПа (0,6 кгс/см$^2$).
При пуске агрегатов бензольного отделения (дистилляционных и разделительных колонн, решеферов, регенераторов и др.) подачу пара на подогреватели осуществлять медленным открыванием вентиля, следить при этом за показаниями манометров давления пара и давления в аппарате.
Замеры уровней в сборниках бензола производить линейками из металла, не дающего искры.
Систематически контролировать работу бензольных сепараторов и не допускать попадания сырого бензола в канализацию.
Не оставлять открытыми люки, лазы, замерные лючки сборников бензола и масла, хранилищ и аппаратов.
Систематически следить за давлением технической воды на коллекторе при падении давления воды в коллекторе ниже 0,12 МПа (1,2 кгс/см$^2$) немедленно прекратить подачу пара на дистилляционные и разделительные колонны, решоферы и регенераторы, сообщив об этом начальнику смены.
Не допускать утечек продуктов и паров продукта в неплотности арматуры, коммуникации, а также через неплотности в сальниках насосов.
В случаях разливов сырого бензола или каменноугольного поглотительного масла, немедленно убрать его, соблюдая при этом правила пожарной безопасности и правила безопасности в газовом хозяйстве. Работу производить в газозащитных аппаратах в присутствии газоспасателя.
Следить за чистотой воздушников на сепараторах, конденсаторах и сборников и проверять не реже одного раза в смену. [8, с. 33]

4.2 Пожарная безопасность в бензольном отделении

Технологические процессы в бензольном отделении цеха Улавливания - 1 должны проводиться в соответствии с регламентами, правилами технической эксплуатации и другой утвержденной в установленном порядке нормативно-технической и эксплуатационной документацией, а аппаратура и оборудование, предназначенные для использования пожароопасных и взрывопожароопасных веществ и материалов, должна соответствовать конструкторской документации. При этом должна предусматриваться автоматизация контроля и управления технологическими процессами.
Технологический и ремонтный персонал цеха Улавливания должен знать данные о взрывопожароопасных свойствах коксового и природного газов, каменноугольной смолы и других материалов, используемых в технологическом и эксплуатационном процессе, их пожарную опасность.
Технологическая аппаратура и оборудование должны иметь исправные приборы контроля, защиты, регулирования и управления, обеспечивающие взрывопожаробезопасность процесса.
Технологическая аппаратура и оборудование должны быть герметизированы. Запрещается эксплуатировать аппаратуру и оборудования при наличии пропусков газа.
Разогрев замерзшей аппаратуры, запорной арматуры, трубопроводов следует производить паром, горячей водой и другими безопасными способами. Применение для этих целей открытого огня не допускается.
Во взрывопожароопасных участках и помещениях цеха должен применяться только инструмент, изготовленный из безыскровых материалов или в соответствующем взрывобезопасном исполнении, а переносные металлические лестницы и площадки с резиновыми подпятниками.
Около оборудования, имеющего повышенную пожарную опасность, следует вывешивать стандартные знаки безопасности.
Не разрешается проводить работы на оборудовании, установках и насосах с неисправностями, которые могут привести к пожару, а также при отключенных контрольно-измерительных приборах и технологической автоматике, обеспечивающих контроль заданных режимов температур, давления и других, регламентированных условиями безопасности параметров.
Не допускается выпуск коксового газа в атмосферу и каменноугольной смолы в канализационные системы.

Производить ремонт оборудования и газопроводов в помещении при неработающей вентиляции не разрешается, при отсутствии вентиляции установить переносную вентиляцию во взрывобезопасном исполнении.
Взрывопожароопасные и пожароопасные объекты цеха Улавливания должны быть защищены от ударов молний, электростатической и электромагнитной индукции, заноса высоких потенциалов устройствами молниезащиты.
Для защиты от статического электричества должно быть выполнено заземление оборудования, резервуаров, трубопроводов, электронасосных агрегатов. [9, с. 28]

4.3 Основные вредности и мероприятия по защите от них

На химических предприятиях на всех стадиях технологического процесса в качестве исходных, промежуточных, побочных и конечных продуктов выступают химические вещества. Находясь в виде газов, паров или жидкостей, а также пыли, дыма или тумана, они оказывают вредное воздействие на здоровье работающих, загрязняя воздух рабочей зоны, кожные покровы и одежду людей, а также стены, полы и поверхность оборудования.
Согласно определению, данному в ГОСТ 12.1.007-99, «Вредное вещество - вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушений требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений». По характеру воздействия на организм человека вредные химические вещества подразделяются: на токсичные, раздражающие, сенсибилизирующие, канцерогенные, мутагенные и вещества, влияющие на репродуктивную функцию. По путям проникновения в организм они делятся на проникающие через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожные покровы. [10 с. 138]
Санитарными нормами установлены следующие предельно - допустимые концентрации ядовитых газов и паров в воздухе рабочих помещений, при которых допускается пребывание людей без газозащитной аппаратуры, которые представлены в таблице 11.
Таблица 11 - ПДК вредных веществ в воздухе рабочих помещений

| Наименование | Химическая формула | Содержание мг/м$^3$ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Окись углерода | $CO$ | 20 |
| Бензол | $C_6H_6$ | 5 |
| Аммиак | $NH_3$ | 20 |
| Фенол | $C_6H_5OH$ | 0,3 |
| Ртуть | $Hg$ | 0,01 |
| Нафталин | $C_{10}H_8$ | 20 |
| Цианистый водород | $HCN$ | 0,3 |
| Окислы азота (в пересчете на $NO_2$) | | 5 |
| Кислота серная | $H_2SO_4$ | 1 |
| Антрацен | $C_{14}H_{10}$ | 0,1 |
| Аэрозоли и пары, выделяемые лаком, пеком, дегтем для дорожного строительства, маслами | | 0,2 |
| Щелочь | $NaOH$ | 0,5 |
| Толуол | $C_6H_5CH_3$ | 50 |

Коксовый газ представляет собой механическую смесь различных газов и паров: метана, водорода, окиси углерода, аммиака, паров каменноугольной смолы и других веществ. Состав коксового газа зависит от состава шихты и температурного режима коксования.
Состав коксового газа:
- водород 57 - 58%;
- метан 22 - 28%;
- тяжелые углеводороды: этан, пропан, бутан 1,5 - 2%;
- азот 4 - 5 %;

- окись углерода CO 6 - 7%;
- углекислый газ $CO_2$ 2,5 - 3%;
- кислород $O_2$ до 1%.

Физические свойства коксового газа:
- теплотворная способность - 3600-3700 ккал/м$^3$;
- удельный вес 0,43 - 0,45 кг/ м$^3$ (в три раза легче воздуха);
- максимальная температура горения - 2060 °С;
- взрывоопасен в смеси с воздухом:

а) нижний предел взрываемости по объему 6% газа (остальное воздух);

б) верхний - 32% газа (остальное воздух);
- температура воспламеняемости 550 °С.

Не имеет цвета, вкуса, имеет резкий запах нафталина, тухлых яиц за счет содержания сероводорода.

На организм человека действует отравляюще вследствие того, что в его составе содержатся такие ядовитые вещества, как окись углерода, аммиак, цианистые соединения и сероводород. Кроме того, наличие паров каменноугольной смолы, сероводорода, цианистых соединений, нафталина, бензола, фенолов, аммиака в конденсате еще более повышает токсические свойства коксового газа. Последние вещества раздражающе действуют на слизистую оболочку глаз, органов дыхания, на кожный покров человека, иногда вызывая серьёзные кожные заболевания.

Бензол $C_6H_6$.

Бензол - ароматический углеводород. Бесцветная, ядовитая, со специфическим запахом, огнеопасная, легкоиспаряющаяся жидкость. Удельный вес паров 3,57 кг/м$^3$, кипит при 80 °С. Пары бензола взрывоопасны в смеси с воздухом в пределах от 1,5 до 10% (остальное воздух). Бензол сильный яд и действует на человека отравляюще, при концентрации 100 и более мг/м$^3$ в течение нескольких минут смертельно.

Каменноугольная смола

Смола каменноугольная обладает токсичными свойствами, канцерогенна. По степени опасности в соответствии с ГОСТ 12.1. 005 относится ко второму классу.

При систематическом воздействии паров смолы или длительном контакте с жидким продуктом могут возникать отравления, раздражение кожных покровов, слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей, легких, печени.

Признаки отравления - головная боль, головокружение, тошнота, рвота, потеря сознания, судороги.

В случае отравления пострадавшего вывести на свежий воздух, освободить от стесняющей одежды, обеспечить покой, тепло, дать крепкий сладкий чай.

При попадании капель смолы в глаза произвести промывание глаз водой.

При дерматитах и экземах необходимо прекратить соприкосновение с каменноугольной смолой и обратиться к врачу. В острый период воспаления кожи пораженный участок смазать 2% раствором борной кислоты.

При потере сознания применять нашатырный спирт, в случае отсутствия дыхания - искусственное дыхание методом «рот в рот» и сообщить в медпункт ООО «Мечел-Кокс».

Меры предупреждения заболеваний: индивидуальная защита, предварительные и периодические медицинские осмотры, молоко.

Предельно допустимые концентрации паров компонентов каменноугольной смолы в воздухе рабочей зоны установлены следующие:

- антрацен - 0,1 мг/м$^3$;
- фенол - 0,3 мг/м$^3$;
- фенантрен - 0,8 мг/м$^3$;
- пиридин - 5,0 мг/м$^3$;
- нафталин - 20,0 мг/м$^3$;
- смола каменноугольная - горючая жидкость;

– температура вспышки - 80-100 °С;

– температура воспламенения - 100-110 °С;

– температура самовоспламенения - 580-590 °С.

Токсичными компонентами с однонаправленным действием для смолы каменноугольной являются фенолы и нафталин.
Тушить смолу следует распыленной водой, углекислым газом, паром. [9, с. 42]

**Заключение**

Подвести итог проделанной работы:
- изложить выводы;
- обосновать выбор принятой схемы проекта;
- указать достоинства выбранной схемы для проекта

**Библиографический список**

Приводится перечень учебников, пособий, методических разработок, электронных сайтов, используемых при написании ПЗ

**Приложение А** Курсовое задание

**Графическая часть**
2 чертежа формата А1

## 1.3 ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение А**
Курсовое задание
**Приложение Б**
Оформление титульного листа Аннотации  и листа «Содержание»

*ПРИЛОЖЕНИЕ А*

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский многопрофильный колледж»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель ЦМК
В.А Дружинина
_____ 201 г.

**ЗАДАНИЕ**
**на курсовой проект студента**
**Бухарбаевой Бахыт Иржановны**
Группа КХ-401

1 Дисциплина (профессиональный модуль) **ПМ 01. Ведение технологического процесса производства кокса и коксохимических продуктов**

2 Тема проекта **Проект отделения первичного охлаждения коксового газа и конденсации смолы для блока коксовых печей производительностью 880000 т/год валового кокса**

3 Срок сдачи студентом законченной работы _____ 201 г.

4 Перечень вопросов подлежащих разработке

Введение.

1. Общая часть

1.1 Образование смолы в процессе коксования

1.2. Назначение отделения первичного охлаждения

1.3 Существующие способы очистки газа от аммиака

1.4 Технико-экономическое обоснование схемы для проекта

2. Специальная часть

2.1 Описание технологической схемы отделения первичного охлаждения

2.2 Технологический режим установки

2.3 Характеристика основного оборудования первичного охлаждения

2.4 Требования стандарта к качеству каменноугольной смолы

3 Расчетная часть

3.1 Определение качества угольной шихты

3.2 Расчет материального баланса коксования на 1 т.шихты

3.3 Расчет материального баланса коксования на заданную производительность

3.3 Расчет газосборника

3.5 Расчет материального и теплового балансов первичных трубчатых холодильников

4 Охрана труда и окружающей среды

4.1 Техника безопасности отделения

4.2.Пожарная безопасность в отделении

4.3.Основные вредности и мероприятия по защите от них

Заключение

Библиографический список

Перечень графического материала

Первичное охлаждение коксового газа. Схема комбинированная

АВОГ. Чертеж общего вида

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Наименование этапов дипломного проекта (работы) | Срок выполнения этапов проекта (работы) | Отметка о выполнении руководителя |
|---|---|---|
| Раздел 1 Общая часть | 6.02.201 | |
| Раздел 2 Специальная часть | 13.02.201 | |
| Раздел 3Расчетная часть | 1.03.201 | |
| Раздел 4Охрана труда | 13.03.201 | |
| Выполнение графической части | 31.03.201 | |
| Выполнение презентации | 3.04.201 | |
| Подготовка доклада | 7.04.201 | |

Руководитель проекта (работы) _____ С.А Гришина

Студент _____Б.И Бухарбаева

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**Титульный лист**

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский многопрофильный колледж»

**Проект очистки сточных вод в условиях КХП ООО «Мечел-Кокс»**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

по профессиональному модулю ПМ 01. Ведение технологического процесса производства кокса и коксохимических продуктов

18.02.10.13.00.00.ПЗ КП

Нормоконтролер
С.А. Гришина

_____201 г.

Руководитель
С.А. Гришина

_____201 г.

Автор проекта
студент группы КХ-401
Л.А. Серебрякова

_____201 г.

Проект защищен
с оценкой
_____

_____201 г

Челябинск 201

**Лист Аннотация**

# АННОТАЦИЯ

Серебрякова Л.А. Проект очистки сточных вод в условиях КХП ООО «Мечел-Кокс»
Челябинск: ЮУМК, 2016; с.55
Библиографический список, 5 наименований

Пояснительная записка курсового проекта включает 4 части.

В общей части рассмотреть теоретические основы очистки сточных вод, способы очистки, характеристика основных процессов.

В специальной части привести описание технологического процесса очистки сточных вод на ООО «Мечел-Кокс», характеристика основного оборудования, лабораторный контроль работы установки

В расчетной части рассчитать материальный баланс на заданную производительность и расчет количества воздуха, а также объем сооружений отделения биохимической установки.

В охране труда рассмотреть мероприятия по охране труда и окружающей среды

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 18.02.10.963.07.00.00.ПЗ КП | | |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата | | | |
| Выполнил | | Сереябрякова | | | Проект очистки сточных вод в условиях КХП ООО «Мечел-Кокс» | Лит. | Лист / Листов |
| Проверил | | Гришина | | | | К | 3 / 39 |
| Т. контр. | | | | | | ЮУМК КХ-401 | |
| Н. контр. | | Гришина | | | | | |
| Утв. | | | | | | | |



Зайцева

## Содержание

Введение .....

.....

1 Общая часть .....

1.1 Основная часть .....

1.2 Образование смолы в процессе коксования.....

1.3. Выход, состав и свойства смолы.....

1.4 Существующие схемы ректификации смолы.....

2 Специальная часть .....

2.1 Выбор, и технико-экономические обоснования технологической схемы дистилляции смолы для проекта.....

2.2 Описание технологической схемы. Технологический режим работы установки .....

2.3 Краткая характеристика оборудования.....

2.4 Лабораторный контроль отделения.....

2.5 Выход и качество получаемых фракций.....

3 Расчетная часть .....

3.1 Определение качества получаемых на заданную производительность установки .....

.....

3.2 Расчет трубчатой печи .....

3.3 Расчет материального и теплового баланса антраценовой колонны.....

3.4 Расчет материального и теплового баланса дистилляционной колонн.

4 Охрана труда.....

4.1 Основные вредности в отделении и меры защиты от них .....

Заключение.....

Библиографический список.....

## *Библиографический список*


1. http://www.ngpedia.ru/id335113p1.html
2. Ахметов, С.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых [Текст]: С.А Ахметов. – Спб: Недра – 2008
3. Кауфман, А.А. Технология коксохимического производства: учебное пособие [Текст]: А.А. Кауфман, Г.Д. Харлампович. — Екатеринбург: ВУХИН-НКА, 2005.
4. Улавливание и переработка химических продуктов коксования: справочник коксохимика том 3: в 6 т. под ред. [Текст]: А.Г. Старовойт. — Харьков: Издательский дом «ИНЖЭК», 2009
5. Гребенюк А.Ф. Коробчанский В.И. Улавливание химических продуктов коксования [Текст]: В.И Коробчанский Донецк, 2002
6. Глузман, Л.Д. Лабораторный контроль коксохимического производства [Текст]: Л.Д Глузман М.: Металлургия, 1968
7. Колесников, С.И. Экология [Текст]: С.И Колесников М.: Академ Центр, 2008
8. Новиков, Ю.В. Экология, окружающая среда и человек [Текст]: Ю.В. Новиков М.: ФАИР-ПРЕСС, 2003
9. Ковалев, Е.Т. Научные основы и технологии переработки каменноугольной смолы [Текст]: Е.Т. Ковалев – Харьков, 2001
10. Научные основы совершенствования техники и технология производства кокса Екатеринбург, 1999
11. Правила технической эксплуатации. – М.: Металлургия, 1985
12. Лейбович, Р. Е. Технология коксохимического производства [Текст]: Р.Е. Лейбович М.: Металлургия, 1982
13. Вирозу, И.В., Лейбович, Р.Е. Расчеты коксовых печей и процессов коксования [Текст]: И.В. Вирозу, Р.Е. Лейбович Киев: Вища школа, 1970.
14. Зашквара, В.Г., Дюканов, А.Г. Подготовка углей к коксованию [Текст]: В.Г. Зашквара, А.Г. Дюканов М.: Металлургия, 1981