АННОТАЦИЯ

Том 1, с. , табл. , рис. , библиографических ссылок , приложение .

Карбинол, синтез, реактор, катализатор, синтез-газ.

В данном дипломном проекте разработано производство карбинола-сырца на основе синтез-газа производительностью 150000 тонн в год. Изложены теоретические основы получения карбинола. Приведены расчеты материального и теплового балансов. Выполнены механические и технологические расчеты, разработана схема КИПиА.

Разработан раздел "Безопасность жизнедеятельности", рассмотрены вопросы гражданской обороны.

По итогам разработки экономической части проекта себестоимость карбинола-сырца годового выпуска составляет 759000,0 тыс.руб.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 .ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАДОВ ПРОИЗВОДСТВА КАРБИНОЛА

1. Трехфазный синтез карбинола
2. Синтез карбинола непосредственным окислением природного газа
3. Жидкофазное окисление попутных газов

2. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА И РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

3. ЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1.Физико-химические основы процесса

1. Требования, предъявляемые к свежему газу
2. Температура процесса
3. Характеристика сырья, материалов, полупродуктов и энергоресурсов
4. Характеристика производимой продукции
5. Описание технологической схемы производства  
   3.4.1. Нормы технологического режима

3.5.Материальный баланс производства

4. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

4.1. Тепловой расчет

1. Теплота, поступающая с исходной реакционной смесью и теплота,  
   уносимая продуктами реакций
2. Теплота химического превращения
3. Потери тепла в окружающую среду
4. Тепло, поступающее в реактор с электрообогревом

4.2.Механический расчет реактора

1. Расчет обечайки
2. Расчет днища и крышки реактора
3. Расчет опорной конструкции
4. Расчет штуцеров реактора и подбор фланцев к ним

4.3. Технологические и конструктивно - механические расчеты  
вспомогательного оборудования

4.3.1. Расчет теплообменника

4.3.2. Расчет аппарата воздушного охлаждения

4.3.3. Расчет и подбор ёмкостей

4.4.4. Подбор насосно – компрессорного оборудования

5. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Основные исходные данные
2. Определение потребителей электроэнергии и их мощности
3. Выбор рода тока и напряжения питания
4. Выбор типа электродвигателей и других силовых потребителей
5. Расчет установленной мощности освещения
6. Определение электрической нагрузки
7. Выбор схемы передачи и распределения электроэнергии
8. АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА
9. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ
10. Описание схемы автоматизации
11. Описание САР температуры подачи синтез-газа "холодного" байпаса
12. Спецификация на приборы и средства автоматизации
13. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
14. Характеристика потенциальных опасностей и вредностей, которые  
    могут возникнуть при реализации разрабатываемого проекта
15. Токсичные и взрывопожароопасные характеристики используемых  
    веществ
16. Классификация и категорирование производства
17. Санитарно-гигиеническая характеристика производства

8.5. Безопасность технологического процесса и оборудования.  
Электробезопасность

1. Пожарная безопасность
2. Защита окружающей среды
3. Предупреждение чрезвычайных ситуаций
4. Расчетно – аналитическая часть. Токсичность и взрывоопасность вещества (материала)

8.9.1. Элемент паспорта безопасности карбинола

8.10. Гражданская оборона

9. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

9.1. Выбор места строительства

1. Материалы и тип основных конструкций зданий
2. Краткая характеристика цеха

9.4. Отопление, водопровод, канализация

10. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

10.1. Технико-экономический расчет

1. Определение производственной мощности цеха
2. Определение стоимости строительства зданий

10.1.3. Определение стоимости оборудования

10.2. Вопросы труда и заработной платы

* + 1. Расчет численности рабочих

10.3. Расчёт фонда оплаты труда рабочих

10.4. Штаты и фонда оплаты труда цехового персонала

* 1. Расчет себестоимости продукции

1. Определение затрат на сырье, материалы, топливо и энергию
2. Расчет амортизационных отчислений от стоимости основных  
   производственных фондов цеха
3. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования
4. Смета цеховых расходов
5. Проектная калькуляция себестоимости
   1. Расчёт технико – экономических показателей цеха

ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Карбинол (метиловый спирт) является одним из важнейших по значению и масштабам производства органическим продуктом, выпускаемым химической промышленностью. Карбинол выпускаемый в нашей стране применяется повсеместно, расходуется не только на внутреннем рынке, но и идет на экспорт в страны ближнего и дальнего зарубежья: Китай, Тайвань, Словакию, Венгрию, Финляндию, Украину, Белоруссию, Эстонию.

Бурный рост производства карбинола обусловлен постоянно возрастающим многообразием сфер его применения. Карбинонол является сырьем для получения таких продуктов, как формальдегид (около 50% от всего выпускаемого карбинола), синтетический каучук (11%), метиламин (9%), а также диметилтерефталат, метилматакрилат, пентаэритрит, уротропин. Его используют в производстве фотопленки, аминов, поливинилхлоридных, карбамидных и ионообменных смол, красителей и полуфабрикатов, в качестве растворителей в лакокрасочной промышленности. В большом количестве карбинол потребляют для получения различных химикатов, например хлорофоса, карбофоса, хлористого и бромистого метила и различных ацеталей.

Значение карбинола как сырья для производства множества важных органических продуктов велико. Несмотря на достигнутые успехи, производство карбинола продолжает совершенствоваться. Разрабатываются более активные и селективные катализаторы, методы получения и подготовки исходного технологического газа, аппаратурное оформление процесса, более полное использование тепла, выделяющегося при синтезе. Все это и многое другое приводит к увеличению производительности карбинола в десятки, а то и согни раз. И как следствие, требуется

1. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА КАРБИНОЛА

Впервые карбинол был найден в древесном спирте в 1661 г., но лишь в 1834 году был выделен из продуктов сухой перегонки древесины Думасом и Пелиготом. В это же время была установлена его химическая формула.

«Лесохимический метиловый спирт» загрязнен ацетоном и другими трудноотделимыми примесями. В настоящее время этот метод получения карбинонола практически не имеет промышленного значения по причинам технического и главным образом экономического характера [1].

Другие способы получения метилового спирта могут быть различны: термическое разложение формиатов, гидрирование метилформиата, омыление метилхлорида, каталитическое неполное окисление метана, каталитическое гидрирование оксида углерода (П) и оксида углерода (IV).

В 1913 г. был разработан синтетический способ получения карбинола из оксида углерода (II) и водорода на цинк-хромовом катализаторе при давлении 25-30 МПа. Позднее, в 1923 году этот процесс был осуществлен в Германии в промышленном масштабе.

История развития отечественного промышленного синтеза карбинола началась в 1934 году выпуском 30 т/сут карбинола на двух небольших агрегатах Новомосковского химического комбината. Сырьем служил водяной пар, получаемый газификацией угля [1].

Время идет, развитие науки и техники не стоит на месте, а значит, и технология промышленного синтеза карбинола непрерывно совершенствуется.

1.1. Трехфазный синтез карбинола

В 70-х годах фирмой Chemical Systems,inc. (США) разработан процесс синтеза карбинола в трехфазной системе. Сущность процесса заключается в том, что взаимодействие оксидов углерода и водорода осуществляется в реакторе с использованием измельченного катализатора, псевдоожиженного в циркуляционном потоке жидкого инертного углеводорода, т.е. синтез проводится в системе «газ-катализатор- инертная жидкость». Жидкая фаза способствует равномерному распределению газового потока по сечению реактора, организации профиля температуры по высоте реактора, близкого к изотермическому, и эффективному использованию тепла реакции [2].

Трехфазный синтез характеризуется рядом преимуществ: простота конструкции реактора, достаточно равномерное распределение жидкости и газа по площади поперечного сечения реактора, возможность ввода и вывода из системы катализатора без ее остановки, сравнительно низкая осевая диффузия газа и эффективное использование тепла реакции с получением пара.

Разработанный процесс предназначается в основном для производства карбинола для энергетических целей с использованием синтез - газа, полученного газификацией угля [2].

1.2. Синтез карбинола непосредственным окислением природного газа

В качестве одного из новых направлений получения карбинола представляется перспективной прямая одностадийная переработка природного газа методом неполного окисления его до карбинола. Однако попытки исследователей по реализации этого синтеза сталкивались со значительными трудностями: низким выходом полезных продуктов (карбинол, формальдегид) и низкой селективностью процесса.

При окислении природного газа протекают параллельные и последовательные реакции окисления карбинола, его гомологов и промежуточных продуктов реакции с образованием спиртов, альдегидов, кетонов, кислот, эфиров и воды. Получить в этом случае карбинол как товарный продукт, отвечающий требованиям качества на карбинол- ректификат, весьма сложно.

Но полученный этим способом карбинольный продукт может быть использован как ингибитор гидратообразования при транспортировании природного газа [2].

1.3. Жидкофазное окисление попутных газов

Новым методом производства карбинола является жидкофазное окисление попутных газов (пропана и бутана), где он образуется наряду с ацетальдегидом, формальдегидом и другими кислородсодержащими соединениями. Этот метод получил широкое развитие в США.

В результате окисления сжиженных газов можно получить оксидат, представляющий сложную смесь различных кислородсодержащих продуктов. В частности, из 1 тонны сырья получается примерно 85 кг карбинола, 250 формальдегида, 110 ацетальдегида. Однако трудности в создании эффективной схемы разделения оксидата препятствует широкому распространению этого метода в нашей стране. В дальнейшем строительство установок окисления углеводородного сырья будет иметь место лишь в том случае, если затраты на выделение отдельных продуктов будут ниже, чем экономия на сырье [3].

2. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА И РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

Данный дипломный проект основан на производстве карбинола из "синтез-газа" при температуре 260-280 °С и давление 4,5 МПа на медьсодержащем катализаторе.

Цех по производству карбинола-сырца будет построен на территории уже существующего химического предприятия в городе Щекино Тульской области.

Сырьем будет служить конвертированный газ термического окисления метана, получаемый на этом же предприятии, что снижает затраты на транспортную доставку сырья.

Аппаратурное оформление цеха достаточно просто и не требует большого числа капиталовложений. Это связано еще и с тем, что основная часть оборудования размещена на открытых участках, не требуются затраты на строительство зданий и его коммуникационного оформления. Открытая территория снижает взрывоопасность и скопление газов на территории, естественная вентиляция.

Данный проект модно считать безотходным, так как отработанный катализатор используется как сырье для производства цветных металлов, продувочные газы используются на этом же предприятии для производства аммиака, танковые газы сбрасываются на факел, жидких отходов нет.

Район строительства выбран поодаль от населенного пункта, что исключает гибель большого числа людей в случае аварийных ситуаций. По территории завода и вокруг него проложена асфальтовая дорога, связанная с важными транспортными шоссе; железнодорожные пути, идущие в разные стороны света.

Климатические условия не являются препятствием для размещения оборудования на открытых участках, так как:

—хорошо выполнена изоляция аппаратуры и трубопроводов;

—сезонный перепад температуры и осадки не влияют на технологию процесса;

—организованна централизованная система управления процессом.

Себестоимость карбинола-сырца, получаемого этим методом, гораздо ниже по сравнению с выше изложенными способами его получения.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Физико-химические основы процесса

Синтез карбинола из оксида углерода с водородом на катализатор СНМ-1 под давлением не более 5,3 МПа и температуре не более 300°С протекает по следующим реакциям [4]:

СО + 2Н2 СН3ОН + 90,73 кДж (3.1)



СО2 + ЗН2 СН3ОН + Н2О + 49,53 кДж (3.2)



СО2 + Н2 СО + Н2О + 41,2 кДж (3.3)



Наряду с этими в реакторе синтеза карбинола протекают ряд побочных реакций, свойственных для синтеза карбинола на катализаторе [4]:

4СО + 8Н2 С4Н9ОН + ЗН2О + 568,60 кДж (3.4)



2СН3ОН (СН3)2О + Н2О - 322 кДж (3.5)



СН3ОН + СО СН3СООН + 123,2 кДж (3.6)



СО + Н2О НСООН + 10,0 кДж (3.7)



СН3ОН + NH3 CH3NH2 + Н2О + 20,8 кДж (3.8)



2СО + 2Н2 СН4+ СО2 + 257 кДж (3.9)



Механизм реакции получения карбинола можно представить следующим образом:  
К + СО К ::: C = О (3.10)



К ::: C = O + Н2 К ::: CHOH (3.11)



К = С НОН + Н2  СН3ОН + К (3.12)



Почти все реакции экзотермические, протекают с уменьшением объема, поэтому снижение давления и температуры процесса синтеза карбинола приводят к значительному уменьшению скорости побочных реакций [4].

Катализатор СНМ-1 работает стабильно только в присутствии определенного количества оксида углерода (IV), который участвует в формировании активной поверхности катализатора.

При отсутствии оксида углерода (IV) в газе, катализатор быстро теряет свою активность, которая затем полностью не восстанавливается даже при стабилизации СО2 в газе.

Объемное содержание оксида углерода (IV) в газе на выходе в реактор синтеза должна быть не менее 4,0% [4].

Активность катализатора СНМ-1 с течением времени снижается. Наиболее резкое снижение активности (20-30%) наблюдается в течение двух-трех недель после восстановления, что связано с формированием поверхности контакта и стабилизацией его фазового состояния.

Объемная доля инертов в циркуляционном газе после реактора в начале пробега не менее 35%, в середине пробега от 20 до 30%, а в конце пробега не менее 10-15%

Срок пробега катализатора СНМ-1 определен в один год, при средней за кампанию, производительности - 6,5т/сутки 100% карбинола с 1м3 катализатора.

При соблюдении всех правил эксплуатации (работа без перерывов с оптимальным объемным содержанием СО2 , оптимальным соотношением Н2/СО и др.) пробег катализатора может быть увеличен [4].

3.1.1. Требования, предъявляемые к свежему газу

Как и все медные катализаторы, катализатор СНМ-1 подвержен отравлению соединениями серы. Свежий газ, подаваемый на синтез карбинола, не должен содержать соединений серы более 0,2 мг/м3.

Отношение регулирующих компонентов  в свежем газе должно быть не менее 2 [4].

3.1.2. Температура процесса

Минимальная температура, при которой с заметной скоростью начинает протекать реакция синтеза карбинола на катализаторе СНМ-1, равна 180 °С. По мере старения катализатора она повышается не более 250°С. Температура в слое катализатора не должна превышать 300°С. При перегреве катализатора более 300°С наблюдается частичная или полная потеря активности, в зависимости от длительности перегрева и области захвата. Поддержание температуры процесса в пределах от 260 до 270°С, наоборот, способствует более длительному сохранению активности катализатора. Следует также иметь в виду, что повышение температуры в зоне катализатора более 270°С способствует реакциям образования высших спиртов и парафиновых углеводородов [4].

3.2. Характеристика сырья, материалов, полупродуктов и энергоресурсов

Таблица 3.1

Характеристика сырья, материалов, полупродуктов и энергоресурсов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование сырья,  материалов полупродуктов | Государственный или  отраслевой стандарт СТП  технические условия, регламент  или методика на подготовку  сырья | Показатели по стандарту  обязательные для проверки | Рекомендуемые показатели |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3.1 Конвертированный газ после  МЭА очистки | Из цеха конверсии метана под  Давлением | Избыточное давление  Состав газа:  Объемная доля компонентов | Не более 1,8МПа |
| СО-25,0 ±1,0%  СН4- 1,6 ± 1,0%  N2 - 1,7 ± 1,0%  Аг - 0,7 ± 0,2%  СО2-4,3±1,3%  Н2-б6,7± 1,0%  О2 - отсутствует  H2S- 10-15 мг/м3  (0,50 ± 0.01) кг/м3 |
| Плотность газа |
| Соотношение компонента |

Продолжение таблицы 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3.2 Водород или  азото-водородная смесь | Регистрация в Росрегистре № АТ000416 от 30.03.95г | Давление в линии до дроссели­рующего клапана. После клапана при восстановлении цинко-медного поглотителя ГИАП-10-2 | 2,5±0,5МПа 1,3±0,5МПа |
| 3.3 Катализатор СНМ -1 | ТУ 113-05-5503-78 | Маркировка на таре. Наличие паспорта |  |
| 3.4 Катализатор алюмо-никель-молибденселикатный | ТУ 381-011-92-77 | Маркировка на таре. Наличие паспорта |  |
| 3.5 Азот чистый (99,98%) для отдувки СО2 в КОУ, для опрессовок и продувок от горючих блока синтеза | Регистрация в Росрегистре АТ000128от2.11.94г. | Избыточное давление | 0,3 ± 0,2 МПа |
| 3.6 Азот чистый (99.98%) для технологических операций | Регистрация в Росрегистре № АТ000128от2.11.94г. | Избыточное давление | 0,3 ± 0.2 МПа |
| 3.7 Азот чистый (99,98%) на уп­равление шаровых кранов, для опрессовок и продувок от горячих блоков агрегата | Регистрация в Росрегистре № АТ000128от2.11.94 | Избыточное давление в линии: до дросселирующего клапана  После клапана | 18 ±2 МПа  4,8 ± 0,5 МПа |

Продолжение таблицы 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3.8 Воздух технологический |  | Избыточное давление | От 0,4 до 1,2 МПа |
| 3.9МаслоКП-8иКП-8с | ТУ 38-101-543-78 ТУ 38-401-512-85 | Наличие паспорта |  |
| 3.10 Вода речная |  | Избыточное давление Температура Объемный расход | 0,25 ± 0,05 МПа 15± 10°С  1 000 ± 200м3/ч |
| 3.11 Конденсат очищенный |  | Объемный расход | 4 ±2 м3/ч |
| 3.12 Углекислый газ сжиженный технический | ГОСТ 8050-85 | Маркировка по таре |  |
| 3.13 Пар |  | Избыточное давление | 0,8 ±0,2 МПа |
| 3.14 Продувочные газы из произ­водства карбинола 1-ой оче­реди для восстановления катализатора СНМ-1 |  | Избыточное давление | 2,3 ± 0,2 МПа |
| 3.15 Воздух КИП | ГОСТ 17433 | Избыточное давление | 0,45 ± 0,05 МПа |

3.3. Характеристика производимой продукции

Техническое наименование продукта карбинол-сырец. Карбинол-сырец, является промежуточным продуктом, который направляется в цех ректификации для получения карбинола-ректификата.

Основной составляющей частью карбинола-сырца является метиловый спирт (карбинол) химическая формула: СН3ОН. Кроме того, в карбиноле сырце имеются примеси - продукты побочных реакций синтеза: вода, диметиловый эфир (СН3)2О, высшие спирты (С3Н7ОН), a также другие примеси [4].

Состав карбинола-сырца Массовая доля компонентов (%)

Карбинол от 84 до 95

Диметиловый эфир от 0,2 до 0,2

Н-пропанол от 0,1 до 0,2

Изобутанол от 0,05 до 0,1

Метилформиат от 0,05 до 0,2

Амиловые спирты от 0,01 до 0,05

Ацетальдегид от 0,03 до 0,2

Метилэтилкетон от 0,006 до 0,01

Вода от 4,0 до 15,0

Углеводороды С2 и выше от 0,04 до 0,3

Этанол от 0,01 до 0,5

Нормы показателей для карбинола – сырца приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Нормы показателей для карбинола-сырца

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование показателей | Норма |
| 1. Внешний вид | Бесцветная, или слегка окрашенная жидкость без механических примесей |
| 2. Плотность, кг/м3 | 818 |
| 3. Массовая доля воды %, не более | 9,0 |
| Массовая доля органической части %, не менее | 91,0 |
| 5. РН (среда), не менее | 7,0 |
| 6. Регистрация в Госрегистре | № AT 000037 от 16.04.94г. |

Карбинол представляет собой бесцветную, легкоподвижную, легколетучую, горючую жидкость с запахом, подобным запаху этилового спирта [5]. Физические свойства [6]:

Карбинол при нормальных условиях (0°С, 0,1013 МПа) имеет следующие характеристики:

молекулярная масса ………………………………................................32,04

плотность, кг /м3 …810,1

температура, °С

кипения ..64,65

вспышки8

затвердевание97,7

вязкость, МПа·с .0,793

диэлектрическая проницаемость37,92

удельное электрическое сопротивление, Ом……………..4,5 ·104

теплота сгорания, кДж/кг .22331

3.4. Описание технологической схемы

Для процесса синтеза карбинола необходима газовая смесь – свежий газ с определённым соотношением компонентов: водорода, окиси углерода и двуокиси углерода. Она приготавливается путём смешивания синтез – газа с двуокисью углерода и азотоводо-родной смесью.

Смесь синтез – газа из цеха конверсии метана из сепаратора С1 поступает на всас дожимающего компрессора К1. Сюда же, с целью повышения соотношения Н2:СО и содержания СО2 в свежем газе, подаётся азотоводородная смесь и углекислота.

Полученная смесь – свежий газ с избыточным давлением 0,68 – 0,82 МПа поступает на всас четырёхступенчатого центробежного дожимающего компрессора К1. После каждой ступени компрессора газ охлаждается оборотной водой в холодильниках Т1 – 4 до температуры не более 400С, а сконденсировавшаяся при этом влага отделяется в сепараторах С2 – 4.

Сжатый в компрессоре до избыточного давления не более 4,51 МПа газ после концевого сепаратора С5 поступает в угольные адсорберы АД, которые предназначены для очистки свежего газа от N – метилпирролидона, поступающего с синтез – газом цеха ацетилена, до массовой концентрации N – метилпирролидона не более 1 мг/м3. Более высокая массовая доля N – метилпирролидона в газе, поступающем на синтез карбинола, приводит к ухудшению качества карбинола – сырца.

После угольных адсорберов АД сжатый газ поступает на всас центробежного циркуляционного компрессора К2.

Отделившаяся в сепараторах влага сбрасывается в ёмкость приблизительно один раз в два часа.

В компрессоре К2 свежий газ смешивается с циркуляционным газом, дожимается до избыточного давления не более 5,3 МПа и поступает в межтрубное пространство рекуперационного теплообменника Т5 – 6, где за счёт тепла газа, отходящего из реактора синтеза РК, нагревается до температуры Т=180 – 230оС.

Рекуперационный теплообменник представляет собой двухэлементный горизонтальный кожухотрубный аппарат с сегментными перегородками в межтрубном пространстве. Далее газ проходит электроподогреватель ЭП и поступает в реактор синтеза карбинола РК.

Электроподогреватель представляет собой вертикальный цельносварной цилиндрический аппарат с приварными эллиптическими крышками. Внутри аппарата размещены четыре электронагревательных элемента. Электроподогреватель включается в работу при потере автотермичности процесса синтеза, а также для разогрева и восстановления катализатора в пусковой период.

Реактор синтеза представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат шахтного типа с приварными эллиптическими днищами, снабжённый люками для загрузки и выгрузки катализатора. Для равномерной подачи газа основного хода реактор снабжён распределительным устройством концевого типа. Внизу реактора, над выходным штуцером расположено эллиптическое перфорированное днище, покрытое двумя слоями мелкой проволочной сетки, на которую уложен слой фарфоровых шаров диаметром 25 мм. Сверху шаров загружается катализатор, который разграничивается с шарами двумя слоями проволочной сетки. Для защиты катализатора от разрушения потоком газа, в верхнюю часть реактора загружен слой керамических колец Рашига (50х50 мм).

Из реактора газ выходит с температурой не более 3000С и объёмной долей карбинола в этом газе 2,5 – 3,0%. Далее газ поступает в трубное пространство рекуперационного теплообменника Т5-6, охлаждается до температуры не более 1500С и поступает в холодильники – конденсаторы с воздушным охлаждением АВО. Исходя из компоновки холодильников – конденсаторов с воздушным охлаждением в блоке синтеза, температуру после первых по ходу газа холодильников рекомендуется держать не ниже 700С во избежание конденсации паров карбинола и залива жидким карбинолом трубок в этих аппаратах.

Сконденсировавшийся карбинол отделяется в сепараторе С6 и поступает в сборник карбинола – сырца СБ.

Освобождённый от сконденсировавшегося карбинола – сырца циркуляционный газ поступает на всас центробежного циркуляционного компрессора К2, где смешивается со свежим газом и цикл повторяется.

Карбинол – сырец из сборника СБ поступает на базисный склад в ёмкость карбинола – сырца, оттуда направляется в отделение ректификации на переработку в карбинол – ректификат.

3.4.1. Нормы технологического режима

Таблица 3.3

Нормы технологического режима

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование стадии и потоков реагентов, номер позиции | Наименование технологических показателей | | | |
| Скорость подачи реагенто,  м3/ч | Температура,  **°**С | Давление, МПа | Прочие показатели |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Подача свежего газа в агрегат синтеза, поз. 5 |  |  | Не более 4,5 |  |
| 2. Получение карбинола-сырца в реакторе синтеза, поз. 1 | 64000 |  | Не более 5,3 | СО2=4,0% |
| -газ на входе в I слой катализатора |  | 180-250 |  |  |
| -газ на выходе из I слоя катализатора |  | Не более 290 |  |  |
| -газ в слоях катализатора |  | Не более 300 |  |  |
| -стенка реактора |  | Не более 300 |  |  |
| 3. Циркуляционный газ после рекуперационного теплообменника, поз. 2 |  | Не более 150 |  |  |
| 4. Циркуляционный газ после холодильника-конденсатора, поз. 3 |  | Не более 60 |  |  |
| 5. Танковые газы в сборнике карбинола, поз. 6 |  |  | Не более 0,4 |  |
| 6. Циркуляционный газ на нагнетании центробежного циркуляционного компрессора, поз. 5 |  |  | Не более  5,3 |  |
| 7. Уровень в сепараторе карбинола-сырца, поз. 4 |  |  |  | 10-25% шкалы |
| 8. Уровень в сборнике карбинола-сырца, поз. 6 |  |  |  | 30-70% шкалы |

3.5. Материальный баланс производства

При расчете материального баланса синтеза принимаем, что в колонне синтеза протекают реакции:

CO + 2H2 CH3OH (3.13)



2CO + 4H2 (CH3)2O + H2O (3.14)



CO + 3H2 CH4 + H2O (3.15)



4CO + 8H2 C4H9OH + 3H2O (3.16)



CO2 + H2 CO + H2O (3.17)



Примем условные обозначения:

х – расход исходного газа на 1 т карбинола-сырца, м3 ;

у – объем продувочных газов, м3;

с – объем метана, образовавшегося по реакции (3.15), м3;

g- объем оксида углерода (IV), восстановленного по реакции (3.17), м3;

i- объем инертных компонентов в цикле, об. дол. (m+n=i);

b- объем водорода в циркуляционном газе, об. дол.

Исходные данные:

-состав исходного газа, об. дол.: Н2-67,81; СО-29,50; СО2-1,00; СН4- 0,54; N2-l,15;

-состав циркуляционного газа, об. дол.: СО-11,0; СО2-0,90; СH4- m; N2-n;

-состав танковых газов, м3: Н2-18,70; СО-7,50; СО2-5,24; СН4- 4,30, N2-4,80; (CH3)2O-2,50;

-состав карбинола-сырца:

об. дол. (СН3)2О-3,0; СН3ОН-91,5; С4Н9ОН-1,1; Н2О-4,4;

м3 (СН3)2О-14,60; СнзОН-640,30; С4Н9ОН-3,30; Н2О-54,72.

В соответствии с исходными данными общий объемный расход воды, образовавшейся по реакциям (3.14), (3.15), (3.16) и (3.17), составляет 54,72 м3/т. Зная объем образовавшегося диметилового эфира и изобутилового спирта, находим количество воды, получаемой по реакциям (3.14), (3.16)

17,1+3,3-3=27,0 м3/т, где 17,1=2,50+14,60

Тогда объем воды, образовавшейся по реакциям (3.15) и (3.17) составит

54,72-27,0=27,72 м3/т.

Величина 27,72 м3/т составит так же сумму образовавшихся метана (3.15) и оксида углерода (3.17), т.е.

c+g=27,72

В соответствии со стехиометрическими коэффициентами всех реакций составим уравнения:

1.Инертные компоненты



(3.18)

где  - расход инертных компонентов, поступающих с исходным газом, м3/т;

1. Вода

c+g=27,72 (3.19)

1. Оксид углерода

 (3.20)

где 695,2- объемный расход оксида углерода, расходуемого по реакциям (3.13), (3.14), (3.16) и теряемое с танковыми газами, а именно:

1. объемный расход СО, расходуемое на образование карбинола, равно 640,3 м3/т;
2. объемный расход СО, расходуемое на образование диметилового эфира, равно  
   2-17,1=34,2 м3/т;

- объемный расход СО, расходуемое на образование изобутилового спирта, равно  
4∙3,3=13,2 м3/т;

- объемный расход СО, теряемое с танковыми газами, равно 7,5 м3/т.

640,3+2∙17,1+4∙3,3+7,5=695,2 м3/т

4. Водород

 (3.21)

где 1394,1- объемный расход водорода, расходуемое по реакциям (3.13), (3.14), (3.16) теряемое с танковыми газами.

2∙640,3+4∙17,1+8∙3,3 + 18,7= 1394,1 м3/т

5. Оксид углерода (IV)

 (3.22)

6. Исходный газ

x = y+g +3∙c+2103,64 (3.23)

где 2103,64- объемный расход газа, расходуемое по реакциям (3.13), (3.14), (3.16) и теряемое танковыми газами:

1394,1 +695,2+5,24 + (4,3 +4,8) =2103,64 м3/т

Из уравнения (3.19) g=27,72 –с подставим это значение g в уравнения (3.20), (3.21), (3.22)

(3.23} преобразуя их, получим следующие уравнения:

0,0169∙х+с-0,01∙i∙у =9,1 (3.24)

0,295∙х -0,11∙у -2∙c =667,48 (3.25)

0,6781∙х-0,01∙b∙у-2с= 1421,82 (3.26)

0,01∙х -0,009∙у – с = 32,96 (3.27)

х-у-2∙с=2131,36 (3.28)

Преобразуя уравнения (3.27) и (3.28)

2∙ (0,01∙х-0,009∙у с) = 2∙ 32,96

+

х-у-2∙с = 2131,36\_\_\_\_\_\_\_

1,02∙х-1,018∙у=2197,28 (3.29)

Преобразуя уравнения (3.28) и (3.25)

х-у-2∙с = 2131,36

-

0,295∙х-0,11∙у-2∙с=667,48

0,705∙х-0,89∙у = 1463,88 (3.30)

Решим систему уравнений:



у =288,2 м3/т

Решая соответствующие уравнения, находим (об. доли):

х =2441,6 м3/т; g =16,71 м3/т; с =11,01 м3/т; I =15,0%; b =73,1% . Содержание азота в циркуляционном газе по уравнению, равно:



тогда m =i-n =15- 8,1=6,9%

m=6,9% содержание метана

Учитывая потери исходного газа (3-5%), расход его в колонне синтеза составит:

2441,6∙ (1,03÷1,05) =2550 м3/т

Расход и состав газовой смеси в разных точках синтеза следующий:

-исходный газ 2550 м3/т;

-газ на входе в колонну (смесь исходного и циркуляционного) 24000 м3/т;

- газ перед сепаратором (до смешения исходного с циркуляционным) 24000-2550=2450 м3/т;

- продувочный газ (до отдувки паров карбинола) 288,2+9,52=297,72 м3/т;

- газ после холодильника-конденсатора 21450+297,72=21747,72 м3/т;

- жидкий карбинол 712,92-9,52=703,4 м3/т;

- танковые газы 43,04 м3/т;

- газ после колонны синтеза 21747,72+703,4+43,04=22494,16 м3/т.

Все полученные результаты сведем в таблицу 3.4.

|  |  |
| --- | --- |
| Баланс цикла синтеза на | 1 т карбинола-сырца |

Таблица 3.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компо­ненты | Исходный газ | | | | Газ на входе в колонну | | | | Газ на выходе из колонны | | | | Танковые газы | | | |
| м3 | об. дол.% | кг | мас. дол % | м 3 | об. дол.% | кг | мас. Дол % | м3 | об. дол.% | кг | мас. дол% | м3 | об. дол.% | кг | мас. дол |
| СО2 | 25,5 | 1,00 | 50,6 | 4,19 | 218,5 | 0,91 | 428,8 | 4,49 | 200,8 | 0,89 | 393,6 | 4,14 | 5,24 | 12,13 | 10,3 | 28,85 |
| СО | 752,3 | 29,5 | 952,3 | 78,83 | 3111,8 | 12,96 | 3889,7 | 40,73 | 2398,7 | 10,66 | 2986,1 | 31,56 | 7,50 | 17,40 | 9,4 | 26,34 |
| Н2 | 1729,1 | 67,81 | 157,9 | 13,07 | 17409,1 | 72,54 | 1571,0 | 16,45 | 15909,9 | 70,72 | 1433,9 | 15,10 | 18,70 | 43,46 | 1,7 | 4,75 |
| СН4 | 13,8 | 0,54 | 10,0 | 0,83 | 786,0 | 3,28 | 563,5 | 5,9 | 786,4 | 3,51 | 563,7 | 5,96 | 4,30 | 10,00 | 3,1 | 8,68 |
| N2 | 29,3 | 1,15 | 37,2 | 3,08 | 2474,6 | 10,31 | 3097,0 | 32,43 | 2482,9 | 11,03 | 3106,9 | 32,68 | 4,80 | 11,16 | 6,0 | 6,91 |
| (СН3)2О |  |  |  |  |  |  |  |  | 17,1 | 0,07 | 35,1 | 0,34 | 2,50 | 5,81 | 5,1 | 14,47 |
| СнзОН |  |  |  |  |  |  |  |  | 640,3 | 2,85 | 915 | 9,65 |  |  |  |  |
| С4Н9ОН |  |  |  |  |  |  |  |  | 3,3 | 0,01 ~1 | 11,0 | 0,08 |  |  |  |  |
| Н2О |  |  |  |  |  |  |  |  | 54,7 | 43,98 | 44,0 | 0,49 |  |  |  |  |
| Всего | 2550 | 100 | 1208 | 100 | 24000 | 100 | 9550 | 100 | 22494,1 | 100 | 9489,3 | 100 | 43,04 | 100 | 35,6 | 100 |
| Компо­ненты | Газ перед сепаратором | | | | Продувочные газы | | | | Карбинол-сырец | | | |  | | | |
| м 3 | об. дол.% | кг | мас. дол% | м 3 | об. дол.% | кг | мас. дол% | м 3 | об. дол.% | кг | масс. дол |  | | | |
| СО2 | 193,0 | 0,9 | 378,2 | 4,54 | 2,59 | 0,9 | 5,09 | 4,54 |  |  |  |  |  | | | |
| СО | 2359,5 | 11,0 | 2937,1 | 35,3 | 31,70 | 11,0 | 39,63 | 35,3 |  |  |  |  |  | | | |
| Н2 | 25680 | 73,1 | 1413,1 | 16,92 | 211,17 | 73,1 | 19,04 | 16,92 |  |  |  |  |  | | | |
| СН4 | 172,2 | 3,6 | 553,5 | 6,62 | 9,88 | 3,6 | 7,08 | 6,62 |  |  |  |  |  | | | |
| N2 | 2445,3 | 11,4 | 3059,8 | 36,62 | 32,86 | 11,4 | 41,10 | 36,62 |  |  |  |  |  | | | |
| (СН3)2О |  |  |  |  |  |  |  |  | 14,60 | 2,05 | 30 | 3,0 |  | | | |
| СН3ОН |  |  |  |  |  |  |  |  | 640,30 | 89,92 | 915 | 91,5 |  | | | |
| С4Н9ОН |  |  |  |  |  |  |  |  | 3,30 | 0,46 | 11 | 1,1 |  | | | |
| Н2О |  |  |  |  |  |  |  |  | 54,72 | 7,67 | 44 | 4,4 |  | | | |
| Всего | 21450 | 100 | 8342 | 100 | 288,2 | 100 | 111,8 | 100 | 712,92 | 100 | 1000 | 100 |  | | | |

Приход состоит из суммирования статей “исходный газ”, “газ перед сепаратором”.

Расход состоит из суммирования статей "танковые газы", "продувочные газы", "газ перед сепаратором", "карбинол-сырец".

Определим эффективный фонд рабочего времени

Z=(365-II-B-P)∙24,ч (3.31)

Z=365∙24-160=8600 ч

Часовая производительность цеха: 

Находим массовые и мольные расходы всех компонентов реакционной массы по всем статьям:

 (3.32)

 (3.33)

Пример расчета статьи "карбинол-сырец":

;

 (3.34)

Весь остальной расчет выполняется аналогично.

Результаты расчетов сведем в таблицу 3.5.

Таблица 3.5

Материальный баланс синтеза карбинола-сырца

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Приход | | | Расход | | |
| Статья | кг/ч, 10-3 | кмоль/ч, 10-3 | Статья | кг/ч, 10-3 | кмоль/ч, 10-3 |
| Исходный газ | 29390,0 | 2804,57 | Танковые газы | 622,9 | 33,69 |
| Газ перед сепаратором | 123146,0 | 14111.97 | Газ перед сепаратором | 123146,0 | 14111.97 |
|  |  |  | Продувочные газы | 1957,7 | 224,32 |
|  |  |  | Карбинол-сырец | 17441,9 | 818,11 |
| Всего | 152536,0 | 16480,59 | Всего | 143168,5 | 15188,09 |

Расхождение составляет 0,06%, что допустимо.

Найдем степени конверсии исходных веществ:



(3,35)

 Находим селективности реакций по целевому и побочному продукту:

(3.36)



4. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

4.1. Тепловой расчет

Q1

Q2

Q3

Q4

Q5

Рис. 4.1 Схема тепловых потоков

Q1-теплота, поступающая с исходной реакционной смесью;

Q2- теплота, поступающая с электрообогревом,

Q2-теплота, уносимая с продуктами реакций;

Q4- потери тепла в окружающую среду;

Q5-теплота химического превращения.

Q5+ Q2+ Q5= Q3-Q4 (4.1)

4.1.1. Теплота, поступающая с исходной реакционной смесью и теплота, уносимая продуктами реакций

Тепловые потоки поступающего сырья и продуктов реакций определяют по формулам:  
Qi=Gi∙Ci∙T (4.2)

Qi=Fj∙C° p,i∙T (4.3)

где, Q-тепловой поток, Вт

G-массовый расход, кг/с

Cj-удельная теплоемкость, Дж/кг-К

С°р,i-молярная теплоемкость при постоянном давлении, Дж/моль-К Т-температура, К

Примем температуру парогазовой смеси на входе в реактор180 °С (453 К), температура на выходе 300 °С (573 К). Найдем теплоемкости веществ, входящих и выходящих из реактора при указанных температурах по справочнику [7, с. 73-75]. Полученные данные сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Теплоемкость компонентов реакционной смеси

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| В-ва  Пар-мы | СО2 | СО | Н2 | СН4 | N2 | (СНз)2О | СНзОН | С4Н9ОН | Н2О |
| Т=453К С, Дж/моль∙K  •К | 44,074 | 30,043 | 29,00 | 44,564 | 29,814 |  |  |  |  |
| Т=573К С, Дж/моль∙K  •К | 46,719 | 30,619 | 29,30 | 51,377 | 30,327 | 102,28 | 75,231 | 190,64 | 36,237 |

По формуле (4.3) найдем теплоту, поступающую с исходной реакционной cмесью:

Qi=453 • (170,02∙103 ∙44,074 + 2099,35∙103∙30,043 + 11752,82∙103∙29,00 + +530,52∙103∙44,564 +1927,88∙103∙29,814) /3600=61974,92∙103 кВт

По формуле (4.3) найдем теплоту, уносимую с продуктами реакций:

Q3=573∙ (133,2∙103∙46,719 + 1583,06∙103∙30,619 + 10493,61∙103∙29,30 + 519,37∙103∙51,377 + 1638,78∙103∙30,327 + 13,32∙103∙102,28 + 498,11∙103∙75,231 + +266,03∙103∙190,64+42,61∙103∙36,237) /3600 =84305,89∙103 кВт

4.1.2. Теплота химического превращения

Теплота химического превращения состоит из теплоты основных и побочных химических реакций. Теплота химической реакции рассчитывается по закону Гесса:

  (4.4)

CO + 2H2 → CH3OH + 90,73 кДж/моль

2СО + 4H2 → (CH3)2O +H2O - 322,0 кДж/моль

CO + 3H2 → CH4 + H2O + 257,0 кДж/моль

4СО + 8H2 → C4H9OH + 3H2O + 568,60 кДж/моль

CO2 + H2 → CO + H2O + 41,2 кДж/моль

Q5=(-12553,76+1191,4 – 795,99 – 42017,96 – 487,64)∙103=-54663,95∙103 кВт

4.1.3. Потери тепла в окружающую среду

По таблице 2.4. [8, с.28] выбираем в качестве теплоизоляции маты минераловатные марки 75. Коэффициент теплопередачи для этой изоляции:

λиз=0,043+0,00022·tср, Вт/м∙град (4.5)

αиз=12,6 Вт/м2∙град [8, c.54]

Температура изолируемой стенки 200 °С.

λиз=0,045+0,0002·130=0,071 Вт/м·град

Толщину изоляции определяем по следующей формуле:

(4.6)

где tст- температура стенки, °С;

tn = 40-45 °С - температура на поверхности изоляции;

t0= (-10,8 + 16,6)/2 =13,7 °С- среднегодовая температура окружающего воздуха для г.Щекино Тульской области.

Теплопотери через изоляцию составят:

(4.7)

где dиз - диаметр (наружный) с изоляцией для реактора без рубашки, м;

 dн - наружный диаметр без изоляции, м.

Q4=qиз∙F, (4.8)

где F=0,9 ∙π ∙D ∙Н=0,9 ∙3,14 ∙3,8 ∙16,345 =175,6 м2. Q4 =13991,72 ∙175,6 =2,46∙103 кВт

4.1.4. Тепло, поступающее в реактор с электрообогревом

Q2=Q3+Q4-Q1-Q5 (4.9)

Q2= (84305,89 +2,46 - 61974,92 +54663,95) ∙103 =76997,34∙103 кВт

Таблица 4.2

Тепловой баланс

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | | Расход | |
| Статья | Количество теплоты, кВт 10-3 | Статья | Количество теплоты, кВт 10 -3 |
| Q1 | 61974,92 | Q3 | 84305,89 |
| Q2 | 76997,34 | Q4 | 2,46 |
| Q5 | - 54663,95 |  |  |
| Всего | 84308,35 | Всего | 84308,35 |

4.2. Механический расчет реактора

Реактор представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат с эллиптическими днищами.

4.2.1. Расчет обечайки

Определим толщину стенки сварной цилиндрической обечайки. Материал обечайки сталь 12 НХ.

σВ= 450∙106Н/м2, σТ = 240∙10бH/м2 [9, табл. 2.5]

Проницаемость материала обечайки в среде меньше 0,1мм/год (с1=1∙10 -3  м,с2=0). Допускаемое напряжение для стали 12 НХ по пределу прочности определим по формуле:

 (4.10)

nВ= 2,6 [9, табл. 14.4]

η = 1,0 [9, табл. 14.2]

 (4.11)

nТ= 1,5 [9, табл. 14.4]

Расчётная величина цилиндрической стенки:

 (4.12)

так как  то величиной p в знаменателе формулы (4.12) пренебрегаем, тогда

 (4.13)

с=с1+с2+с3 (4.14)

где с3=0,8 [9, табл. 2.15]

с=(1 +0 + 0,8) ·10-3=1,8·10-3м



примем S=100мм

Проверим напряжение в стенке обечайки.

Должно выполняться условие [10, с. 393]:



Условие выполнено.

4.2.2. Расчет днища реактора

Одной из рациональных форм крышки для цилиндрических аппаратов является (с точки зрения восприятия давления) эллиптическая форма.

Расчетная толщина днища S, подверженного внутреннему давлению р, определяется по формуле [6, с. 211]:

 (4.15)

где hB - высота выпуклой части днища; hB=0,25∙3,6=0,9м

К - безразмерный коэффициент, для днищ без отверстий или при полностью укрепленных отверстиях; К =1,0;

µм *-* коэффициент прочности радиального сварного шва [9, табл. 15.3]

µм=0,95;

с - прибавка на коррозию, эрозию, минусовый допуск по толщине листа, м (прибавка увеличивается на 1мм при 20mm>S и с>10мм).

Сталь эллиптического днища для обечайки выбираем 12 НХ ГОСТ 5759-57 [9, табл. 2.1]. Допускаемое напряжение для стали 12 НХ по пределу прочности определяем по формуле (4.10).

σв=450∙106 н/м2 , σт=240∙106 н/м2 [9, табл.2.5]

η=1,0 [9, табл.14.2]

nв=2,6 [9, табл.14.4]

Допускаемое напряжение для стали 12 НХ по пределу прочности определяем по формуле (4.11).

nт=1,5 [9, табл.14.4]

Допускаемое напряжение по пределу текучести σд= 160 • 106 Паявляется расчетным, как наименьшее:

с =(1,8 + 1)·10-3 =2,8)·10-3 м



S=0,069 м

принимаем ближайший размер S=100mm [9, табл. 16.2].

Проверим напряжение в стенке днища. Должно выполняться условие [10, с 393]:





Условие выполнено.

4.2.3. Расчет опорной конструкции

Для аппарата установленного вне помещения на фундаменте выбираем юбочную цилиндрическую опору.

Принимаем толщину стенки опоры S=16mm. Ветровой опрокидывающий момент для аппаратов высотой Н ≤ 20м определится по формуле [9, с. 330]:

MB=0,5∙K1∙K2∙qв∙H2∙Дн (4.16)

где K1- аэродинамический коэффициент обтекания для цилиндрических аппаратов K1=0,7;

К2 - динамический коэффициент К2=1;

qв - удельная ветровая нагрузка qв= 103Па;

Дн - наружный диаметр Дн=3,8м;

Н - высота аппарата Н=10,6м.

Мв=0,5∙0,7∙1∙103∙10,62∙3,8=0,145∙105Н∙м

Изгибающее напряжение в стенке опоры определим по формуле [9, с. 330]:

 (4.17)

G - максимальная возможная нагрузка на опору от силы тяжести в условиях эксплуатации и гидравлических испытаний, Н;

Д - внутренний диаметр аппарата Д=3,6м;

Мв - ветровой опрокидывающий момент.

G = m∙q (4.18)

man= mо6+ mkp+ mдн=71100 + 13000 + 12800 =96900 кг

mсat= 104000кг

m = 96900 + 104000 = 200900 кг

G = 9,8∙1200900 =1970829 Н





что меньше

σи = 450 • 106 Па - для стали 12 НХ табл. 2.5 [9, с. 25]

Формула [9, с. 333], для проверки толщины стенки на устойчивость:

(4.19)

при

по графику [9, с. 185] К1=1,8; К2=6,7

 (4.20)



Расчет фундаментных болтов опоры следует производить для пустого аппарата, т.е. наиболее не благоприятный случай для опрокидывания аппарата. Минимальное напряжение смятия фундамента под опорной поверхностью σmin определяется по

формуле [9, с. 332]:

 (4.21)

G - сила тяжести пустого аппарата, Н;

Д1 - наружный диаметр аппарата, м;

Д2 - внутренний диаметр аппарата, м;

МВ - ветровой опрокидывающий момент, Н·м.



0,71∙105 Па < 0

Аппарат неустойчив требуется установка фундаментальных болтов.

Общая условная формула расчёта нагрузки на болты Рδ [9, c.332]:

 (4.22)



Болты изготавливаются из стали Ст.3 диаметром М48.

Для болтов М48 Fδ = 1355 ∙10-6 м3 табл. 20.7. [9, с.262]

Число болтов z, рассчитываем по формуле [9, с. 332]:

 (4.23)

η=1, K=1 табл.20.8 [9, c. 264]



принимаем z= 8 шт.

4.2.4. Расчет штуцеров реактора и подбор фланцев к ним

Необходимо рассчитать штуцера и подобрать фланцы к ним для исходной смеси, для продуктов реакции, для холодного байпаса, для выгрузки катализатора.

Приведем пример расчета штуцера для подачи исходной смеси. Диаметр штуцера находим из уравнения расхода по формуле [11, с. 16]:

 (4.24)

где V - объемный расход, м3/с;

w - скорость давления среды, м/с.

Принимаем скорость движения парогазовой смеси w=5m/c. Массовые расходы переведем в объемные по формуле:

 (4.25)

G - массовый расход;

*р -* плотность смеси (находим по уравнению Менделеева - Клайперона) [11, с. 13]:

 (4.26)

где М - мольная доля газа, кг/моль;

Т -температура газовой среды (2500C);

р - давление в аппарате 5,3 МПа.

 (4.27)

где М; - мольная доля i-ro компонента.

Таблица 4 .3

Мольные доли веществ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Приход | | Расход | |
| кмоль/ч, 103 | % | кмоль/ч, 103 | % |
| Оксид углерода (IV) | 170,02 | 4,49 | 133,20 | 4,14 |
| Оксид углерода | 2099,35 | 40,73 | 1583,06 | 31,56 |
| Водород | 11752,82 | 16,45 | 10493,61 | 15,10 |
| Метан | 530,52 | 5,9 | 519,38 | 5,96 |
| Азот | 1927,88 | 32,43 | 1638,77 | 32,68 |
| Диметиловый эфир |  |  | 13,31 | 0,34 |
| Карбинол |  |  | 498,11 | 9,65 |
| Изобутиловый спирт |  |  | 2,59 | 0,08 |
| Вода |  |  | 42,61 | 0,49 |
| Итого | 16480,59 | 100 | 14924,64 | 100 |

М=43,99·0,0449+28,0·0,4073+2,02·0,1645+16,05·0,059+28,02·0,3243=25,598 кг/кмоль



примем d=700 мм

Остальные штуцера рассчитываются аналогично. Результат расчета сведем в таблицу 4.4.

Таблица 4.4

Таблица штуцеров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название штуцера | Dy, мм | Ру, МПа | Количество |
| Вход продукта | 700 | - | 1 |
| Выход продукта | 500 | - | 1 |
| Холодный байпас | 200 | 10 | 3 |
| Выгрузка катализатора | 300 | 10 | 3 |
| Для термопары | 40 | 1,6 | 4 |
| Продувка | - | 10 | 3 |
| Для загрузки катализатора | 500 | - | 2 |
| Для осмотра | 500 | - | 2 |

4.3. Технологические и конструктивно – механические расчёты вспомогательного оборудования

4.3.1. Расчёт теплообменника

В качестве вспомогательного оборудования выбираем кожухотрубный теплообменник, предназначенный для подогрева исходной смеси с 180°С до 250°С. В качестве теплоносителя используются продукты реакции выходящие из реактора с температурой 300°С.

Найдем тепло необходимое для подогрева исходной смеси с 180°С до 250°С. Разность температур:

(4.28)

где F - мольный поток вещества, берем из материального баланса;

с - теплоемкость веществ при средней температуре смеси

соксида углерода = 30,22 Дж/моль∙К [7, с. 75]

сметан - 46,60 Дж/моль∙К [7, с. 83] сазот=29,96 Дж/моль∙К [7, с. 72]

соксида углерода (IV)= 44,97Дж/моль∙К [7, с. 75]

сводорода=29,08 Дж/моль∙К [7, с. 72]

скарбинола=74,01 Дж/моль∙К [7, с. 85]

своды=35,37 Дж/моль∙К [1, с. 78]

Q= ( 2,198∙30,22 + 3,008∙46,80 + 1,389∙29,96 + 1,078∙0,935 + 1,307∙44,97 + 11,632∙

•29,08 + 0,124 ∙74,01 + 0,08∙35,37) ∙70∙103/3600

Q= 12,81-103Вт

 [II, с. 149] (4.29)

К - коэффициент теплоотдачи

(4.30) α1 - коэффициент теплоотдачи нагреваемой смеси α1=500Вт/м2∙К;

α2 - коэффициент теплоотдачи охлаждаемой смеси α2=600Вт/м2∙К.

Сумма технических сопротивлений стенки труб из нержавеющей стали и загрязнения органических паров:

 (4.31)

= 17,5 [10, с. 505] - коэффициент теплопроводности нержавеющей стали

= =11600 [11, с. 531]



3000C

2500C

1500C

1800C

Рис. 4.4. Схема тепловых потоков в теплообменнике



В соответствии с таблицей 2.3. [10, с. 51] поверхность, близкую к необходимой, может иметь теплообменник dтруб 25X2 с длиной труб 1,5м;

Dкожуха-159мм, поверхность теплообмена F=1,5m2. Запас поверхности теплообмена для выбранного теплообменника:



4.3.2. Аппарат воздушного охлаждения

Циркуляционный газ в аппаратах воздушного охлаждения охлаждается с

температуры 1200С до 400С, воздух нагревается с 150С до 700С.

1200С  40 0С

700С  150С



Следовательно 

Ориентировочно значение коэффициента теплопередачи К от газа к жидкости при

вынужденном движении принимаем 50 Вт / (м2·К)

Определяем ориентировочное значение площади поверхности теплообмена

 [15] (5.39)

где Q – количество передаваемой теплоты, Вт;

К – коэффициент теплопередачи, Вт / (м2·К);

 - средняя разность температур холодного и горячего теплоносителей, 0С.

Определяем расход тепла, передаваемого от циркуляционного газа к воздуху



где  - массовый расход циркуляционного газа, кг/с;

 - теплоёмкость циркуляционного газа, кДж/(кг·К);

- начальная и конечная температуры циркуляционного газа, 0С

Q= 141,730·2,416·(120-40)=27393,57 кВт

Тогда  м2

Так как циркуляционный газ перед аппаратами воздушного охлаждения делится на

два потока, то поверхность теплообмена соответственно будет равна 7305 м2.

По ГОСТ 14246-79 выбираем аппарат воздушного охлаждения зигзагообразного

типа с диаметром труб 25Х2 мм, длиной труб 6000 мм, числом ходов 1 и площадью

поверхности теплообмена 1875 м2.

4.3.3. Расчёт и подбор ёмкостей

Расход конденсата (карбинола – сырца) после сепаратора составляет 15000 кг/с по таблице.

Требуемый объём ёмкости определяется по формуле

 (5.40)

где  - расход конденсата, кг/с;

 - время заполнения ёмкости, ч; =0,5ч

 - плотность карбинола – сырца, кг/м3

 = 831 кг/м3 [20]

 - коэффициент заполнения, принимаем = 0,8 в соответствии с требованиями Госгортехнадзора;

м3

По ГОСТ 9317-84 выбираем ёмкость горизонтальную цилиндрическую с двумя эллиптическими отбортированными днищами, сварную [18].

Основные размеры сборника:

- вместимость 12,5 м3;

- внутренний диаметр 2000 мм;

- длина цилиндрической части 3200 мм;

- общая длина аппарата 4280 мм.

4.3.4. Подбор насосно – компрессорного оборудования

Для компримирования свежего синтез – газа выбираем центробежный, четырёхступенчатый компрессор марки К-160-131-1 с приводом от электродвигателя типа СТДП-6300-2УХЛ4:

- объёмная подача 70812 м3/ч;

- избыточное давление всаса 0,69 МПа;

- избыточное давление нагнетания 4,41 МПа;

- масса 72 т.

Для циркуляции газа выбираем центробежный одноступенчатый компрессор марки К-270-14-7 с приводом от электродвигателя типа СТМН-400-В:

- объёмная подача 600000 м3/ч;

- избыточное давление всаса 4,8 МПа;

- избыточное давление нагнетания 5,3 МПа;

- масса 46,2 т.

5. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Основные исходные данные

Производство карбинола является производством с непрерывным технологическим процессом при трехсменном режиме работы. Нагрузка по сменам равномерная.

Так как производство карбинола является пожаро- и взрывоопасным, то электрооборудование должно применяться во взрывозащищенном исполнении [12].

По степени надежности и бесперебойности электроснабжения основное оборудование относится к первой категории, гак как перерыв в электроснабжении этого оборудования может привести к опасности для жизни людей и значительному материальному ущербу, связанному с повреждением оборудования и длительному расстройству сложного технологического процесса.

Часть электрооборудования входит в особую группу по надежности электроснабжения. Это маслонасосы компрессоров, электроприводы задвижек, аварийное освещение. Это оборудование необходимо для безаварийной остановки производства в случае выхода из строя как основного, так и резервного источников питания.

Проектом предусмотрено рабочее, ремонтное и аварийное освещение. По надежности электроснабжения осветительные установки относятся к первой категории.

5.2. Определение потребителей электроэнергии и их мощности

Основными потребителями электроэнергии являются компрессоры, насосы и вентиляторы.

Единичная мощность потребителей определялась по каталогам и справочникам, согласно которым выбиралось технологическое оборудование [12]

Перечень основного оборудования с указанием его особенностей приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование исполнительного механизма или приемника электроэнергии | Кол ичес тво | Единичная мощность, кВт | Характер пуска | Регулиро вание скорости | Режим работы |
| 1 | 2 |  | 4 | 5 | 6 |
| 1 .Циркуляционный центробежный компрессор (нагнетатель) ЭГПАЧ-5,5 1,25 | 3 | 4000 | Под нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |

Основные данные оборудования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2. Центробежный компрессор природного газа 22 ЦКО-42/8-38М1 | 3 | 2000 | Под нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |
| 3. Центробежный компрессор углекислого газа СА-425/6 | 1 | 1600 | Под нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |
| 4. Центробежный компрессор конвертированного газа К-160-131-1 | 3 | 6300 | Под нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |
| 5. Центробежный компрессор азота | 1 | 1000 | Под  нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |
| 6. Электроподогреватель | 2x4 | 500 | Под нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |
| 7. Вентилятор | 8 | 75 | Под нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |
| 8. Вентилятор | 18 | 75 | Под нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |
| 9. Центробежный насос для перекачивания карбинола циркуляционный газ ЦТ 25/50-К-7,5-5 | 2 | 15 | Под нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |
| 10. Центробежный насос для перекачивания углеводородов и фракции метанол-масло-вода АХЕ-50-32-200А-55 | 2 | 5,5 | Под нагрузкой | Не  регули­руется | Продол­житель­ный |

5.3. Выбор рода тока и напряжения питания

Все электроустановки в производстве карбинола питаются переменным трехфазным током.

Для силовых потребителей применяется 6000В и 380В. Для светильников рабочего освещения применяется напряжение 220, для ремонтного освещения 36В и 12В, для аварийного освещения применяется переменный ток напряжением 220В с автоматическим переключением на постоянный ток напряжением 220В [12].

Питание подогревателей предусматривается от индукционных регуляторов ИР-118/60. Напряжение, подаваемое на подогреватели, может регулироваться от 0 до 220В, при этом сами индукционные регуляторы запитываются напряжением 6000В.

5.4. Выбор типа электродвигателей и других силовых потребителей

Так как производство карбинола является пожаро- и взрывоопасным, то электрооборудование выбираем во взрывозащищенном исполнении [l2].

Поскольку машины и механизмы не требуют регулирования скорости, то можно применять синхронные и асинхронные двигатели.

При мощности больше 300кВт целесообразно применять синхронные электродвигатели, так как при большой мощности синхронные электродвигатели имеют ряд преимуществ по сравнению с асинхронными, например больший КПД а главное применение синхронных электродвигателей позволяет повысить коэффициент мощности в питающей сети. Поэтому для компрессоров выбираем синхронные электродвигатели, а для насосов и вентиляторов применяем асинхронные электродвигатели [12].

Электрическую нагрузку на питающую сеть от силового электрооборудования рассчитываем следующим образом. Зная номинальную мощность каждого приемника электроэнергии Рн и количество однотипных приемников n, определяем установленную

мощность группы однородных приёмников Руст

Руст=Рн∙ n (5.1)

Затем определяются расчетные значения активной Рр, реактивной Qp и полной Sp мощностей

Рр=Кс · Руст (5.2)

Qр = Рр ∙tgφ (5.3)

Sp= (5.4)

Где Кс-коэффициент спроса, определяемый по отраслевым каталогам.

Расчетное значение tgφ определяется с помощью следующего выражения

Таблица 5.2

Основные технологические данные силовых потребителей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование приемника электроэнергии | Кол- во | Тип электродвигате- ля | Номинальные показатели | | | | Pуст,  кВт | Кс | tgφ | Pp, кВт | QP,  кВАр | Sp,  кВА |
| Мощнос- ть, Рн, кВт | Частота вращения мин-1 | сosφ | Напряже- ние, кВт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1. Циркуляционный центробежный компрессор (нагнетатель) ЭГПАЧ-  5,5-1,25 | 3 | CTДП-  4000/6000 | 4000 | 3000 | 0,95 | 6000 | 12000 | 0,8 | 0,14 | 9600 | 1344 | 9694 |
| 2. Центробежный компрессор природного газа22ЦКО-42/8-38М1 | 3 | 2 АЗМП-  2000/6000 | 2000 | 3000 | 0,93 | 6000 | 6000 | 0,8 | 0,19 | 4800 | 912 | 4886 |
| 3. Центробежный компрессор углекислого газа СА-425/6 | 1 | ДАР-14-59-4 | 1600 | 1445 | 0,88 | 6000 | 1600 | 0,8 | 0,53 | 1280 | 678,4 | 1449 |
| 4. Центробежный компрессор конвертированного газа К-160-131-1 | 3 | стдп-  6300/6000 | 6300 | 3000 | 0,95 | 6000 | 18900 | 0,8 | 0,14 | 15120 | 2116,8 | 15260 |
| 5. Центробежный компрессор азота | 1 | 2АЗМП-  2000/6000 | 1000 | 3000 | 0,93 | 6000 | 1000 | 0,8 | 0,19 | 800 | 152 | 814,3 |
| 6. Электроподогреватель | 2x4 | ИЭТ-31-И2 | 500 | — | 1,0 | 220 | 4000 | 0,8 | 0 | 3200 | 0 | 3200 |
| 7. Вентилятор | 8 | ВАСО-2-75-  24VI | 75 | 750 | 0,88 | 380 | 600 | 0,8 | 0,53 | 480 | 254,4 | 543,2 |
| 8. Вентилятор | 18 | ВАСО-16-29-  24 | 75 | 1430 | 0,88 | 380 | 1350 | 0,8 | 0,53 | 1080 | 572,4 | 1219 |

Продолжение таблицы 5.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 |  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 9. Центробежный насос для перекачивания карбинола циркуляционный газ ЦТ  25/50-К-7,5-5 | 2 | ВАО-160-4 | 15 | 1465 | 0,88 | 380 | 30 | 0,8 | 0,53 | 24 | 12,7 | 27,2 |
| 10. Центробежный насос для перекачивания углеводородов и фракции метанол-масло-вода АХЕ-50-32-200А-55 | 2 | ВАО-112-4 | 5,5 | 1445 | 0,85 | 380 | 11 | 0,8 | 0,62 | 8,8 | 5,5 | 10,4 |

5.5. Расчет установленной мощности освещения

Для освещения используются лампы DPL-250, мощностью 250Вт и ЛБ-40, мощностью 40Вт. Электрическую нагрузку от осветительных приборов рассчитываем по формулам предыдущего раздела. Результаты сводим в таблицу 5.3.

Таблица 5.3

Основные технические данные электроосвещения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование помещения | Рн,  кВт | Число ламп | кВт | Кс | tgφ | Pp.  кВт | Qp,  кВАр | SP  кВА | Категория падения |
| ЦПУ | 0,04 | 56 | 2,24 | 0,9 | 1,33 | 2 | 2,68 | 3,3 | 1 |
| Всего |  | 56 | 2,24 |  |  |  |  | 3,3 |  |

5.6. Определение электрической нагрузки

Электрическую нагрузку на питающую сеть от всего электрооборудования определяем на основании данных разделов 5.4. и 5.5. Результаты расчетов сводим в таблицу 5.4.

Таблица 5.4

Сводные данные по токоприемникам

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Единица измерения | Силовые потребители | | Освещение | Всего |
|  |  | 6кВ | 380/220В |  |  |
| Количество приемников электроэнергии | шт | 13 | 40 | 176 | 216 |
| Установленная мощность приемников | кВт | 40500 | 6197 | 32,24 | 46729,24 |
| Расчетная полная мощность | кВА | 32990,7 | 5183,9 | 28,5 | 38203,1 |
| Мощность наибольшего приемника | кВт | 6300 | 500 | 0,25 |  |

5.7. Выбор схемы передачи и распределения электроэнергии

Все электрооборудование получает питание от цеховой трансформаторной подстанции, которая состоит из следующих помещений. РУ-бкВт, двухтрансформаторная КТП, помещения щитов постоянного тока, щитов телемеханики [13].

Сборные щиты 6000В состоит из двух секций, каждая из которых питается от своего ввода. От этих секций запитываются высоковольтные двигатели компрессоров, индукционные регуляторы ИР-118/60 и трансформаторы КТП [13].

Каждый трансформатор КТП через автоматический выключатель питает свою секцию сборных шин низкого напряжения 0,4кВ. На секционном автомате предусмотрено устройство автоматического включения резерва (АВР), поэтому в случае отключения одного из трансформаторов его секция через этот секционный автомат подключается к другому трансформатору. В нормальном режиме секционный автомат отключен.

Вводной автомат при неисправности трансформатора отключается. Понижающие трансформаторы имеют на стороне 0,4кВ глухозаземленную нейтраль.

Электроприемники на напряжение 0,4кВ запитываются от щитов станций управления, которые получают питание от сборных шин низкого напряжения КТП.

Мощность каждого трансформатора КТП должна составлять не менее 70% от полной расчетной мощности всех приемников, запитываемых от шин низкого напряжения этих двух трансформаторов

Stp=0,7 ∙Sp=0,7 ·1212,4=848,7 кВА (5.6)

Выбираем ближайший по мощности трансформатор ТМ-1000/6-10 мощностью 1000кВА.

Поскольку имеются приемники первой и особой группы, то для обеспечения необходимой надежности электроснабжения помимо двух независимых линий электроснабжения имеется третий независимый источник [13].

Силовые и контрольные сети во взрывоопасных помещениях предусматриваются бронированным кабелем с медными жилами, прокладываемым открыто на лотках.

Электрическая схема одного из щитов станции управления предусмотрена на рисунке 5.1.

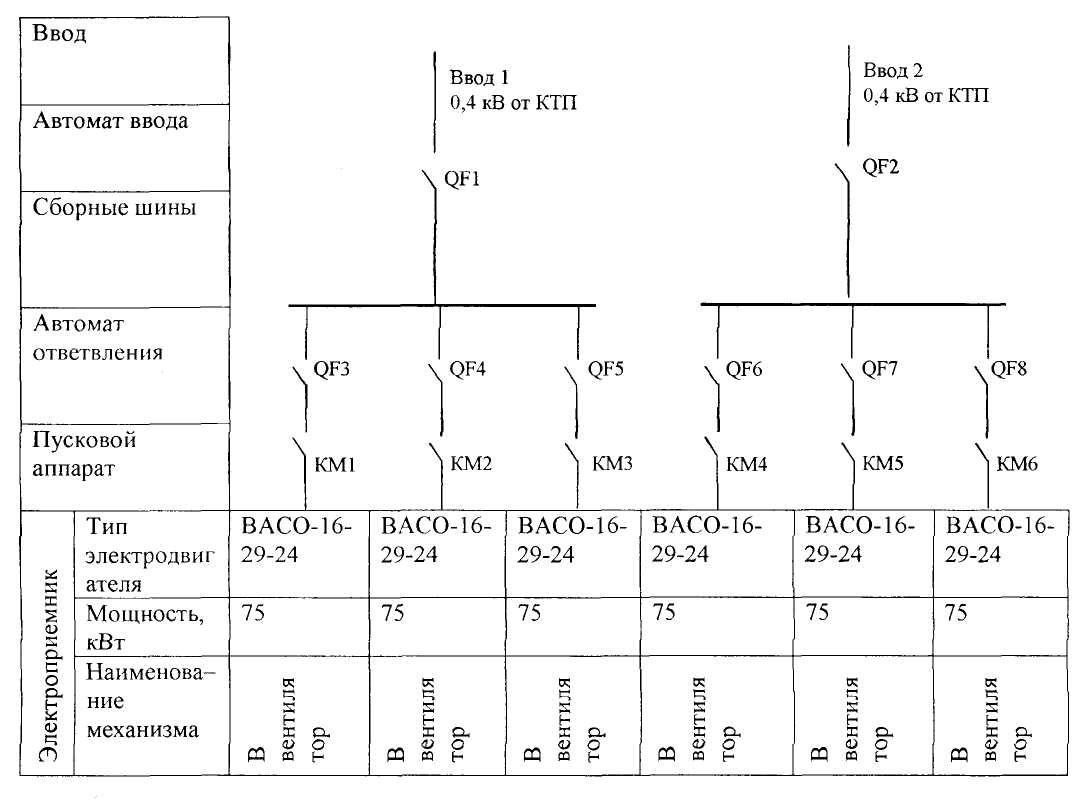


Рис. 5.1. Электрическая схема щита станции управления

6. АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

|  |
| --- |
| Аналитический контроль  контроль |

Таблица 6.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| Наименование стадии процесса,  места измерения параметров или  отбора проб | Контролируемый  параметр | Частота и  способ  контроля | Нормы и  технологические  показатели | Метод испытания и  средства контроля | Кто контролирует |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Газ, сбрасываемый при продувке  оборудования и коммуникаций  реактора азотом | Горючие | При продувках | Не более 0,5% в  пересчете на  водород | ПГФ-2М шк. 0-37%  допускаемая  погрешность ± 0,5% | Лаборант  производственной  лаборатории |
| Циркуляционный газ на входе в  реактор | Объемные доли:  СО  CH4  N2  CO2  H2 | 2 раза в смену | 10-21%  8-16%  5-15%  4-7%  30-70% | Хроматографическим  методом.  Н2 определяется по  разности компонентов | Лаборант  производственной  лаборатории |
| Карбинол-сырец на выходе из  реактора | Объемные доли:  СНзОН  (СНз)2О  Н2О  CO2 | 1 раз в месяц | 90%  0,4%  9-10%  0,01% | Хроматографическим  методом.  Методом титрования.  Методика ЦХЛ. | Лаборант  производственной  лаборатории |
| Циркуляционный газ в период  восстановления катализатора | СО2  Н2+СО | В пусковой  период в  течение 7-10  суток через 1  час | Не менее 0,1%  Не более 1% | Методом поглощения,  хроматографическим.  Методика ЦХЛ. | Лаборант  производственной  лаборатории |

Продолжение таблицы 6.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Циркуляционный газ после реактора | Объемные доли:  СО  CH4  N2  CO2  H2 | 1 раз в месяц | 10-21% 8-16%  5-15%  4-7%  30-70% | Хроматографическим методом. | Лаборант производственной лаборатории |
| Анализ воздушной среды в машинном зале | СО | Постоянно | ПДК, не более 20  мг/м3 | Система автоматического газового анализа | Лаборант газового анализа |
| Анализ воздушной среды в районе фланцевых соединений | Горючие | Постоянно | Не более 1% | Система автоматического газового анализа | Лаборант газового анализа |

7. Контрольно - измерительные приборы и средства автоматизации

Автоматизация технологического процесса является высшей ступенью в сложном технологическом процессе управления производством.

Автоматизация производства открывает неограниченные возможности для повышения производительности труда, более быстрых темпов развития производства, улучшения качества выпускаемой продукции, создания условий для оптимального использования всех ресурсов производства.

Особенно большое внимание вопросам автоматизации уделяется в химической промышленности. Это объясняется сложностью и большой скоростью протекания технологических процессов, высокой их чувствительностью к нарушению режима, вредностью условий труда, взрыво- и пожаробезопасностью перерабатываемых веществ [35].

7.1. Описание схемы автоматизации

Схема синтеза карбинола оснащена контрольно – измерительными приборами, средствами автоматизации и сигнализации, обеспечивающими безопасное ведение технологического процесса. Контроль осуществляется из центрального пункта управления

Предусмотрены следующие основные узлы автоматического регулирования:

- давления свежего синтез – газа, поступающего на очистку поз 200

- давление газовой смеси идущей на синтез карбинола поз 204

- давление продукционного газа идущего из колонны синтеза поз 208

Предусмотрен контроль:

- уровня сконденсировавшейся влаги из свежего синтез – газа поз 401

- концентрации водорода в циркулирующем газе, идущим на синтез поз 501

- концентрации окиси углерода в циркулирующем газе поз 500

- расхода газа основного хода идущего на синтез карбинола поз 300-1

- расход газа холодного байпаса поз 301-1

- температуры в слоях катализатора (верхнего, среднего, нижнего) реактора синтеза поз 104-(1,2,3,4)

- температуры стенок реактора синтеза поз 104-(1,2,3,4)

- температуры продукционного газа выходящего из рекуперационного теплообменника поз 105-1

- температура продукционного газа выходящего из холодильников воздушного охлаждения поз 106-1

- уровня карбинола в сепараторе поз 405

7.2. Описание САР температуры подачей синтез – газа холодного байпаса

На трубопроводе подачи свежего синтез – газа холодного байпаса, в колонне синтеза карбинола РК устанавливаются термопары хромель – алюмелевые из жаростойкого кабеля ТХА-0515710-50 (поз 100-1). Температура в слоях катализатора регулируется автоматическим потенциометром с регулирующим устройством, искробезопасной схемой КСП 3ПИ модель 1803Д (поз 100-2) в комплекте с пневматической панелью управления П122 (поз 100-3). Потенциометр снабжён регулирующим устройством, на котором устанавливается сравнительное значение заданных параметров, в результате чего отрабатывается сигнал рассогласования, который через панель дистанционного управления (поз 100-3) поступает на регулирующий клапан (поз 100), который измеряет подачу синтез – газа холодного байпаса.

Приборы по

месту

Приборы в

ЦПУ

РК

100

Рис 7.1. Принципиальная схема САР

7.3. Спецификация на приборы и средства автоматизации

Таблица 7.1

Спецификация на приборы и средства автоматизации

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № позиции по технологической схеме место установки | Наименование и техническая характеристика приборов и арматуры | | Тип прибора, арматура | Завод - изготовитель | Единица измерения | Количество | Измеряемая или регулируемая среда | Предельные значения параметров | | | | | | | | | |
| Т  0С | | Р  МПа | | F  м3/ч | | α  м | | Q  % | |
| FE 300-1 | Диафрагма камерная в комплекте с запорными вентилями; Ру=10,0 МПа  Ду=200 мм | | ДК-100-200А-П-а/б-1 | Завод "Теплоприбор"  г.Рязань | шт | 1 | Синтез-газ |  | |  | | 58000 | |  | |  | |
| FE 300-2 | Дифманометр мембранный. Класс точности 1,0. Шкала 0÷250 МПа | | ДМ-П | - ″- | шт | 1 |  |  | |  | |  | |  | |  | |
| FIR 300-3 | Вторичный пневматический регистрационный прибор. Шкала 0÷80000 м3/ч | | РПВ  4.37 | Завод "Теплоприбор"  г.Москва | шт | 1 |  |  | |  | |  | |  | |  | |
| FЕ 301-1 | Диафрагма по чертежам ГОСНИИМЕТАНОЛПРОЕКТА, г.Северо-Донецк. Ру=7,2МПа, Ду=256мм | | КС-72-26660 | - ″- | шт | 1 |  |  | |  | | 80000 | |  | |  | |
| FТ 301-2 | Преобразователь разности давления, пневматический. Класс точности 1,0 | | 13.ДД.11 | Завод "Теплоприбор"  г.Рязань | шт | 1 |  |  | |  | |  | |  | |  | |
| FIR 301-3 | Вторичный пневматический регистрирующий прибор. Шкала 0÷80000 м3/ч | | РПВ 4.37 | Завод "Тизприбор" г.Москва | шт | 1 |  |  | |  | |  | |  | |  | |
| QT 500-1 | Оптико – акустический газоанализатор на окись углерода. Шкала 0÷20% | | Кедр-17 | Вырусский завод газоанализаторов | шт | 1 |  |  | |  | |  | |  | | 15÷17 | |
| QIR 500-2 | Самопишущий прибор. Шкала 0÷20% СО | | КСУ 2-004 | - ″- | шт | 1 |  |  | |  | |  | |  | |  | |
| QT 501-1 | Автоматический газоанализатор на водород Класс точности 2,5 | | ТП-1120 | - ″- | шт | 1 |  |  | |  | |  | |  | | 1,0 | |
| QIR 501-2 | Самопишущий прибор. Шкала 0÷60% Н2. Класс точности 0,5 | | КСМ 2-024 | - ″- | шт | 1 |  |  | |  | |  | |  | |  | |
| ТЕ 100-1  ТЕ 101-1  ТЕ 102-1  ТЕ 103-1 | Термопара хромель – алюмелевая из кабеля жаростойкого термопарного. Длина монтажной части 1250 мм. Материал защитной арматуры ст. ОХ20Н14С2 | | ТХА-0515710-50 | Луцкий приборостроительный завод | шт  шт  шт  шт | 4  4  4  4 | газ  газ  газ  газ | 250  270  270  300 | |  | |  | |  | |  | |
| TRCA 100-2  TRCA 101-2  TRCA 102-2  TRCA 103-2 | Потенциометр автоматический, с регулирующим устройством, с искробезопасной схемой. Градуировка ХА. Шкала: 0÷8000С | | КСП3-ПИ модель 1803Д | Завод "Теплоприбор"  г.Челябинск |  |  |  |  | |  | |  | |  | |  | |
| НС 100-3  НС 101-3  НС 102-3  НС 103-3 | В комплекте: панель управления пневматическая | | П122 | - ″- | шт | 1 |  |  | |  | |  | |  | |  | |
| ТЕ 104-1  ТЕ 104-2  ТЕ 104-3  ТЕ 104-4 | | Термопары хромель-капеливые. Градуировка ХК. Длина монтажной части 200мм. Материал защитной арматуры ст.08×13 | ТХКП-551 | Луцкий приборостроительный завод | шт | 16 | Стенки реактора | | 300 | |  | |  | |  | |  | |
| TIRY 105-5 | | Малогабаритный показывающий регистрирующий самопишущий потенциометр. Градуировка ХК. Шкала: 0÷3000С. Класс точности 0,5 | КСП 2-025Н | Завод "Теплоприбор"  г.Челябинск | шт | 1 |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| LT 400-1  LT 401-1  LT 402-1  LT 403-1  LT 404-1 | | Уровнемер буйковый пневматический. Класс точности 1,5 | УБ-ПВ 800-1 | Завод "Тизприбор" г.Москва | шт | 1 | Влага из свежего синтез-газа | |  | |  | |  | |  | |  | |
| LIR 400-2  LIR 401-2  LIR 402-2  LIR 403-2  LIR 404-2 | | Вторичный пневматический. Шкала: 0÷100%. Класс точности 1,0 | РПВ 4.37 | - ″- | шт | 1 |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| LT 405-1 | | Уровнемер буйковый пневматический. Класс точности 1,5 | УБ-ПВ 800-1 | Завод "Тизприбор" г.Москва | шт | 1 | Карбинол | |  | |  | |  | |  | |  | |
| LIR 405-2 | | Вторичный пневматичес кий регистрирующий при-бор. Шкала 0÷100%. Класс точности 1,0 | РПВ 4.37 | - ″- | шт | 1 |  | |  | |  | |  | |  | |  | |

8. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

8.1. Характеристика потенциальных опасностей и вредностей, которые могут возникнуть при реализации разрабатываемого проекта - производства карбинола

-образования местных взрывоопасных концентраций при недостаточной герметичности аппаратуры и коммуникаций;

-возможность загазованности рабочих помещений, что может привести к взрывам, пожарам, отравлениям;

-отравление парами карбинола и при приеме его внутрь;

-термические ожоги при прорыве горячих паров и газов;

-повышенная опасность поражения людей электрическим током;

-химические ожоги (щелочь);

-механические травмы (неправильная эксплуатация оборудования);

-повышенная опасность поражения людей электрическим током.

8.2.Токсические и взрывопожароопасные характеристики используемых веществ

Водород (Н2) - бесцветный, горючий, взрывоопасный газ без запаха и вкуса. Для работы в атмосфере с большим содержанием водорода применяются изолирующие противогазы.

Оксид углерода (II) (СО) - бесцветный горючий газ без запаха, горит синим пламенем. Оказывает токсическое действие на организм человека, относится к кровяным ядам: вызывает удушье вследствие образования соединения с гемоглобином *крови.* При острых отравлениях происходит быстрая потеря сознания, судороги, отдышка. Первая помощь: вывести пострадавшего на свежий воздух и устранить все, что затрудняет дыхание -расстегнуть воротник, пояс. При отсутствии дыхания - искусственная вентиляция легких.

Метан (CН4) - бесцветный горючий газ, оказывает токсическое действие на организм, вызывая удушье от недостатка кислорода. Первая помощь: пострадавшего удалить из вредной атмосферы, освободить от стесняющих частей одежды, согреть тело грелкой.

Диметиловый эфир (СНз)2О - бесцветный газ с запахом, несколько напоминающим хлороформ; слабый наркотик, слегка раздражающий дыхательные пути.

Сода каустическая – твердое вещество белого цвета, действует на кожу прижигающее, опасно ее попадание в глаза. Первая помощь - обильно промыть водой глаза и обратиться в медпункт.

Катализатор СНМ -1 –пыль, раздражает слизистую оболочку глаз, вызывает, головную боль.

Таблица 8.1

Токсические и взрывопожароопасные характеристики используемых веществ и материалов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование вещества | Агрегатное состояние | ПДК ,мг/м3  ГН 2.2.5.1313-0-3 | | Класс  Опасности ГОСТ 12.1.005-88 | Температура,°С  ГОСТ 12.1.004-89 | | Концентрационные пределы распространения пламени, %  ГОСТ 12.044 -89 | |
| Рабзон | Нас.п. | Всп. | Самов. | Нижн. | Верхн. |
| Водород | Г |  |  | 1 |  | 510 | 4,0 | 75 |
| Оксид углерода | Г | 20 | 3.0 | 4 |  | 610 | 12.7 | 75 |
| Метан | Г | 30 |  | 4 |  | 537 | 4,27 | 72,6 |
| Диметиловый эфир | Ж | 1.0 | 0.5 | 2 | 8 | 436 | 6.7 | 34.7 |
| Аммиак | Г | 20 | 0.04 | 4 |  | 650 | 16,0 | 28 |
| Каустик | Ж | 0.5 |  | 2 |  |  |  |  |
| Катализатор | Т | 1.0 |  | 2 |  |  |  |  |
| N-метилпиралодон | Ж | 100 |  | 4 | 95 | 250 | 25 | 105 |

* 1. Классификация и категорирование производства

Таблица 8.2

Классификация и категорирование производства

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование отделения, установки | Категорирование взрывоопасности  НПБ-105-03 | Классификация зон и взрывоопасных смесей, помещений и наружных установок поПУЭ | |
| Класс зоны | Категория и группа взрывоопасных смесей  ГОСТ 12.1.011-78 |
| Отделение синтеза | Ан | В-1г | I T1 |
| Блок вспомогательных помещений | Д | - | - |
| Помещение насосной водооборотного цикла | Д | - | - |
| Маслопункт | В-2 | П-1 |  |
| Базисный склад | Ан | В-1г |  |

По опасности поражения электрическим током отделение компрессии относится к категории «помещения с повышенной опасностью» (температура свыше 30°С, металлические полы). Остальные помещения относятся к «помещениям без повышенной опасности».

Так как часть помещений относится к «помещениям с повышенной опасностью» то в них необходимо применять электрооборудование во взрывобезопасном исполнении.

Степень огнестойкости зданий согласно СН и П 21-01-97 –II.

Ширина санитарно-защитной зоны для производства метилового спирта составляет 500 м (СанПиН 2..2.1/2.1.1.1200-03).

Категория зданий по молниезащите согласно РД 34. 21. 122-87 –II.

Предусмотрены следующие виды защиты от поражения молнией:

-молниеприемники, установленные на зданиях;

-заземление технологических аппаратов.

8.4. Санитарно-гигиеническая характеристика производства

В связи с тем, что основная часть технологического оборудования расположена на открытой площадке, то обслуживающий персонал большую часть времени проводит на открытом воздухе при различных погодных условиях. Поэтому необходимо предусмотреть, чтобы в помещениях были допустимые параметры микроклимата, которые будут способствовать поддержанию работоспособности персонала. В цехе в основном осуществляются работы со 2 а категорией по уровню энергозатрат 175-232 Вт. Допустимые параметры микроклимата (СаНПиН 2.2.4.548-96) приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3

Допустимые параметры микроклимата

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Категория работ по энергозатратам | Температура воздуха, °С | | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха % | | Скорость движения воздуха,  м/с | |
|  |  | оптим. | допус. | оптим. | | допус. | оптим. | допус. |
| холодный | 2а | 17-18,9 | 21,1-23 | 16,0-24 | | 15-75 | 0,1 | 0,3 |
| теплый | 2а | 18-19.9 | 22.1-27 | 17.0-28.0 | | 15-75 | 0,1 | 0,4 |

Показатели микроклимата будут поддерживаться при помощи системы отопления и вентиляции (СН2,04.05-91\*).

В производстве карбинола источниками шума являются компрессоры, вентиляционные установки, насосы. Предельно допустимый уровень звукового давления не должен превышать 80дБА (СН.2.2.4/2.1.8.562-96).

Индивидуальными средствами защиты от шума являются «бируши».

Гигиенические нормативы вибрации действующие на человека в производственных условиях не должны превышать указанных в таблице 8.4., согласно ГОСТ 12.1.012-90.

Таблица 8.4.

Гигиенические нормативы вибрации.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | |
| 8 | 16 | 31.5 | 63 | 125 | 250 | 500 |
| Локальная вибрация | 115 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 |

Предусмотрена система совмещенного освещения: естественное боковое за счет боковых световых проемов –КЕО -1% и искусственное -освещенность рабочей поверхности- *200 лк* (согласно СНиП 23-05-95). Освещение осуществляется люминесцентными лампами согласно ГОСТ 6825-91.Предусмотрено аварийное освещение в размере не менее 5% от нормируемого значения освещенности, с автономным питанием а также эвакуационное – в местах проходов и на лестничных клетках.

Предусмотрена система общеобменной вентиляции согласно СНиП 2.04.05-91

Для защиты персонала от вредных веществ в цехе должны применяться следующие средства индивидуальной защиты: фильтрующие противогазы марки «А» и «М», «КБФ» «КД», шланговые противогазы, кислородно-изолирующие противогазы КИП-10, респираторы, каски, спецодежда, спецобувь.

8.5. Безопасность технологического процесса и оборудования. Электробезопасность

Во избежании несчастных случаев и аварийных ситуаций необходимо строго выполнять общие требования техники безопасности:

1.Перед проведением работ внутри технологических аппаратов, сосудов, колодцев рабочие должны быть проинструктированы о правилах безопасного проведения работ и методах оказания первой медицинской помощи;

2.Запрещается работать в условиях, при которых невозможно оказание немедленной помощи в случае аварии, т.е. в рабочем помещении должно находиться не менее двух человек;

З.Лица, не прошедшие инструктаж к работе не допускаются;

4.Проведение огневых работ допускается только при наличии письменного оформленного разрешения на проведение огневых работ во взрывоопасных и пожароопасных объектах.

5.Запрещается приступать к работе без спецодежды и средств индивидуальной защиты.

При работе с электрооборудованием возможны случаи поражения электротоком и возникновение пожаров (короткое замыкание).

Ремонт электрооборудования, электродвигателей должен проводиться при отключенном напряжении. Все оборудование должно быть заземлено ГОСТ 12. 1. 019-79. На работах связанных с опасностью поражения электротоком, необходимо применять защитные средства (штанги, клещи, изолированные подставки, инструмент с изолированными ручками, диэлектрические болты, калоши, диэлектрические коврики)

Необходимо строго соблюдать нормы технологического режима, которые предусматривают:

-герметичность соединений аппаратов и коммуникаций;

-поддержание в исправном состоянии предохранительных устройств на аппаратах и трубопроводах;

-бесперебойную работу блокировок, сигнализации, КИП И вентиляции.

Аппараты, работающие под давлением, периодически, через установленный срок, должны подвергаться проверке в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»

8.6.Пожарная безопасность

По категории взрывопожарной и пожарной опасности цех относится к категории А. Элементы здания выполнены из несгораемых материалов, а несущие конструкции обладают повышенным сопротивлением к воздействию огня.

Для предупреждения возгорания от статического электричества предусмотрено заземление (сопротивление 4Ом).

Весь процесс автоматизирован и оптимизирован. Проведение газоопасных работ регламентировано.

Для предупреждения и локализации пожаров необходимо предусмотреть следующие меры:

--использование азота для предупреждения образования взрывоопасных концентраций в аппаратах;

-отсутствие источников открытого огня;

-применение обратных клапанов, гидрозатворов и огнепреградителей на жидкостных трубопроводах;

-установка разрывных мембран на газопроводах;

-установка резервуаров для аварийного слива жидкости.

Система пожаротушения цеха предусматривает применение:

-дренчерных установок,

-систему водяного разбавления карбинола размещается на складе карбинола;

-систему пожаротушения паром (размещается на складе компрессии);

Первичными средствами пожаротушения являются песок, вода, огнетушители ОХП-10, ОУ-5, ОП -10. На лестничных клетках, у входов, в коридорах предусматриваются внутренние пожарные краны. На случай возникновения пожара предусмотрены эвакуационные выходы. На открытой территории предусмотрены ящики с песком..

В случае возникновения пожара необходимо согласно ППБ *01* -03:

1. Отключить напряжение, вентиляцию, перекрыть сырьевые потоки.

2. Сообщить о случившемся в пожарную охрану по телефону 01;

*3.* До прибытия пожарных приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

8.7. Защита окружающей среды

К твердым отходам производства относится отработанный катализатор синтеза карбинола СНМ-1 изреактора синтеза (таблетки черного цвета диаметром 1\*5 мм),используется как вторичное сырье для производства цветных металлов.

Газовые отходы:

-продувочные газы Р=2,7 МПа (циркуляционный газ синтеза карбинола), направляются на установку крекинга для получения конвертированного газа для производства аммиака;

-танковые газы Р=0,4 МПа (из сборника карбинола), направляются на сжигание в факельную систему сбросных газов производства.

- жидких отходов нет.

8.8.Предупреждение чрезвычайных ситуаций

При производстве карбинола могут возникнуть чрезвычайные ситуации, такие как

1.Утечка синтез газа, аммиака, азото -водородной смеси может привести к накоплению в воздухе взрывоопасных смесей, последующим пожарам и взрывам.

Ликвидация ЧС:

-оповестить персонал цеха;

-прекратить все работы; удалить посторонних с места утечки;

-отключить компрессорное оборудование;

- включить водяную завесу для поглощения аммиака;

-сбросить давление в отключенном блоке;

-подать азот и продуть блок;

- устранить утечку.

2.Полное прекращение электроснабжения может привести к остановке всего электрооборудования.

Ликвидация ЧС:

-предупреждение диспетчера предприятия о возможном отключении электроэнергии в цехе;

-предупреждение цехов технологически связанных с карбинолом о возможном отключении электроэнергии;

-перекрыть задвижки на трубопроводах подачи сырья и пара.

8.9. Расчётно – аналитическая часть. Токсичность и взрывоопасность вещества (материала)

8.9.1. Элемент паспорта безопасности карбинола

Формула: СН3ОН

Наименование :Карбинол

Таблица 8.5

Токсичные свойства

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Молекулярная масса | Агрегатное состояние | ПДК рабочей зоны | ПДК населенных пунктов | Ср. смертельная доза при введении в желудок | Ср.смертельная доза при попадании на кожу | Зона острого действия | Зона хронического действия | КВИО | Класс опасности | Химическая активность |
| 32,04 | ж | 5 | 0,5 | 30 | Чистый действует очень слабо | 5-10 |  |  | 3 |  |

Таблица 8.6

Взрывоопасные свойства

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t кипения | t вспышки | t самовоспламенения | Концентрационные пределы распространения пламени | | Температурные пределы распространения пламени | | Средства необходимые для тушения пожара |
| НКПР | . | нижний | верхний |
| 64,9 | 5 | 440 | 6.98 | 35.5 | 5 | 39 | ОХП, ОУ, ОП |

Воздействие на человека

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Пути воздействия | Поражаемые органы и системы | Симптомы и проявления | Средства индивидуальной защиты | Меры оказания первой помощи |
| Желудок | Поражение зрительного нерва и сетчатки, сосудов, ЦНС | Тошнота, рвота, головная боль, сильные боли во всем теле, желудке, неясность видения, мелькание перед глазами | Не принимать внутрь. | Промывание желудка в течение первых двух часов; внутрь2-4л и внутривенно 1л 5%питьевой соды. Под кожу 500мл 5% глюкозы. Для последующей борьбы с ацидозом каждые 30 минут по5 г соды, обильное питье (введение жидкости через зонд), внутривенно 1-3% р-р питьевой соды и молочнокислого натрия (по 4 л жидкости в сутки).  Противоядие при отравлении – этиловый спирт. 1 л 5% этилового спирта в 5% растворе глюкозы в воде или физиологическом растворе вводят незамедлительно. Затем каждый час пить небольшие количества этиловогоспирта или вводить внутри вено этот р-р по 200 мл. |
| Кожа | Раздражение слабое | Покраснение кожи | Спецодежда, перчатки, обувь | Срочно снять промокшую спецодежду, обуви, обильно промыть кожные покровы водой. Обратиться к врачу. |
| Дыхательные пути | Органы дыхания (очень редко отравление) | Головокружение, тошнота, ощущение «серого тумана» перед глазами, резкое снижение остроты зрения, увеличение печени. | Фильтрующий промышленный противогаз марки «А» | Срочно вывести на свежий воздух, ингаляция кислорода, искусственное дыхание, возбуждающие и сердечные медицинские средства . |
| Глаза | Органы зрения | Ощущение «серого тумана» перед глазами, резкое снижение остроты зрения, | Защитные очки | Срочно обратиться а в медпункт. Повторные люмбальные пункции через каждые 5-6 дней до стойкого улучшения зрения. Ретробельбарная инъекция атропина, внутривенные инъекции новокаина. |

На основании ГОСТ Р.12.1.052-97 ССБТ

8.10. Гражданская оборона

Проблема защиты населения и работников предприятия от химического поражения решается усилиями гражданской обороны. Осуществляется она путем заблаговременного выполнения ряда мероприятий:

-создание защитных сооружений для укрытия персонала;

-обеспечение работников средствами индивидуальной защиты;

-эвакуация персонала с территории комбината в случае сильных катастрофических разрушений и заражений;

-организация оповещения работников об угрозе химического заражения;

-обучение работников защите, а также ведению спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ.

Система оповещения на объекте представляет собой комплекс предупредительных сигналов, предупреждающих работников предприятия о ЧС. Она включает в себя аварийную сигнализацию, оповещение и предупреждение.

Пути движения, входы в защитные сооружения должны быть свободными, не допускается их загромождение. Входы и аварийные выходы должны быть защищены от атмосферных осадков и поверхностных вод.

Инженерно-техническое оборудование защитных сооружений должно содержаться в исправности и готовности к использованию по назначению.

Нормальной в защитном сооружении считается относительная влажность не выше 65 - 70 %. В неиспользуемых помещениях в зимнее время температура воздуха должна быть не ниже +10°С.

На объекте созданы убежища большой вместимости (на 600 человек каждое), оборудованные системой жизнеобеспечения. Они имеют следующее оборудование: фильтровентиляционный агрегат ФВА-49 (состоящий из фильтров-поглотителей ФП-100, здектроручного вентилятора РВ-49, противовзрывного устройства, противопыльных фильтров), регенеративные патроны РП-100, клапан избыточного давления КИД, кислородные баллоны.

Снабжение убежища наружным воздухом обеспечивается по двум режимам: по режиму чистой вентиляции и по режиму фильтровентиляции. При режиме чистой вентиляции наружный воздух очищается от пыли. При режиме фильтровентиляции наружный воздух очищается от радиоактивной пыли, отравляющих веществ, биологических средств. При режиме полной изоляции необходимо перекрыть доступ в убежище внешнего воздуха и перейти на использование регенеративных патронов. Этот режим необходим при недостатке в воздухе кислорода.

Источником энергии служит дизель-генераторная установка. В убежище предусмотрен аварийный запас воды (6 л питьевой воды на человека, 4 л воды для гигиенических целей). Предусматриваются резервные баки для сбора сточных вод.

Фильтрующие противогазы являются индивидуальными средствами защиты, предохраняющими органы дыхания и зрения, от воздействия вредных газов, паров, дыма и тумана, присутствующих в воздухе.

Порядок эвакуации персонала цеха:

Решение по эвакуации принимается начальником ГО объекта. Согласно ПЛАС, начальник цеха или лицо, заменяющее его в данный момент, отдает указания по эвакуации. Рабочие, которые участвуют в ведение процесса, разгрузке агрегатов, остаются на рабочих местах, остальные укрываются в защитных сооружениях или эвакуируются в загородную зону.

На объединении создана эвакуационная комиссия, состоящая из подразделений: управление эвакуационной комиссии;

- группа по обеспечению вывода эвакуируемых транспортом;

- группа по обеспечению вывода эвакуируемых пешим порядком.

9. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

9.1. Выбор места строительства

Строительство производится в городе Щекино на территории ОАО "Щекиноазот".

Климатические условия (СанПиН 22.4.548-96). Температура воздуха в зимний период года- (-10,8°С). Температура воздуха в летний период года -(+16,6°С).

Скорость движения воздуха в холодный период года - 0,3 м/с. Скорость движения воздуха в теплый период года - 0,4 м/с [18].

Масса снежного покрова-100 кг/м3.

Глубина промерзания фунта 1,4 м, грунт в основном суглинок. Глубина закладки фундамента не менее глубины промерзания грунта, т.е. 1,55-1,60 м.

Место строительства выбрано в соответствии со следующими факторами:

1. Наличие близлежащих источников сырья;
2. Географическое расположение объекта: наличие автомобильных дорог,  
   разветвленных железнодорожных путей;
3. Климатические условия не оказывают существенного влияния на технологию  
   процесса;
4. Близкое расположение действующего производства карбинола позволяет использовать  
   общие системы очистки сточных вод, энергетических подстанций [18].

9.2. Материалы и тип основных конструкций зданий

1. Фундамент ступенчатый, столбчатый. Глубина стакана для закрепления колонны 0,6 м,  
толщина 0,9 м, толщина стенок 0,25 м. Зазоры между стенками стакана и колоннами  
заполняются батоном;

2. Стены выполнены из однослойных бетонных панелей, отделанных наружной стороны  
специальным декоративным слоем на основе белого цемента. Капитальная стена из  
кирпича, толщиной 0,38 м с установкой железобетонного карниза.

1. Колонны сварные, сечением 0,6×0,6 м;
2. Лестницы сборные из железобетонных конструкций [18].

9.3. Краткая характеристика цеха

Проектом предусматривается расположение цеха в небольшом отдалении от железной дороги. Здание цеха в плане имеет прямоугольную форму с шестиметровым шагом колонн. Ширина здания в осях 18 м, длина 78 м. Здание спроектировано в огнестойких конструкциях.

Основная часть оборудования расположена на открытой площадке, как на этажерках [18].

Этажерка представляет собой промышленное инженерное сооружение каркасного типа, предназначенное для размещения различного технологического оборудования на разных отметках по высоте. Несущий каркас этажерки выполнен из стали 3.

Высота этажей этажерки 4,8 м, шаг 6,0 м, длина пролета 6,0 м. Продольная устойчивость этажерки обеспечивается за счет применения жестких связей, а в поперечном направлении жесткостью узлов.

По периметру этажерки на каждом перекрытии предусмотрено устройство консольных площадок с вылетом их до 1,5 м. Этажерки монтируют из унифицированных элементов. На перекрытиях этажерок, в местах расположения провисающего оборудования предусмотрены специальные плиты с проемами, а также отдельные усиленные вставки из стального проката.

Для обслуживания оборудования, расположенного на этажерках, предусмотрены специальные служебные площадки, закрепленные к стенам высоких аппаратов.

Высокогабаритные аппараты размешают на собственных фундаментах, а служебные площадки для обслуживания оборудования крепятся к корпусу аппарата и сообщаются с землей посредством лестниц [18].

9.4. Отопление, водопровод, канализация

1. Отопление обеспечивается приточной вентиляцией через калориферы. У стен  
установлены батареи, обогреваемые теплофикационной водой;

1. Система водопровода предусматривает удовлетворение различных нужд. Питьевая сеть  
   снабжается водой из артезианских скважин;
2. Система канализации предусматривает промышленные и условно чистые стоки.

10. Экономическая часть

10.1. Технико – экономический расчёт

10.1.1. Определение производственной мощности цеха

Производственная мощность – это максимально возможный выпуск продукции за год при оптимальном использовании оборудования и производственных площадей. Мощность является натуральным показателем, измеряется в единицах веса, объёма, площади и т.д. Мощность цеха определяется по мощности ведущих отделений цеха, тех отделений, в которых протекает технологический процесс. Мощность отделения определяется по мощности ведущего оборудования, того оборудования, в котором происходит непосредственно воздействие на параметры труда на данной стадии производства.

Режим работы цеха непрерывный без остановок в выходные и праздничные дни, производственная мощность рассчитывается по формуле:

M=A×Hпр×Тэф, (10.1)

где А – количество однотипного оборудования, установленного в отделении или цехе, в данном случаи ведущим оборудованием цеха является реактор синтеза. По данным расчёта в технологической части.

Hпр – часовая производительность единицы оборудования по готовой продукции;

Тэф – эффективный фонд времени работы аппарата.

Эффективный фонд времени рассчитывается по формуле:

Тэф=Тн– Тпр.рем – Тпр.тех, (10.2)

где Тн – номинальный фонд времени работы аппарата (так как режим работы непрерывный равен календарному фонду времени – 365 дней или 8760 часов);

Тпр.рем – время простоя оборудования в ремонте;

Тпр.тех - время простоя оборудования по технологическим причинам.

Простои в планово – предупредительных ремонтах определяется на основании ремонтных нормативов.

Для определения времени простоя оборудования в планово – предупредительных ремонтах Тпр.рем необходимо рассчитать:

 количество текущих ремонтов:

 (10.3)

где Тк – время пробега оборудования между двумя капитальными ремонтами, ч;

Тт - – время пробега оборудования между двумя текущими ремонтами, ч.

Время простоя оборудования в ремонтах за межремонтный цикл определяется по формуле:

 (10.4)

где Рк, Рт- время простоя оборудования соответственно в капитальном и текущем ремонтах, ч.

Время простоя оборудования в ремонтах за год определяется по формуле:

 (10.5)







Тэф= Тн – Т пр.рем.– Тпр.тех.= 8640 – 288 -72 = 8400 ч

М= А×Нпр×Тэф = 1×17,86×8400 = 150000 т/год

Результаты расчётов сводим в таблицу 10.1.

Таблица 10.1

Производственная мощность цеха

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество установленного ведущего оборудования | Производи-  тельность ведущего оборудования, т/час | Время простоя оборудования в ремонте, час/год | Эффективный фонд работы оборудования, час/год | Производственная мощность, т/год |
| 1 | 17,86 | 360 | 8400 | 150000 |

10.1.2. Определение стоимости строительства зданий

Для расчёта затрат на строительство цеха используем удельные капитальные вложения аналогичного производства ОАО “Щёкиноазот”. Учитываем объём проектируемого цеха и укрупнённые показатели затрат на строительство 1м3.

Стоимость строительства зданий – 80560 тыс.руб.

Сметная стоимость строительства цеха с учётом санитарно – технических и электротехнических работ составляет:

80560·1,2 = 96672 тыс.руб.

10.1.3. Определение стоимости оборудования

Рассчитав в технологической части дипломного проекта спецификацию оборудования, исчисляется его количество, затем устанавливается его стоимость. Для данных инвентарных документов предприятия ОАО “Щёкиноазот” на аналогичное оборудование с учётом последней переоценки оборудования на 1.01.06.

Стоимость основного оборудования 106214 тыс.руб.

Стоимость с учётом неучтённого электрооборудования (25%).

106214 тыс.руб. \*1,25= 132768 тыс.руб.

Таблица 10.2

Виды и количество оборудования

|  |  |
| --- | --- |
| Виды оборудования | Количество, шт. |
| Реактор синтеза | 1 |
| Теплообменник | 2 |
| Холодильник – конденсатор | 1 |
| Нагнетатель | 1 |
| Электроподогреватель | 1 |
| Сборник карбинола | 1 |
| Сборник реакционной воды | 2 |
| Сборник масла | 2 |
| Сепаратор | 3 |
| Буферный сосуд | 4 |
| Насос подпитки | 4 |
| Фильтр карбинола | 4 |
| Котёл – утилизатор | 3 |

10.2. Вопросы труда и заработной платы

10.2.1. Расчёт численности рабочих

Численность рабочих рассчитывается по нормам обслуживания и штатным нормам.

Проектируемое производство имеет строго регламентированный технологический процесс, пример расчёта численности аппаратчиков синтеза. Явочное количество рабочих в сутки определяем по формуле:

Чяв.=Ч\*А\*С

где Ч – штатный норматив (количество человек на один или группу аппаратов);

А – количество работающих аппаратов;

С – количество смен в сутки.

Нормы обслуживания взяты аналогичного производства. Количество реакторов 1. Нрма обслуживания 1 человек на 1 аппарат.

Чявсм=1чел

Явочная численность в сутки:

Чявсут= Чявсм\*1\*3=3чел

Кроме того, необходимо предусмотреть численность рабочих на подмену в дни запланированных невыходов. Численность рабочих с учётом подмены называется списочной и определяется по формуле:

Чспис= Чявсут\*К (10.6)

Чтобы рассчитать коэффициент подмены К необходимо знать эффективный фонд рабочего времени. Для того составим баланс рабочего времени работы за год. При составлении баланса последовательно определяем календарный, номинальный и эффективный фонд времени.

Определяем календарный фонд рабочего времени 365×24=8760 час.

Номинальный фонд рабочего времени равен календарному за вычетом выходных и праздничных дней.

Эффективный фонд времени определяется как разность между номинальным фондом времени и невыходами на работу.

Баланс рабочего времени одного среднесписочного рабочего сводим в таблицу 10.3.

Таблица 10.3

Баланс рабочего времени одного среднесписочного рабочего (в днях)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование фондов времени | Непрерывное производство 3-х сменный график | Периодическое производство, смена 8 часов |
| 1 | 2 | 3 |
| Календарный фонд времени | 365 | 365 |
| Выходные дни | 91 | 104 |
| Праздничные дни | - | 12 |
| Номинальный фонд | 274 | 249 |
| 1 | 2 | 3 |
| Планируемые невыходы:  - очередной отпуск  - выполнение гособязанностей  - болезни  Итого не выходы | 34  1  2  37 | 27  1  2  30 |
| Эффективный фонд | 237 | 219 |



Коэффициент подмены для непрерывного производства:

Определим коэффициент подмены для периодического производства:

Чспис=3\*1,53=5 чел.

Таблица 10.4

Расчёт численности рабочих

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование профессий | Рабочих в смене | Смен в сутки | Рабочих в сутки | Коэф. подмены | Списочная  численность | Тар. Разряд |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **Основные рабочие** |  |  |  |  |  |  |
| 1. апп-к перегонки | 3 | 3 | 9 | 1,53 | 14 | 5 |
| 2. апп-к синтеза | 1 | 3 | 3 | 1,53 | 5 | 6 |
| 3. - // - | 3 | 3 | 9 | 1,53 | 13 | 5 |
| 4. апп-к газораз-ния | 1 | 3 | 3 | 1,53 | 5 | 4 |
| 5.машинисты компрессорных установок | 2 | 3 | 6 | 1,53 | 9 | 5 |
| 6.апп-к нейтрализации | 1 | 3 | 5 | 1,53 | 5 | 4 |
| **Вспомогательные рабочие** |  |  |  |  |  |  |
| 1. машинист крана | 2 | 1 | 2 | 1,13 | 2 | 4 |
| 2.машинист насосной установки | 1 | 3 | 3 | 1,53 | 5 | 4 |
| 3. промывальщик – пропарщик цистерн | 1 | 3 | 3 | 1,53 | 5 | 4 |
| 4. лаборант хим. анализа | 2 | 1 | 2 | 1,3 | 1 | 6 |
| 5. - // - | 2 | 3 | 6 | 1,53 | 9 | 4 |
| **Всего** |  |  |  |  | 73 |  |

Продолжение таблицы 10.4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **Ремонтные рабочие** |  |  |  |  |  |  |
| 1. деж. слесарь | 1 | 3 | 3 | 1,53 | 5 | 5 |
| 2. деж. электрик | 1 | 3 | 3 | 1,53 | 5 | 5 |
| 3. слесари ремонтники | 7 | 1 | 7 | 1,13 | 8 | 5 |
| 4. - // - | 4 | 1 | 4 | 1,13 | 5 | 4 |
| 5. электросварщик | 2 | 1 | 2 | 1,13 | 2 | 6 |
| 6. электрики | 5 | 1 | 5 | 1,13 | 6 | 5 |
| 7. слесари КИПиА | 5 | 1 | 5 | 1,13 | 6 | 5 |
| 8. - // - | 4 | 1 | 4 | 1,13 | 4 | 4 |
| **Всего** |  |  |  |  | 41 |  |

* 1. Расчёт фонда оплаты труда рабочих

Система оплаты труда повременно – премиальная. Условия труда вредные. Доплата за вредные условия труда 12% учтена в тарифных ставках.

Предусмотрены доплаты компенсирующего и стимулирующего характера.

Премия 4010.

Доплаты компенсирующего характера:

- за работу в ночные часы -13,34%;

- за работу в вечерние часы – 6,67%;

- за работу в праздничные дни – 3,3%.

Оплата очередных отпусков и дней выполнения гособязанностей – определяем по формуле

ФОТот = 3ср. дн · Чсп · (Оотп. · Гобяз.)

где 3ср. дн – среднедневной заработок;

Чсп – списочная численность;

Оотп – количество дней отпуска;

Гобяз – дни гособязанностей.

ФОТ + Доплаты

3ср. дн= \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ руб.

Т · Чсп

Пример расчёта ФОТ для аппаратчиков синтеза.

Аппаратчиков синтеза 5 чел.

Средний разряд 6.

Определяем количество отработанных чел. смен аппаратчиками за год:

5чел × 237 =1185 чел.смен

Определяем ФОТ по тарифу:

1185 ч/см × 241,36 = 286012 руб.

Доплаты:

- за работу в ночные часы 286012 · 0,334 = 381548 руб;

- за работу в вечерние часы 286012 · 0,0667 = 19047 руб;

- за работу в праздничные дни 286012 · 0,033 =9438,4 руб.

Премия 40% · 286012 · 0,4 = 114405 руб

Всего доплат 181074,4 руб.

Определяем ФОТ с доплатами:

286012 + 114405 = 467086,4 руб.

Определяем однодневный заработок рабочих.

3ср. дн=

Определяем оплату отпусков и дней гособязанностей

394,2 \* (34+1) \* 5чел = 68979 руб.

Итого ФОТ = 467086,4 + 68979 = 536065,4 руб.

Среднемесячная зарплата одного аппаратчика 6 разряда:

536065,4 / 12 / 5 =8934 руб.

Аналогично рассчитываем ФОТ других категорий рабочих, данные расчёта сводим в таблицу 10.5.

Таблица 10.5

Расчёт ФОТ рабочих

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование профессий | Разряд | Списочная численность | Отработанных дней | Отработанно  чел..смен | Сменная  тарифная  ставка  руб. | ФОТ по тарифу  руб. | Доплаты  тыс.руб. | ФОТ с доплатами  руб. | Оплата отпусков  руб. | ФОТ  руб. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| **Основные рабочие.**  1. аппаратчики  - перегонки  - синтеза  - синтеза  - газоразделения  - машинисты компрессорных установок  аппаратчик нейтрализации.  **Вспомогательные рабочие.**  1. машинист крана  2. промывальщик – пропарщик цистерн  3. лаборант хим. анализа  4. лаборант хим. анализа  5. машинист насосной установки  **Ремонтные рабочие.**  1. дежурные слесаря  2. дежурные эл-к  1 | 5  6  5  4  5  4  4  4  6  5  4  5  5  2 | 14  5  13  5  9  5  2  5  1  9  5  5  5  3 | 237  237  237  237  237  237  219  237  219  237  237  237  237  4 | 3318  1185  3081  1185  2133  1185  438  1185  219  2133  1185  1185  1185  5 | 211,6  241,36  211,6  185,36  211,6  185,36  185,36  185,36  241,36  211,6  185,36  211,6  211,6  6 | 702089  286012  656012  219659  451343  219659  81188  219659  52858  451343  219659  250746  250746  7 | 444492  181074  412743  139061  285745  139061  32475  139061  21143  285745  139061  158747  158747  8 | 1146581  467086  1064682  358720  737038  358720  113663  358720  74001  737038  358720  409493  409493  9 | 171987  68979  138409  53808  110563  53808  17049  53808  9620  110563  53808  61424  61424  10 | 1318568  536065  1203091  412528  847651  412528  130713  412528  83621  847651  412528  470917  470917  11 |
| 3. слесари ремонтники  4. слесари ремонтники  5. электросварщик  6. электрики  7. слесари КИПиА  8. слесари КИПиА | 5  4  6  5  6  4 | 8  5  2  6  6  4 | 219  219  219  219  219  219 | 1752  1095  438  1314  1314  876 | 211,6  185,36  241,36  211,6  241,36  185,36 | 370723  202969  105716  278042  317147  162375 | 148289  81188  42286  111217  126859  64950 | 519012  284157  148002  389259  444006  227325 | 67472  36940  19240  58389  57721  34099 | 586484  321097  167242  447648  501727  261424 |
| **Всего** |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2285622 |

Рабочие работающие в одну смену имеют доплаты только стимулирующего характера премия 40%.

Средняя зарплата в месяц для ремонтных рабичих:

3ср. дн = 2285622 руб : 12 : 41 = 4646 руб.

10.4. Штаты и фонд оплаты труда цехового персонала

В состав цехового персонала включаются руководители цеха, специалисты, технические исполнители и младший обслуживающий персонал (в том числе уборщики, занятые в административно – бытовой части цеха, кладовщики и т.д.).

Расчёт фонда зарплаты цехового персонала производится на основании установленных должностных окладов и премий, надбавок и доплат.

В данном случае используем должностные оклады и штаты аналогичного цеха по данным преддипломной практики.

Результат расчётов сводим в таблицу 10.6.

Таблица 10.6.

Штаты и фонд оплаты труда цехового персонала

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Должность | Количество  человек | Месячный должностной оклад, руб | Фонд оплаты по тарифу, тыс.руб | Премия, % | Годовой фонд з/п с учётом доплат |
| Начальник цеха | 1 | 14600 | 175,2 | 50 | 262,8 |
| Зам. начальника | 1 | 13000 | 156 | 45 | 226,2 |
| Мастер КИПиА | 1 | 8000 | 96 | 40 | 134,4 |
| Мастер смены | 5 | 6000 | 360 | 63,31 | 588 |
| Технолог цеха | 1 | 8500 | 102 | 40 | 142,8 |
| Начальник отделения | 1 | 9000 | 108 | 40 | 151,2 |
| Энергетик | 1 | 8500 | 102 | 40 | 142,8 |
| Механик | 1 | 8500 | 102 | 40 | 142,8 |
| Кладовщик | 1 | 4000 | 48 | 35 | 64,8 |
| Уборщик | 1 | 3000 | 36 | 35 | 48,6 |
| Табельщик | 1 | 4000 | 48 | 35 | 64,8 |
| Итого | 15 |  |  |  | 1969,2 |

Мастера смен работают по непрерывному графику и имеют доплаты компенсирующего характера и 40% премия. Всего 63,31% доплат.

Пример расчёта ФОТ для начальника цеха.

Оклад 14600 руб.

ФОТ по тарифу 14600 \*12=175,2 тыс.руб.

ФОТ с учётом премий 175,2 тыс.руб. \* 1,5 =262,8 тыс.руб.

10.5. Расчёт себестоимости продукции

Себестоимость продукции – это совокупность затрат на производство и реализацию продукции, выраженная в денежной форме.

Калькуляция себестоимости представляет собой расчёт затрат на производство и реализацию единицы продукции. Калькуляция себестоимости составляется на основе постатейной классификации затрат. Сущность постатейной классификации заключается в том, что в первую очередь в калькуляции себестоимости определяются затраты, которые непосредственно связаны с технологическим процессом, а затем к ним добавляются затраты, необходимые на содержание и обслуживание производства, а так же на управлении производством на разных уровнях. Для расчёта себестоимости продукции необходимо выполнить следующие расчёты.

10.5.1. Определение затрат на сырьё, материалы, топливо и энергию

Расчёт в потребности в сырье, материалах и энергоресурсах производится исходя из рассчитанных в технологической части дипломного проекта норм расхода на сырьё и материалы, а так же учитывается заданный объём выпускаемой продукции – 150 тыс.т.

Затраты определяются как произведение количества сырья, материалов, топлива и энергии на соответствующую им цену. Цены на сырьё взяты из калькуляции аналогичного производства:

Годовой выпуск: 150000 тонн

Таблица 10.7

Расчёт потребности в сырье, материалах и энергозатратах. Выпуск продукции 150 тыс.т.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование ресурса | Единица измерения | Норма расхода на 1 тонну | Потребность на весь выпуск |
| I  II  III  IV  V | **Основное сырьё и материал**  - природный газ  **ПФ своего производства**  - азот буферный  - азот н/д  - кислород  **Вспомогательные материалы**  - кат-р СМС -4  - смола АВ-17-8  - смола КУ-2-8  - МЭА -100%  - натрий едкий жидкий  **Возвратные отходы**  - продувочный газ  **Энергия на технические нужды**  1. эл.энергия  2. пар  3. вода оборотная  4. конденсат  5. вода хим.очищенная | тм3  тм3  тм3  тм3  кг  кг  кг  кг  кг  тм3  ткВт  Гкал  тм3  тм3  тм3 | 1,25  0,022  0,12  0,761  0,163  0,004  0,012  0,7  1,3  0,1275  0,561  1,465  0,383  2,59  0,38 | 187500  3300  18000  114150  24450  600  1800  105000  195000  19125  84150  219750  57450  388500  57000 |

10.5.2. Расчёт амортизационных отчислений от стоимости ОПФ



где На – норма амортизационных ОПОР (нормативные данные)

А0 = 132768 · 0,098 = 13011 тыс.руб.

На = 9,8% - определяется как средне взвешенная величина

Таблица 10.8

Расчёт амортизационных отчислений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Виды ОПОР | Стоимость ОПОР, тыс.руб | На, % | Амортизационные отчисления, тыс.руб |
| 1. Здания и сооружения цеха | 96672 | 1,6 | 1547 |
| 2. Оборудование цеха | 132768 | 9,8 | 130011 |
| Всего | 229440 |  |  |

10.5.3. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования – это комплексная статья расходов, на них составляется смета затрат и только после этого они учитываются в себестоимости продукции. Эта смета составляется по укрупненным элементам затрат.

Таблица 10.9

Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы затрат | Сумма,тыс.руб. | Пояснение к расчёту |
| Содержание расходов: |  |  |
| 1. Зарплата рабочих по надзору и уходу за оборудованием | 2286 | В соответствии с расчётом в табл. 10.5 |
| 2. Единый социальный налог и страхование жизни | 610 | 26+0,7=26,7% от статьи 1 |
| 3. Смазочный и обтирочный материал, мелкие запчасти | 1371 | 60 % от статьи 1 |
| 4. Текущий ремонт оборудования | 5311 | 4% от стоимости оборудования |
| 5. Капитальный ремонт оборудования | 3983 | 3% от стоимости оборудования |
| 6. Амортизационные отчисления | 2940 | В соотв. с расчётом табл.10.8 |
| Итого по статьям 1-6 | 10621 |  |
| 7. Прочие расходы связанные с содержанием и эксплуатацией оборудования | 556,87 | 4% от итоговой стоимости оборудования |
| Всего по смете | 24182 |  |

Расходы на 1т продукции: 24182 : 150 =161 руб.

10.5.4. Смета цеховых расходов

Цеховые расходы – это затраты на содержание, обслуживание и управление цехом. Они включают в себя зарплату административно – управленческого персонала цеха с отчислениями на социальные нужды, затраты на охрану труда и технику безопасности и прочие расходы. Общая сумма затрат определяется сметой цеховых расходов, составленной по экономическим элементам затрат.

Таблица 10.10

Смета цеховых расходов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы затрат | Сумма,тыс.руб. | Пояснение к расчёту |
| Содержание расходов: |  |  |
| 1. Зарплата цехового персонала | 1969,2 | В соответствии с расчётом в табл. 10.6 |
| 2. Единый социальный налог и страхование жизни | 525,8 | 26,7% от статьи 1 |
| 3. Содержание производственных зданий и сооружений | 2900 | 3% от их стоимости |
| 4. Текущий ремонт зданий и сооружений | 1933 | 2% от их стоимости |
| 5. Капитальный ремонт зданий и сооружений | 966 | 1% от их стоимости |
| 6. Амортизация производственных зданий и сооружений | 1547 | В соотв. с расчётом табл.10.8 |
| 7. Расходы по охране труда | 626 | 8% от заработной платы всех 6 работников цеха |
| Итого по статьям 1-7 | 10467 |  |
| 7. Прочие цеховые расходы | 837,36 | 8% от суммы предыдущих статей |
| Всего по смете | 11304,4 |  |

Цеховые расходы на одну тонну продукции составят:

11304,4тыс.руб.: 150 тыс.т.=75,4 руб.

10.5.5. Проектная калькуляция карбинола. Выпуск продукции 150 тыс.т.

Таблица 10.11

Проектная калькуляция карбинола. Выпуск продукции 150 тыс.т. калькуляционная единица тонна

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи калькуляции | Ед.изме-  рения | Цена за единицу,  руб. | Затраты на годовой выпуск | | Затраты на одну тонну продукции | |
| Кол-во нат.ед. | Сумму, тыс.руб. | Норма расхода на 1 т. | Сумма, руб. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **I. Основные материалы**  1. природный газ  **II. ПОР своего пр-ва**  1. азот буферный  2. азот н/д  3. кислород  **III. Вспомогательные материалы**  1. кат-р СМС-4  2. смола АВ-17-8  3. смола КУ-2-8  4. ед.жидкий натрий  **IV Возвратные отходы**  1. продувочный газ  **V Энергозатраты**  1. эл.энергия  2. пар  3. вода оборотная  4. конденсат  5. вода хим.очищенная  **VIФОТ основных производственных рабочих**  **VII ЕСНиСЖ**  **VIII Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования**  **Х Цеховые расходы**  **Цеховая себестоимость**  **ХI Обще заводские затраты**  **Обще заводская себестоимость**  **XII Внепроизводственные расходы**  **Полная себестоимость** | тм3  тм3  тм3  тм3  кг  кг  кг  кг  тм3  ткВт  Гкал  тм3  тм3  тм3  руб.  руб.  руб.  руб.  руб.  руб.  руб.  руб. | 1290  607  672  994  371  150  52  57  225  1090  290  496  12  19,70 | 187500  3300  18000  114150  24450  600  105000  195000  19125  84150  219750  57450  388500  57000  1762  11304,4  614857  44850  644550  114450  759000 | 241875  2003  12096  113465  9071  90  5460  1365  4303  91724  63742  28495  4662  1123  6617,5 | 1,25  0,22  0,12  0,761  0,163  0,004  0,7  1,3  0,1275  0,561  1,465  0,383  2,59  0,38 | 1613  13,4  80,64  756  61  0,6  36,4  9,1  28,69  612  424,9  189,68  31,08  7,49  44  11,8  75,4  4099  75,4  299  4297  763  5060 |

10.6. Расчёт технико экономических показателей цеха

1. Определяем доход предприятия от реализации продукции:

Д=ВП\*Ц

где Ц – договорная цена предприятия за 1 т. карбинола, 5667 руб.

Д – 150 тыс.т.\*5667 руб. =850050 тыс.руб.

2. Определяем прибыль от реализации продукции:

П=(5667 руб.- 5060 руб.)\*150 тыс.т.=91050 тыс.руб.

3. Определим рентабельность продаж.



1. Определим срок окупаемости капитальных вложений.



Для определения срока окупаемости определим сопряжённые затраты, которые составляют

20% от стоимости ОПОР.

К=229440 тыс.руб.·1,2=275378 тыс.руб.



1. Определим фондоотдачу ОПОР.





1. Определим выработку на одного работающего используя натуральный метод.





Таблица 10.12

Основные технико – экономические показатели цеха

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Показатели | Единица измерения | Величина показателей |
| 1 | Годовой выпуск продукции | тонн | 150000 |
| 2 | Доход от реализации продукции | тыс.руб. | 850050 |
| 3 | Численность работающих | чел | 129 |
| 4 | Выработка на 1-го работающего | тонн | 1163 |
| 5 | Капитальные затраты | тыс.руб. | 275328 |
| 6 | Себестоимость 1т продукции | руб. | 5060 |
| 7 | Себестоимость годового выпуска продукции | тыс.руб. | 759000 |
| 8 | Прибыль от реализации продукции | тыс.руб. | 91050 |
| 9 | Уровень рентабельности продаж | % | 11 |
| 10 | Срок окупаемости капитальных вложений | лет | 3 |
| 11 | Фондоотдача | руб/руб | 3,7 |

ЛИТЕРАТУРА

1. Караваев М.М., Мастеров А.П., Леонов В.Е., Промышленный синтез метанола. – М.:Химия, 1974. -144с.
2. Караваев М.М., Леонов В.Е., Попов И.Г. и др. Технология синтетического метанола. Под ред. Проф. Караваева М.М. – М.: Химия, 1984. -240с.
3. Брунштейн Б.А., Крименко В.Л., Цыркин Е.Б. Производство спиртов из нефтяного и газового сырья. – Л.: Недра, 1964 – 200с.
4. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Химия, 1988. – 592с.
5. справочник гостов
6. Справочник химика, т.1. М.: Химия, 1962. -752с.
7. Барон Н.М., Пономарев А.М., Радвель А.А., Тимофеева З.Н. Краткий справочник физико – химических величин. – Л.: Недра, 1983. – 232с.
8. Хижняков С.В. Практические расчёты тепловой изоляции. – М.: Энергия, 1976- 200с.
9. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры. – Л.: Машиностроение, 1963. -470с.
10. Борисов Г.С., Брыков В.П., Детнерский Ю.И. и др. Основные процессы и аппараты химической технологии. Под ред. Детнерский Ю.И., 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Химия, 1991. -496с.
11. Павлов К.Ф., Романков П.Т., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. -576с.
12. Орлихин А.П., Жогов А.М. Методические указания и Расчетно – графическое задание по разделу “Электропривод” для студентов неэлектрических специальностей вузов. Выбор двигателя нерегулируемого асинхронного электропривода. – Тула: Высшая школа, 1988. -52с.
13. Мукосеев Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий. -.: Энергия, 1973. -584с.
14. Полоцкий Л.М., Латценков Г.И. Автоматизация химических производств. Теория, расчёт и проектирование систем автоматизации. – М.: Химия, 1982. -296с.
15. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Т.1. Органические вещества. Под ред. Лазарева Н.В., Левиной Э.Н. – Л.: Химия, 1976. -592с.
16. Фадеев Н.П. Методические указания по разделу “Безопасность жизнедеятельности” в дипломных проектах и работах. – Новомосковск.: РХТУ, 1994. -34с.
17. Бобков А.С., Блинов А.А., Роздин И.А., Хабарова Е.И. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности. – М.: Химия, 1997. – 400с.
18. Буренин Б.А. Основы промышленного строительства и санитарной техники. – М.: Высш. Школа, 1984. -216с.
19. Волков О.И., Скляренко В.К. Экономика предприятия: Курс лекций. – М.: ИНФРА –М., Высшее образование, 2005. – 280с.
20. Грибов В.Д., Грузинов В.П. Экономика предприятия: Учебник. Практикум. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2004. -336с.
21. Карпова З.Г. Методические указания по технико – экономическому обоснованию дипломных проектов. – Новомосковск, 2003. -36с.
22. Зайцев Н.Л. Экономика промышленного предприятия: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. –М.: ИНФРА – М, 2003 -439с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Перечень НТД по стандартизации, использованной

в дипломной работе

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование НТД | Название | Группа | Срок действия |
| ГОСТ 2222-95 | Метанол – сырец. Технические условия. | Л-25 | без срока |
| ГОСТ 8050-85 | Оксид углерода. Технические условия. | Л-11 | без срока |
| ГОСТ 17433-80 | Воздух. Технические условия. | Т-58 | без срока |
| ГОСТ 23401-90 | Катализаторы и носители. | В-59 | без срока |
| ГОСТ 9318-79 | Горизонтальная цилиндрическая ёмкость с эллиптическими приварными днищами. | А-19 |  |
| ГОСТ 15122-79 | Рекуперационный теплообменник. | Л-16 |  |
| ГОСТ 4.423-86 | СПКП. Машины компрессорные центробежные. | Т-51 |  |
| ГОСТ 12.1.005-88 | ССБТ. Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. | Т-58 |  |
| ГОСТ 12.1.004-91 | ССБТ. Пожарная безопасность Общие требования. | Т58 |  |
| ГОСТ 12.1.019-79 | ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. | Т58 |  |
| ГОСТ 2246-96 | Сварка. | Е-40 |  |