

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт химии и инженерной экологии
Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

«Оптимизация установки метанола до формальдегида»

по направлению подготовки 240100.62 “Химическая технология ”

профиль «Химическая технология органических веществ»

Студент группы ХТБз 1131 А.Н.Мерецкая

Руководитель: к.х.н., доцент П.А.Глухов

Допустить к защите :

Заведующий кафедрой:

д.х.н. , профессор Г.И. Остапенко

17 июня 2016 г.

Тольятти 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и инженерной экологии

Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. Кафедрой Г.И. Остапенко (И.О.Ф.)

(Подпись, дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студенту Мерецкая Анастасия Николаевна

1. Тема: Оптимизация установки окисления метанола до формальдегида

2. Срок сдачи студентом готовой работы 27 июня 2016г.

3. Исходные данные к работе _____

4. Содержание текстового документа (перечень подлежащих разработке вопросов) Литературный обзор. Расчетно-технологическая часть. Описание технологической схемы. Материальный баланс. Тепловой баланс. Расчет оборудования. Безопасность и экологичность производства.

5. Перечень графического материала и иллюстрационного материала (ориентировочный)

6. Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)

7. Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы 26.02.2016

Заказчик _____ (Ф.И.О.)

(Должность, место работы, степень, звание) дата

Руководитель Глухов П.А. (Ф.И.О.)

(подпись, дата)

Задание принял к исполнению Мерецкая А.Н. (Ф.И.О.)

(подпись, дата)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующая кафедрой _____

Г.И. Остапенко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» 20__ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
бакалаврской работы**

Студента: Мерецкая Анастасия Николаевна

по теме: Оптимизация установки окисления метанола до формальдегида

Наименование раздела работы	Плановый срок выполне- ния раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполне- нии	Подпись руководи- теля
Введение	26.02.2016	24.02.16	выполнено	
Теоретическая часть	18.03.2016	18.03.16	выполнено	
Технологическая часть	31.03.2016	28.03.16	выполнено	
Расчетная часть	15.04.2016	15.04.16	выполнено	
Выполнение чертежей:	04.05.2016	04.05.16	выполнено	
Выполнение плакатов	18.05.2016	16.05.16	выполнено	
Заключение	08.06.2016	08.06.16	выполнено	
Предварительная защита	08-10.06.2016	10.06.16	выполнено	
Оформление работы	10-15.06.2016	13.06.16	выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

П.А. Глухов

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.Н. Мерецкая

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа 53 с, 6 рисунков, 8 таблиц, использован 25 источник, 6 л. графического материала.

ОКИСЛЕНИЕ МЕТАНОЛА, ФОРМАЛЬДЕГИД, КАТАЛИЗАТОРЫ, ТЕПЛОНОСИТЕЛИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ.

Объектом исследования является установка окисления метанола до формальдегида.

Цель работы - оптимизировать установку окисления метанола до формальдегида.

Графическая часть выполнена на 6 листах и включает химические реакции процесса окисления метанола до формальдегида, технологическую схему установки окисления метанола до формальдегида, схему реактора установки окисления метанола до формальдегида, таблицу материального и теплового баланса, таблица теплоносителей, схема материальных потоков.

В теоретической части рассмотрены характеристики сырья, вспомогательных материалов и продуктов, параметры и применяемые катализаторы и теплоносители. Был проанализирован процесс окисления метанола в газовой фазе на железо-молибденовом катализаторе

В ходе выполнения работы предложена оптимизация, большое влияние на протекание данного процесса оказывает тепловой режим в реакторе, который регулируется высокотемпературным органическим теплоносителем. В работе предложено заменить полностью или частично действующий теплоноситель – масло АМТ – 300 на масла под марками «терминол» или «даутерм».

Проведены расчеты материальных и тепловых балансов .

ВВЕДЕНИЕ	6
1.1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТА.	9
ВЫБОР МЕТОДА	9
1.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИНЯТОГО МЕТОДА	10
ПРОИЗВОДСТВА	10
ОКИСЛЕНИЕ МЕТАНОЛА В ПРИСУТСТВИИ	10
ЖЕЛЕЗОМОЛИБДЕНОВОГО КАТАЛИЗАТОРА	10
1.3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫРЬЯ,.....	16
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ	16
1.4. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ.....	23
1.5. АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ , КИП и А НА УСТАНОВКЕ.	26
2.РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	35
2.1. МАТЕРИАЛЬНЫЙ РАСЧЕТ И БАЛАНС	35
2.2.ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ И ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС УСТАНОВКИ	40
2.3 ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ РЕАКТОРА.....	44
2.4ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	55
2.5 ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	57
3.ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА НА УСТАНОВКЕ.....	72
3.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТОВ ПО ОГНЕВЗРЫВООПАСНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ	72
3.2 ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫЕ И ТОКСИЧНЫЕ СВОЙСТВА СЫРЬЯ,ПОЛУПРОДУКЦИИ,ГОТОВОГО ПРОДУКТА И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА	80
3.3. КАТЕГОРИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПО ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ..	83
3.4 ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ФАКТОРА НА ОРГАНИЗМ РАБОТАЮЩИХ	78
4.ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
5.СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	82

ВВЕДЕНИЕ

Метанол (метиловый спирт) является одним из важнейших по значению и масштабам производства органическим продуктом, выпускаемым химической промышленностью. Впервые метанол был найден в древесном спирте в 1661 г., но лишь в 1834 г. был выделен из продуктов сухой перегонки древесины Думасом и Пелиготом. В это же время была установлена его химическая формула. СН₃ОН Способы получения метилового спирта могут быть различны:

- сухая перегонка древесины,
- термическое разложение формиатов,
- гидрирование метилформиата,
- омыление метилхлорида,
- каталитическое неполное окисление метана,
- каталитическое гидрирование окиси и двуокиси углерода.

До промышленного освоения каталитического способа метанол получали в основном сухой перегонкой древесины. «Лесохимический метиловый спирт» загрязнен ацетоном и другими трудноотделимыми примесями. В настоящее время этот метод получения метанола практически не имеет промышленного значения. По причинам технического и главным образом экономического характера промышленное развитие получил метод синтеза метанола из окиси углерода и водорода.

В 1913 г. был разработан синтетический способ получения метанола из окиси углерода и водорода на цинк-хромовом катализаторе при давлении 250—350 кгс/см². Позднее, в 1923 г. этот процесс был осуществлен в Германии в промышленном масштабе и в дальнейшем интенсивно развивался и совершенствовался.

История развития отечественного промышленного синтеза метанола началась в 1934 г. выпуском ~30 т/сут. метанола на двух небольших агрегатах Новомосковского химического комбината основное количество метанола

вырабатывается на базе природного газа. Процесс синтеза осуществляется при 250—300 кгс/см² и 380 °С.

Выпуск метанола за указанный период значительно превышал темпы роста производства многих продуктов химической промышленности. Увеличение выпуска метанола проводилось путем интенсификации процесса, расширения существующих и строительства новых производств. В дальнейшем выпуск будет расти в результате строительства крупных однолинейных установок с использованием турбоциркуляционных компрессоров вместо поршневых машин и применения новых катализаторов, позволяющих проводить процесс при относительно низком давлении (50—150 кгс/см²). Бурный рост производства метанола обусловлен постоянно возрастающим многообразием сфер его применения. Метанол является сырьем для получения таких продуктов как формальдегид (около 50% от всего выпускаемого метанола), синтетический каучук (~11%), метиламин (9%), а также диметилтерефталат, метилметакрилат, пентаэритрит, уротропин. Его используют в производстве фото пленки, аминов, поливинилхлоридных, карбамидных и ионообменных смол, красителей и полупродуктов, в качестве растворителя в лакокрасочной промышленности. В большом количестве метанол потребляют для получения различных химикатов, например хлорофоса, карбофоса, хлористого и бромистого метила и различных ацеталей.

Предприятия по выпуску метанола размещены в различных экономических районах страны, поэтому и виды используемого сырья различны. Наиболее дешевый метанол получают при использовании в качестве сырья природного газа. Это и стимулирует перевод предприятий метанола на природный газ.

Несмотря на достигнутые успехи, производство метанола продолжает совершенствоваться. Разрабатываются более активные и селективные катализаторы, а также совершенствуются цинк-хромовые катализаторы, методы получения и подготовки исходного технологического газа, аппаратное оформление процесса. Более полно используется тепло, выделяющееся при синтезе метанола. Разрабатываются технологические схемы на основе

прогрессивной техники. Новые мощные агрегаты синтеза метанола производительностью до 30 тыс. т/г в энергетическом отношении будут автономны — для ведения процесса практически не потребуется подводить извне энергию и пар. Одновременно с созданием крупных одноагрегатных установок с использованием низкотемпературных катализаторов в мировой практике имеются примеры создания крупных агрегатов, работающих при высоком давлении. Сырьем для производства метанола служил водяной газ, полученный газификацией кокса. В настоящее время давлением (250— 350 кгс/см²). Однако в мировой и отечественной практике ввиду технико-экономических преимуществ намечается развитие схем производства метанола при низком давлении 50—150 кгс/см².

1.1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТА.

ВЫБОР МЕТОДА

В промышленности формальдегид получают в основном окислительной конверсией метилового спирта на разных катализаторах.

В качестве катализатора может использоваться серебро в нескольких модификациях: серебряные сетки, крупнокристаллическое электрическое серебро, губчатое серебро, а также серебро, нанесенное на крупнопористые природные или искусственные носители (пемза, корунд, фаянс, алюмосиликат, окись алюминия и т.д.). В России наибольшее распространение имеет серебряный катализатор на пемзе, содержащий от 20 до 40 % (масс.) серебра. Для него характерна высокая производительность, достигающая 7- 10 т 100%-ного формальдегида на 1м катализатора в 1ч. При отсутствии в исходном метиловом спирте вредных примесей (высшие спирты, кетоны, эфиры, непредельные соединения, пентакарбонил железа и т.д.) срок службы катализатора составляет 8-9 месяцев.

Наряду с серебряными катализаторами для окислительного получения формальдегида из метилового спирта применяют катализаторы, представляющие собой системы окислов металлов V, VI, и VII групп ($\text{Fe}_2\text{O}_3 * \text{MoO}_3$, $\text{Bi}_2\text{O}_3 * \text{MoO}_3$, $\text{V}_2\text{O}_5 * \text{MoO}_3$ и т.д.). Эти катализаторы обычно готовятся в виде компактных масс, однако известно их применение и в виде окислов, осажденных на силикагель и другие носители. В состав катализатора вводятся некоторые промоторы. Более всего в мировой промышленной практике распространен катализатор на основе окислов железа и молибдена с атомным соотношением $\text{Mo} : \text{Fe}$ от 2,5 до 1,7 получаемый соосаждением FeCl_3 или $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ с молибдатом аммония. Наиболее активным компонентом системы является твердый раствор MoO_3 в $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$.

В данном проекте принят способ окисления метанола на железомолибденовом катализаторе.

1.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИНЯТОГО МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА ОКИСЛЕНИЕ МЕТАНОЛА В ПРИСУТСТВИИ ЖЕЛЕЗОМОЛИБДЕНОВОГО КАТАЛИЗАТОРА

Процесс превращения метанола в формальдегид - каталитический.[11]

Катализ - явление, вызывающее или ускоряющее химические реакции в результате действия каких-либо веществ, которые участвуют в реакции, но восстанавливают свои химические свойства с окончанием катализа.

Спиртовоздушная смесь (СВС) из подогревателя Т-9-3 с температурой 120-140°C подается в крышку трубчатого реактора Р-10, трубки которого заполнены железомолибденовым катализатором ($\text{Fe}_2\text{O}_5 \cdot \text{MoO}_3$).

Оптимальные температурные условия.

Состав смеси продуктов реакции на выходе из реактора зависит от профиля температур по длине аппарата. Оптимальная температура реакции, при которой выход формальдегида является наибольшим составляет 370-+10°C. Она достигается изменением состава СВС, количеством поступающей в реактор СВС, или изменением количества и температуры диатермического масла.

Для проведения процесса при оптимальной температуре от катализатора и продуктов реакции должно отниматься теплоносителем такое количество тепла, чтобы процесс проходил с нулевым тепловым балансом.

При повышении температуры свыше 380°C часть молибдена улетучивается в виде молибденовой сини, а также возрастает скорость окисления формальдегида.

Температура зажигания катализатора 220-250°C, но она зависит от концентрации метанола.

При пуске установки катализатор должен быть нагрет до температуры начала реакции, что достигается циркуляцией теплоносителя-хладоагента при проведении процесса окисления.

Значительные изменения свойств катализатора происходят в горячей точке соответствующей максимуму температурного профиля в реакторе. Со временем активность катализатора падает, растет сопротивление катализатора и поддержание производительности установки возможно за счет постепенного подъема температуры масла (запас температуры по маслу составляет 25-30°C).

Трубчатый каталитический реактор имеет характерную кривую с ярко выраженной "горячей точкой". Температура в начале аппарата растет от температуры входа (150-200°), быстро обгоняя температуру масла. Температура масла вследствие высокой скорости циркуляции поднимается на 3-5°, не выше. За счет тепла реакции температура быстро обгоняет температуру масла. Подъем температуры означает, что скорость теплоносителя опережает скорость тепло поглощения. В "горячей точке" скорости сравниваются, а затем по мере истощения метанола скорость теплоносителя отстает от скорости поглощения тепла, поэтому кривая начинает интенсивно снижаться до температуры теплоносителя.

Объемная скорость

Реакция образования формальдегида протекает в доли секунды и если образовавшийся формальдегид не вывести быстро из зоны реакции и не охладить, то будут происходить вторичные реакции разложения с образованием побочных продуктов. Скорость же прохождения рабочей смеси быстрее максимально допустимой приводит к проскоку и увеличению не прореагировавшего метанола.

Объемная скорость-это отношение объема пропускаемой за 1 час СВС, приведенной к нормальным условиям, к насыпному объему катализатора.

Время контакта- величина обратная объемной скорости. Время контакта это время в течение, которого определенный объем продуктов реакции находится в контакте с равным объемом катализатора, практически это сотые доли секунды.

Величина нагрузки на катализатор - масса пропущенных паров метанола (г х ч) на 1 см² поперечного сечения катализатора. Она составляет 100-200 гхчас/см².

При работе реактора СВС движется через катализатор по пути наименьшего сопротивления и скорость может быть неодинаковой в разных местах, возможны и застойные зоны в промежутках между зернами и кристаллами катализатора.

В процессе работы происходит изменение характера потока и скоростей в слое катализатора из-за неравномерного его уплотнения, сцепления, отложения углерода и в связи с этим закрытия части каналов и работающей поверхности катализаторов, что приводит к повышению скорости потока в оставшихся свободных каналах.

Все это может изменить процесс и способствует, что СВС омывает не всю, а только часть поверхности катализатора, которая быстрее отрабатывается.

Глубина конверсии и избирательность зависят также от размера гранул и высоты слоя катализатора.

При меньших размерах активная поверхность катализатора больше, поэтому загружать его нужно меньше. Слой катализатора выше оптимального увеличивает время контакта, чем способствует повышению количества побочных продуктов реакции и снижению выхода формальдегида.

Химические реакции, протекающие в реакторе при окислении метанола в формальдегид, в присутствии железо-молибденового катализатора.

	кДж/моль	ккал/моль
*1. $\text{CH}_3\text{OH} + 0,5\text{O}_2 = \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	+ 159,1	+ 38
*2. $\text{CH}_3\text{OH} + 1,5\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+ 682,5	+163
*4. $\text{CH}_2\text{O} + 0,5\text{O}_2 = \text{HCOOH}$	+ 260,0	+ 62
*5. $\text{CH}_2\text{O} + 0,5\text{O}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	+ 230,0	+ 65
*6. $\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+ 512,2	+124

* отмечены основные химические реакции протекающие одновременно.

1 реакция является реакцией первого порядка по спирту, где скорость реакции (количество метанола на один кг катализатора в единицу времени) пропорциональна концентрации метанола.

При проведении реакции в адиабатических условиях повышение содержания метанола на 1% температура реакции за счет адиабатического разогрева повышается на 60°C.

С увеличением температуры скорость реакции возрастает.

При повышении температуры на 10° в реакторе скорость реакции возрастает в 2 раза.

Если увеличить температуру масла на 1°C то температура горячей точки увеличивается на 3-4°C.

2 реакция оказывает большое влияние на тепловой баланс реактора и временно отравляет катализатор и тормозит реакцию получения формальдегида.

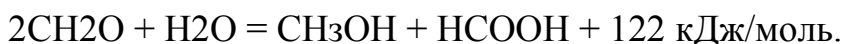
4 реакция с образованием муравьиной кислоты в газовой фазе протекает в результате полного окисления или термического распада, затем муравьиная кислота разлагается по 9 реакции.

При повышенной температуре и при недостатке кислорода происходит распад формальдегида на СО и Н₂, которые отравляют катализатор (7-ая реакция).

При увеличении кислорода СО окисляется до СО₂, но полное восстановление отравленного катализатора не происходит (11-ая реакция).

При понижении температуры образуется муравьиная кислота.

На выходе из реактора формальдегид с водой могут вступать в реакцию:



Большинство побочных реакций развиваются в реакторе под влиянием высокой температуры.

При температуре в зоне реакции 200-240°C выход формальдегида составляет 1%, а с повышением температуры до 290°C увеличивается до 3,6%. При температуре 300°C происходит полное загорание катализатора.

Большое влияние на срок службы катализатора оказывает температурный режим, состав СВС и скорость (нагрузка) прохождения смеси через катализатор.

При снижении содержания кислорода и увеличении содержания метанола может наступить момент, когда для окисления метанола будет расходоваться не только кислород, содержащийся в СВС, но и кислород, содержащийся в оксидном катализаторе, с восстановлением молибдена до низших окислов или металлического с потерей активности и избирательности.

Условия работы катализатора ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{MoO}_3$):

Избыток кислорода, так как катализатор вначале реакции восстанавливается до металла или низших оксидов, а затем снова окисляется до высших степеней окисления присутствующим в СВС кислородом воздуха. Эти превращения происходят попеременно в течение всего процесса.

Катализатор

Катализатор железомолибденный- по ТУ-6-09-5501-86 -металлооксидный катализатор - бинарная смесь окислов молибдена и железа Суммарный химический состав - ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{MoO}_3$), содержащий 82 $\pm$ 1 % MoO_3 и 18 $\pm$ 1% Fe_2O_3 , с атомным отношением молибдена к железу 2,5:1.

Катализатор получают смешиванием солей трехвалентного железа соляной, азотной или серной кислот с аммонийными солями молибденовой кислоты. Он представляет собой твердый раствор триоксида молибдена в молибдате железа с избыточной фазой триоксида молибдена.

Активным компонентом катализатора является твердый раствор триоксида молибдена (MoO_3) в молибдате железа $(\text{Fe}_2\text{MoO}_4)_3$.

Последний обладает наиболее активным каталитическим действием. Избыток триоксида молибдена в составе катализатора предотвращает образование молибдата железа с недостатком молибдена, который обладает невысокой селективностью при окислении метанола в формальдегид.

При превышении температуры близкой к 400°C происходит снижение активности и избирательности катализатора, особенно в верхних слоях с образованием летучего соединения молибденамолибденовой сини.

ПДК железо-молибденового катализатора (в пересчете на MoO_3) в воздухе рабочей зоны производственных помещений 4 мг/м³ по ГОСТ 12.1005-76.

Оксид молибдена откладывается в костях, почках, печени.

Пыль железомолибденового катализатора может попасть в организм через органы дыхания, пищеварения и кожный покров при просеивании и загрузке в реактор.

Выделение из организма оксида молибдена идет довольно быстро с мочей и через кишечник.

Для защиты органов дыхания должны применяться респираторы типа "Лепесток" и У-2К по ГОСТ 12.4.034-78, лица и глаз герметичные защитные очки по ГОСТ 12.4.003-80, кожи рук - резиновые перчатки КсОнПн по ГОСТ 20010-74 вид А, тип 1, N 1 и перчатки хлопчатобумажные И-14-96.

Яды для железомолибденового катализатора

Примеси ХЛОРИДОВ в количестве 0,03% снижают активность катализатора примерно в 2 раза, образуя летучие соединения с молибденом.

Примеси АММИАКА (может поступить со свежим воздухом) блокируют активные центры катализатора. Аммиак легко растворяется в реакционной воде с получением амводы, которая растворяет активный компонент с поверхности катализатора.

Примеси диметилового эфира (поступает с газами рециркуляции с колонны).

Метанол легко переходит в диметиловый эфир по равновесной реакции:

$2\text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$, кроме того метанол образуется по реакции Канниццаро.

Избыток ВОДЫ более 3% объемных, может поступить при нарушениях температурного режима в 3 секции колонны, приводит к снижению активности катализатора.[3]

1.3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫРЬЯ,
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Таблица №1

Я	Наименование сырья, материалов, полупродуктов и энергоресурсов	Показатели по стандарту, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели с допустимыми отклонениями	
1	2	4	5	
	Метанол- CH ₃ OH H H-C-O-H H	1. Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость без нерастворимых примесей	
		2. Плотность, кг/м ³	791 – 792	
		3. Смешиваемость с воздухом	Смешивается с водой без следов помутнения и опалесценции	
		4. Температурные пределы: а) Температура кипения, °С б) 99 % продукта перегоняется в пределах, °С, не более	64,0-65,9	
			0,8	
		5. Массовая доля воды, %, не более	0,05	
		6. Массовая доля свободных кислот в пересчете на муравьиную, %, не более	0,0015	
		7. Массовая доля альдегидов и кетонов в пересчете на ацетон, %, не более	0,003	
		8. Массовая доля летучих соединений железа, %, не более	0,00001	

		9. Время испытания с перманганатами калия, мин, не менее	60		
		10. Массовая доля аммиака и аминсоединений в пересчете на аммиак, %, не более	0,00001		
		11. Массовая доля хлора, %, не более	0,0001		
		12. Массовая доля серы, %, не более	0,0001		
		13. Массовая доля нелетучего остатка после испарения, %, не более	0,001		
		14. Массовая доля этилового спирта, %, не более	0,01		
		15. Удельная электрическая проводимость, Ом ⁻¹ /м ⁻¹ , не более	$3 \cdot 10^{-7}$		
2	Ароматизированное масло-теплоноситель (диатермическое масло) АМТ – 300		АМТ– 300	АМТ– 300У	Mobil TERM 605
		1. Плотность при 20 °С, кг/м ³	960	965	8,696
		2. Коэффициент рефракции, не ниже	1,5400	1,5420	1,4822
		3. Вязкость кинематическая при 100 °С, сСт, не более	5,9	6,1	5,3
		4. Температура застывания, °С, не выше	Минус 23		-6
	АМТ – 300У	5. Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	175	180	210
		6. Массовая доля механических примесей, %, не более	ОТС		
		7. Массовая доля воды	Следы		
		8. Минимальная температура воспламенения, °С, не менее	360	375	340

	Mobil TERM 605	9. Цвет без разбавления, единицы ЦНТ, не более	6,0	6,0	5,0
		10. Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,12	0,03	
		11. Диапазон температур кипения, °С, - начало кипения - после отгонки 95% объема			340 462
		12. Осадок по Шотту, %			Отс.
		13. Коксуемость по Конрадсону			Отс
		14. Фракционный состав: 5% выкипает при температуре, не ниже, °С, 95% выкипает при температуре, не выше, °С,	330 475	340 475	
3	Катализатор железо- молибдено- вый	1. Внешний вид	Гранулы желтовато-зеленого цвета, имеющие форму цилиндра или усеченного конуса		
		2. Размеры, мм	Диаметр (больший диаметр конуса) $3,5 \pm 0,5$ Высота $3,5 \pm 0,5$		
		3. Насыпная плотность, г/см ³ , не более	1,2		
		4. Механическая прочность на раздавливание, МПа: - средняя, не менее - минимальная, не менее	1,7 0,6		
		5. Массовая доля пыли и мелочи, %, не более	1,0		
		6. Массовая доля, %: - оксида молибдена (VI) - оксида железа (III)	80±2 20±2		
		7. Константа скорости реакции окисления метанола при $(350 \pm 2) ^\circ\text{C}$, с ⁻¹ , не менее	10,0		

		8. Селективность по формальдегиду при (85-90)% конверсии метанола и при (350±2) °С, не менее	96,0
--	--	--	------

4.	Катализатор железо- молибденов ый КН-26С (импорт)	1. Внешний вид	Кольца желтовато-зеленого цвета
		2. Размер, мм: - высота - диаметр внутренний - диаметр внешний	2,4 – 2,8 2,4 – 2,6 4,8 – 5,2
		3. Насыпная плотность в трубе диаметром 15,5 мм 21 мм, кг/дм ³	0,69 0,74
		4. Аксиальная прочность на разрушение, МПа	10 – 16
		5. Массовая доля оксида молибдена (МоО ₃),%	80
		6. Удельная поверхность, м ² /г	9
5	Катализатор блочный платиновый Фирмы BASF	1. Внешний вид	ячеистые блоки серого цвета, пропитанные солями платины
		2. Размеры блоков, мм:	1 слой 150x150x75 2 слой 150x150x50
		3. Массовая доля платины, %, не менее	1,35
		4. У окиси алюминия, кордиерит, не более, %	98,65
		5. Число отверстий на дюйм ² , не менее	200-230
		6. Удельный вес, г/л	550-600
		7. Максимально допустимый экзотермический эффект, не более, °С	410

		8. Максимально допустимая температура эксплуатации, не более, °С: длительная - кратковременный перегрев	600 650
--	--	--	------------

Продолжение таблицы №

6	Пар водяной	1. Давление, МПа (кгс/см ²): - минимум - норма - максимум - расчетное	0,45 (4,5) 0,5 (5,0) 0,55 (5,5) 0,7 (7,0)
		2. Температура, °С: - минимум - норма - максимум - расчетное	150 153 180 250
7	Вода охлаждающ ая (оборотная)	1. Давление, МПа (кгс/см ²): - на входе - перепад давл. (макс) - расчетное	0,4-0,6 (4,0-6,0) 0,15 (1,5) 0,7 (7,0)
		2. Температура, °С: - на входе, не более - на выходе	28 38
		3. Величина pH	8 -+0,5
		4. Щелочность общая, мг-экв/дм ³ , не более	15
		5. Массовая доля цинка, мг/дм ³	0,8 – 1,4
		6. Массовая доля фосфатов, мг/дм ³	8 – 12
		7. Солесодержание общее, мг/дм ³	1100 - 1400
		8. Массовая доля аммиака, мг/дм ³ , не более	20
		9. Массовая доля железа, мг/дм ³ , не более	5

		10. Массовая доля меди, мг/дм ³ , не более	0,05
		11. Взвешенные вещества, мг/дм ³ , не более	50
		12. Жесткость общая, мг-экв/дм ³	17 – 19
		13. Массовая доля кальция, мг/дм ³	300 – 340
		14. Массовая доля хлоридов, мг/дм ³ , не более	300
		15. Массовая доля активного хлора, мг/дм ³ , не более	25
		16. Массовая доля сульфатов, мг/дм ³ , не более	800
		17. Массовая доля нитратов, мг/дм ³ , не более	100
		18. Общая концентрация микроорганизмов, кл/мл, не более	10
8	Вода хим. Очищенная	Давление, кгс/см ² (МПа) Величина pH	3 – 6 (0,3-0,6) 8,5-9,5
9	Воздух КИП,	1. Давление, МПа (кгс/см ²): - минимум - норма - максимум - расчетное	0,35 (3,5) 0,4-0,54 (4-5,4) 0,9 (9,0) 1,0 (10,0)
		2. Температура, °С	Окружающей среды
		3. Диаметр твердых частиц, мкм, не более	10
		4. Содержание твердых частиц, мг/м ³ , не более	2
		5. Содержание влаги и масел в жидком состоянии	Не допускается
		6. Температура точки росы, °С	Минус 50
10	Воздух технический	1. Давление, МПа, (кгс/см ²): - минимум - норма - максимум	0,2 (2,0) 0,35 (3,5) 1,1 (11,0)
		2. Температура, °С	Окружающей среды

11	Азот N	1. Молярное содержание кислорода, %, не более	0,02
		2. Давление, МПа (кгс/см ²): - норма - расчетное	0,6 (6,0) 0,8 (8,0)
		3. Температура, °С	Окружающей среды
12	Электроэнергия	1. Напряжение, вольт	380 ± 0,5; 220 ± 0,5
		2. Частота, герц	50
		3. Число фаз	3
13	Формальдегид-CH ₂ O H-C-N ! O	1. Внешний вид	Бесцветный газ с острым запахом.
		2. Растворимость	Хорошо в воде и спирте
		3. Температура кипения	-19°С
		4. Температура плавления	-92°С
		5. Молярная масса	30,03 г/моль

1.4. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ

Метанол из цеха № 50 через отсекаТЕЛЬ 9г принимается в емкость поз. Е-1.

Азот подается через клапан 5г в камеру дыхательного клапана СМДК-150.

Совмещенный механический повышения давления в емкостях Е-1. Он состоит из корпуса, в котором заключены тарелки давления с грузами и огневым предохранителем. С помощью тарелок в корпусе образуются камеры давления. В нижнюю камеру с давлением 150-200 кгс/м² подается азот. Давление азота регулируется клапаном 5г.

При достижении давления сверхдопускаемого тарелка камеры, с выходом на гидрозатвор5е открывается и давление сбрасывается в атмосферу.

Кроме того емкость Е-1 снабжена уровнемером 9а с сигнализацией минимального и максимального уровня на щите КИП.

При максимальном уровне закрывается отсекаТЕЛЬ 9г на линии метанола с заводской сети, при минимальном уровне открывается отсекаТЕЛЬ 9г.

Метанол из напорного бака Е-1 через отсекаТЕЛЬ 8д и расходомер 8а ,в количестве не более 780 кг/час поступает в подогреватель Т-1, где подогревается до температуры не более 64 градусов С. Температура метанола на выходе с Т-1 регулируется, подачей пара через клапанную сборку 1г.

Подогретый метанол поступает в среднюю часть насадочной колонны-испарителя К-1 и через распределительную тарелку и слой колец Паля испаряется потоком газовоздушной смеси, поступающим в нижнюю часть испарителя от газодувки М-6, нагретом в межтрубном пространстве теплообменника Т-2 до температуры не более 235 °С. при максимальной температуре срабатывает сигнализация на ЦПУ.

Спиртовоздушная смесь проходит слой насадки из колец Паля и через верхний штуцер колонны-испарителя с температурой 80-120°С подается в подогреватель Т-3.

При снижении температуры СВС на выходе с К-1 до 80°С срабатывает сигнализация в ЦПУ.

Спиртовоздушная смесь (СВС) из испарителя К-1 с температурой 80-120°C поступает в подогреватель СВС поз. Т-3, где подогревается до 110-140°C подачей пара в межтрубное пространство подогревателя.

Газовоздушная смесь образуется подачей газов рециркуляции с колонны К-31 со свежим воздухом подаваемым на всас газодувки М-6 с атмосферы.

Поступающие на всас газодувки газы рециркуляции и свежий воздух сжимаются до давления не выше 0,8 кгс/см² и с температурой 65-100°C подаются в верхнюю часть межтрубного теплообменника Т-2, где нагреваются формальдегид содержащими газами с реактора Р-1 до температуры 180-235°C и поступает в испаритель К-1.

Расход свежего воздуха 800-1250 м³/час контролируется по FR-35.

Расход газовоздушной смеси на нагнетании газодувки контролируется и регулируется клапаном ЗД.

Процесс превращения метанола в формальдегид - каталитический.

Катализ - явление, вызывающее или ускоряющее химические реакции в результате действия каких-либо веществ, которые участвуют в реакции, но восстанавливают свои химические свойства с окончанием катализа.

Спиртовоздушная смесь (СВС) из подогревателя Т-3 с температурой 120-140°C подается в крышку трубчатого реактора Р-1, трубки которого заполнены железомолибденовым катализатором ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{MoO}_3$).

Объемная доля метанола в СВС на входе в реактор не более 8,5 % (9,35 % масс.), что ниже нижнего концентрационного предела взрываемости смеси паров метанола в СВС.

Спиртовоздушная смесь поступает под крышку аппарата и равномерно распределяется по реакционным трубам, заполненным железо-молибденовым катализатором

Верхняя и нижняя часть реакционных трубок заполняются инертной керамикой, остальной объем – гранулами катализатора. В верхней части трубок сырьевой газ нагревается теплом уходящего масла и усредняет состав, далее на гранулах катализатора происходит конверсия метанола до формальдегида с

выделением тепла реакции, которое от газовой фазы через стенку трубки передается охлаждающему маслу, циркулирующему по межтрубному пространству.

Газофазное окисление метанола в формальдегид на металлооксидном катализаторе является основной, но не единственной реакцией:

Наряду с ней протекают и побочные процессы, существенно снижающие выход целевого продукта:

1. $\text{CH}_3\text{OH} + 1,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 163 \text{ ккал/моль}$
2. $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} + 94 \text{ ккал/моль}$
3. $\text{CH}_2\text{O} + 0,5\text{O}_2 \rightarrow \text{HCOOH} + 62 \text{ ккал/моль}$
4. $\text{CH}_2\text{O} + 0,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + 55 \text{ ккал/моль}$
5. $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2(\text{OCH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + 31 \text{ ккал/моль}$

Большое влияние на селективность процесса оказывают условия проведения реакции и, в первую очередь, температура и свойства применяемого катализатора.

Температура катализатора в трубном пространстве контролируется в 10-ти трубках, охватывающих 5 равных зон по высоте засыпки:

Температура в слое катализатора не более 370 °С.

Температура формальдегид содержащих газов на выходе из реактора Р-1 (255 ÷ 330) °С измеряется датчиком поз.2а5, максимальная –350°С температура сигнализируются, при значении больше 350 °С инициируется блокировка на полную остановку.

Реакционные газы из реактора Р-1 поступают в трубное пространство теплообменника поз. Т-2-1, где охлаждается до температуры 140÷180°С, нагревая сырьевую газовую смесь, и поступают на хемосорбцию формальдегида раствором карбамида в колонне поз. 1/2 К-31 для получения КФК. Минимальная –140°С и максимальная –185°С температуры формальдегид содержащего газа, измеряемые датчиком 2а2, после теплообменника-рекуператора поз. Т-2-1 сигнализируются

1.5. АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ , КИП и А НА УСТАНОВКЕ.

Таблица №2

Наименование стадий процесса, места измерения параметров или отбора проб Средства автоматики, используемые по ПЛАС выделены курсивом		Контролируемый параметр	Частота и способ контроля	Норма и технический показатель. Граница критических значений (Гр.Кр.Зн)	Метод испытания и средство контроля Периодичность испытания запорной регулирующей арматуры (ИЗРА)	Требуемая точность измерения параметров, Δ СИ $\pm$	Кто контролирует
1		2	3	4	5	6	7
Т Е 1 а	Метанол после подогревателя Т-1	температура	1.Непрерывная регистрация на щите КИП	Не менее 62 °С	Датчик термopара ТХК0515. КТ 0,5 ПИ (-50÷+600) °С. Вторичный прибор ПВ10-2Э;	3,4 °С	Аппаратчик окисления
			2. Непрерывная регистрация и сигнализация на ПК		ПИ 0÷100 °С. КТ 1,0 2.Регулятор «Nucvo Pignone-201» ПИ 0÷100 °С. КТ 0,5	3,3°С	
FE 8a	Метанол в подогревателе Т-1	расход	Непрерывная регистрация и Регулирование на щите КИП (ПК) при максимальной подаче	(300 -700) кг/ч	Датчик «Micro Motion» сенсор SMF050 ПИ 0-800 кг/ч КТ 0,25 трансмиттер RFT9739	2,8 кг/ч	Аппаратчик окисления

			– Срабатывание ПАЗ и сигнализация на щите КИП (ПК)	750 кг/ч более 9% объемных	КТ 0,25 Вторичный прибор контроллер FUJI-PNA3 ПИ 0÷800 кг/ч. КТ 0,25		
Т Е 2 а	Газовоздуш ная смесь на входе в испаритель К-1	температ ура	1.Непрерывная регистрация на щите КИП Сигнализация максимальной температуры на щите КИП 2. Регистрация и сигнализация на ПК	(160-235) °С 235 °С	Датчик термопара ТХК-0515. ПИ (-50÷+600) °С. КТ 0,5 1.Вторичный прибор КСП-4И; ПИ 0÷400 °С. КТ 0,5 Сигнальная лампа 2. ПК	3,8 °С 3,8 °С	Аппаратчик Окисления
PI- 15	Газовоздуш ная смесь на входе в испаритель К-1	Давление	Периодический контроль по месту	не менее 55 кПа	Манометр МТП ПИ 0÷100 кПа. КТ 1,5	1,5 кПа	Аппаратчик Окисления
Н V	Пар на входе в испаритель К-1	Положен ие отсекател я	Дистанционное и автоматическое управление отсекаелем поз. 1/2НА-32 со щита	Открыт Закрыт	Кнопка управления Клапан отсечной Тип «НО» 22НЖ 10п/40		Аппаратчик Окисления

			КИП и системы ПАЗ Сигнализация крайних положений отсекаателя на щите КИП	Открыт Закрыт	ИЗРА -1раз в год Сигнальная лампа		
Т Е 2 а 1	Спирто - воздушная смесь на выходе из испарителя К-1	температ ура	1.Непрерывная регистрация на щите КИП Сигнализация минимальной температуры на щите КИП 2. Регистрация и сигнализация на ПК	(80 -130) °С 80 °С	Датчик термопара ТХК-0515. КТ 0,5 ПИ (-50÷+600) °С Потенциометр КСП-4И. ПИ 0÷200 °С. КТ 0,5	3,4 °С	Аппаратчик Окисления
PR C- 13	Спирто воз- душная смесь на выходе из испарителя К-1	давление	Периодический контроль по месту	Не менее 30 кПа	Манометр ММП-160 ПИ 0÷100 кПа КТ 1,5	1,5 кПа	Аппаратчик окисления
Р R C - 1 4	Азот в сборнике Е- 4	давление	Непрерывная регистрация и Регулирование на щите КИП	4,0-5,0 кПа	Датчик МСП-2; ПИ 0÷10 кПа КТ 0,5 Вторичный прибор ПВ10.2Э ПИ 0÷10 КПа. КТ 1,0	0,11 кПа	Аппаратчик окисления
Р I- 1 6	Азот в сборнике Е- 4	Давление	Периодический контроль по месту	4,0-5,0 кПа	НМП-100; ПИ 0-10,0 кПа. КТ 1,5	0,15 кПа	Аппаратчик Окисления
L	Метанол в	уровень	Непрерывная регистрация	30-70%			Аппаратчик

Т - 9 а	Е-1		на щите КИП и сигнализация				окисления
Т Е - 2 а 2	Формальдег ид содержащие газы после трубной части теплообмен ника Т-2 в колонну	температ ура	1.Непрерывная регистрация на щите КИП Сигнализация максимальной и минимальной температуры на щите КИП 2. Регистрация и сигнализация на ПК	(140-210) °С 210 °С 140 °С	Датчик термопара ТХК-0515. ПИ (-50÷600) °С. КТ 0,5 Потенциометр КСП-4И КТ 0,5 ПИ 0÷300°С Сигнальная лампа 2. ПК	3,3 °С 3,3 °С	Аппаратчик Окисления
PR -12	Формальдег ид содержащие газы после трубной части теплообмен ника Т-2 в колонну	Давление	1.Непрерывная регистрация на щите КИП 2. Регистрация и сигнализация на ПК	(30 -70) кПа	1.Датчик МС-П1 ПИ 0÷100 кПа КТ 0,5 Вторичный прибор ПВ4 4Э ПИ 0÷100 кПа. КТ 1,0 2 22ДИ-ВН ПИ 0-100 КПа. КТ 0,5	1,12 кПа 1,12 кПа	Аппаратчик окисления
Т Е - 2 а	Спирто – воздушная смесь на выходе из теплообмен ника Т-2	температ ура	1.Непрерывная регистрация на щите КИП Регулирование температуры изменением подачи пара 2. Регистрация и сигнализация на ПК	(110-150) °С	Датчик термопара ТХК-0515. ПИ (-50-+600) °С КТ 0,5 1. Вторичный прибор КСП-4И ПИ 0-200 °С	3,4 °С	Аппаратчик окисления

					КТ 0,5 2. ПК.		
Р R - 1 1	Спирто – воздушная смесь на выходе из теплообмен ника Т-3	давление	1.Непрерывная регистрация на щите КИП 2.Непрерывная Регистрация и сигнализация на ПК	(30-70) кПа	1.Датчик МС-П1 ПИ 0÷100 кПа КТ 0,5 Вторичный прибор ПВ4.4Э ПИ 0÷100 КПа. КТ 1,0 2. Датчик 22ДИ-ВН ПИ 0-100 КПа ПК	1,12 кПа 1,12 кПа	Аппаратчик Окисления
Q E - 7 а	Спирто – воздушная смесь на выходе из теплообмен ника 1/2Т-9/3	Объемна я доля кислород а	1.Непрерывный контроль и сигнализация максимальной и минимальной концентрации на щите КИП Гр. Кр. Зн. при объемной доле метанола более 6% 2.Непрерывная регистрация и сигнализация максимальной и минимальной концентрации на Гр. Кр. Зн. при объемной доле метанола более 6% ПК	(9-11) % 11 % 9 % 12 % (9-11) % 11 % 9 % 12 %	Газоанализатор ГТМК-18М. ПИ 0÷20 % КТ 4,0 1.Вторичный прибор: Регулятор FUJI модель РМС, ПИ 0÷20 %. КТ 0,25. 2.ПК	0,8 %	Аппаратчик окисления

FR-35	Свежий воздух на всасе газодувки 1/2М-6	Расход	1.Непрерывная регистрация на щите КИП Соотношение воздух /метанол 2Регистрация на ПК	(600-1400) м ³ /ч 2-2,4 м ³ /ч / кг	1 Датчик расхода 13ДД-11И КТ 1,0 ПИ 0-10,0 кПа. (0-1400 м ³ /ч) Вторичный прибор ПВ4.4Э ПИ 0-1400 м ³ /ч КТ 1,0 2. Датчик расхода Метран 22ДД-Вн КТ 0,5 ПИ 0-10,0 кПа (0-1400 м ³ /ч) ПК	19,7 м ³ /ч 7 м ³ /ч	Аппаратчик окисления
FE-3а	Газовоздушная смесь на входе в межтрубное пространство теплообменника Т-2	Расход	Регулирование расхода газовоздушной смеси сбросом на байпас газодувки 1/2М-6 Сигнализация минимального расхода на нагнетании на щите КИП (ПК) При минимальном расходе Срабатывание системы ПАЗ с сигнализацией на щите КИП (ПК) При максимальном отношении расхода метанола к расходу	(4000 -6000) м ³ /ч 3800 м ³ /ч 3800 м ³ /ч 0,197 кг/ м ³ /ч	1 Датчик расхода 13ДД-11И КТ 1,0 ПИ 0-6,3 кПа (0 -6300) м ³ /ч Вторичный прибор ПВ10.2Э КТ 1,0 ПИ 0-6,3 кПа (0 -6300) м ³ /ч 2. Датчик расхода Метран 22ДД-ВН, КТ 0,5 ПИ 0÷6,3 кПа (0-6300 м ³ /ч) регистрация на ПК	89,1 м ³ /ч 30 м ³ /ч	Аппаратчик окисления

			газовоздушной смеси: Срабатывание системы ПАЗ с сигнализацией на щите КИП (ПК)				
Т Е - 2 а 5	Реакционн ые газы на выходе из реактора Р- 1	температ ура	1.Непрерывная регистрация на щите КИП (ПК) Сигнализация максимальной и минимальной температуры на щите КИП При максимальной температуре срабатывание системы ПАЗ. Гр.Кр.3н. 350 °С	(250-330) °С 350 °С 250 °С 350 °С 351 °С	Датчик термopapa ТХК-0515 ПИ (-50-+600) °С КТ 0,5 1.Потенциометр самопишущий КСП.4. ПИ 0-600 °С КТ 0,5 Сигнальная лампа 2. ПК	4,4 °С 4,4 °С	Аппаратчик окисления
РР - 16	Реакционны е газы на выходе из реактора Р-1	Давление	Непрерывная регистрация на щите КИП (ПК)	(25-35) кПа	1.Датчик МС-П1 ПИ 0-100,0 кПа КТ 0,5 Вторичный прибор ПВ-4.4Э КТ 1,0 ПИ 0-100,0 кПа 2. Датчик 22ДИ-ВН ПИ 0-100 кПа КТ 0,5	1,12 кПа 0,5 кПа	Аппаратчик окисления

Т Е - 2 а 4 , Т Е - 2 а 3	Диатермическое масло на входе в реактор Р-1	температура	Непрерывная регистрация на щите КИП (ПК)	(250-295) °С	ТХК-0515 КТ 0,5 ПИ (-50÷+600) °С 1.Потенциометр КСП4И ПИ 0-400 °С КТ 0,5 2.ПК	3,8 °С 3,8 °С	Аппаратчик окисления
---	---	-------------	--	--------------	--	------------------	----------------------

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

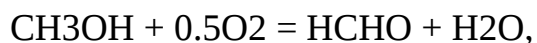
Наименование стадии процесса, место отбора	Контролируемый параметр	Частота контроля	Нормы или технологические показатели	Методы испытания	Кто контролирует
Q-7а Спирто-воздушная смесь на входе в реактор поз. Р-1	Объемная доля, %: O ₂ CO CO ₂	1 раз в неделю	9-11 не более 1,2 не более 0,2	хроматографический	Лаборант ОТК

Q-	Газ на выходе из реактора поз. Р-1	Объемная доля, % CH ₃ ОН, не более СО, не более СО ₂ , не более О ₂	2 раза в неделю	0,6 2,0 0,4 5-8	Хроматографический	Лаборант ОТК
	Воздух в помещении и насосной	Массовая концентрация формальдегида	По графику сан. Лаборатории	Не более 0,5 мг/м ³	Хроматографический	Лаборант санитарной лаборатории
	Воздух в помещении и газодувки	Массовая концентрация метанола Массовая концентрация формальдегида	По графику сан. лаборатории По графику сан. Лаборатории	не более 5 мг/м ³ не более 0,5 мг/м ³	Хроматографический	Лаборант санитарной лаборатории

2.РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

2.1. МАТЕРИАЛЬНЫЙ РАСЧЕТ И БАЛАНС

При контактном окислении метилового спирта в формальдегид, на железо-молибденовом катализаторе, кроме основной реакции:[1]



протекает ряд побочных реакций, в результате которых образуется муравьиная кислота (HCOOH), окись углерода (CO), углекислый газ (CO_2), водород (H_2) и вода (H_2O).

Составить материальный и тепловой балансы процесса окисления, если:

- 1.Степень окисления метилового спирта в формальдегид составляет 97%, а общая степень окисления (за счет основной и побочных реакций) 99%;
- 2.Углеродосодержащие побочные продукты образуются в соотношении:

$$[\text{HCOOH}] : [\text{CO}_2] : [\text{CO}] = 0.6 : 0.1 : 2.0 (\Sigma = 2.7);$$

- 3.В спирто-воздушной смеси, поступающей на окисление, на 2 м^3 воздуха содержится 1 кг метанола;
- 4.Температура спирто-воздушной смеси, поступающей в контактный аппарат 130°C , на выходе из контактного аппарата 280°C .
5. Число рабочих часов в году:

$$365 - 15 = 350 * 24 \text{ч} = 8400 \text{ч}$$

- 6.Часовая подача метанола поступающего в аппарат

$$6500 * 1000 / 8400 = 773,8 \text{кг/ч}$$

Решение. Расчет ведем на 773,8 кг метилового спирта, поступающего в контактный аппарат.

1. Расчет количества окисленного спирта. Поступает в контактный аппарат:

$$773,8 / 32 = 24,181 \text{ кмоль метанола}$$

Из этого количества 97% спирта, т.е. $24,181 * 0,97 = 23,455$ кмоль, окисляется в формальдегид, которого получено столько же. Следовательно, на образование побочных продуктов окисления израсходовано

$$(24,181 * 0,99 - 23,455) = 0,484 \text{ кмоль } \text{CH}_3\text{OH}.$$

Осталось неокисленными в составе контактных газов

$$24,181 - (23,455 + 0,484) = 0,242 \text{ кмоль } \text{CH}_3\text{OH}$$

1. Количество O_2 и N_2 поступающих в контактный аппарат. По условию на 773,8 кг (24,181 кмоль) спирта подается 1000 нм^3 воздуха, из них:

$0,21 * 1000 / 22,4 = 9,380$ кмоль, с учетом 0,5 O_2 4,69 кмоль составляет кислород и $0,79 * 1000 / 22,4 = 35,267$ кмоль составляет азот.

1. Баланс углерода. Всего углерода (в составе метанола) поступило на контактирование 24,181 кг-атм (приход). Из них:

а) израсходовано на образование HCHO 23,455 кг-атм С;

б) осталось в составе неокисленного спирта 0,242 кг-атм С;

в) остальные $24,181 - (23,455 + 0,242) = 0,484$ кг-атм пошло на образование углеродсодержащих побочных продуктов (HCOOH , CO_2 , CO).

Согласно соотношению этих продуктов, количество их в составе контактного газа определяется:

НСООН..... $0,484 * 0.6 / 2.7 = 0,11$ кмоль,

CO₂..... $0,484 * 0.1 / 2.7 = 0,02$ кмоль,

CO..... $0,484 * 2.0 / 2.7 = 0,36$ кмоль.

1.Баланс кислорода. Всего поступило в контактный аппарат кислорода (в кмоль):

С воздухом 4,690

В составе метанола $0,5 * 24,181 = 12,090$

Итого..... 16,78

Израсходовано кислорода (в кмоль):

На образование НСНО..... $0,5 * 23,455 = 11,73$

НСООН..... 0.11

CO₂..... 0,02

CO.....0,36

Осталось в составе

неокисленного спирта $0,5 * 0.484 = 0,242$

Итого.....12,462

Остальные $16,78 - 12,462 = 4,318$ кмоль кислорода пошли на образование воды ($H_2 + 0.5O_2 = H_2O$).

Следовательно, в результате реакции окисления получено $4,318 * 2 = 8,636$ кмоль H₂O.

1.Баланс водорода. Водород в контактный аппарат поступает только в составе молекулы метилового спирта. Следовательно, приход водорода составит $2 * 24,181 = 48,362$ кмоль.

Расход водорода (в кмоль):

На образование НСНО 23,455

НСООН 0,11

$\text{Н}_2\text{О}$ 8,636

Осталось в составе неокисленного спирта $0,5 * 0.242 = 0,121$

Итого.....32,322

Остальные $48,362 - 32,322 = 16,04$ кмоль Н_2 содержатся в составе контактных газов в свободном состоянии. Отсюда материальный баланс контактного аппарата представится в следующем виде (на 773,8 кг метилового спирта поступающего на окисление).

Таблица № 3

Приход				Расход			
Статья прихода	Масса	кмоль	%	Статья расхода	Масса	кмоль	%
Спиртовоздушная смесь:				Формальдегид (НСНО)	455,0	15,157	22,67
Метанол	773,8	24,181	28,11	Пары спирта (СНЗОН)	5,00	0,156	0,24
				Муравьиная кислота (НСООН)	3,22	0,07	0,1
				Водяные пары	161,0	8,90	13,32
				Неконд. газы:			
Воздух				СО ₂	0,44	0,01	0,01
(35,267 N ₂ +	987,4	35,267	63,45	СО	6,44	0,23	0,34
9,380 O ₂)	150,08	4,690	8,44	Н ₂	14,08	7,037	10,53
				Н ₂	987,6	35,267	52,76
Всего				Не учтенные потери	5,4		
Всего:	1637,4	66.83	100	Всего	1637,	66,83	100

2.2.ТЕПЛОВОЙ РАСЧЁТ И ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС УСТАНОВКИ

Приход тепла в контактном аппарате:

- 1.теплота реакции окисления спирта
- 2.теплосодержание спирто-воздушной смеси.

Расход тепла:

- 1.теплосодержание контактных газов на выходе из контакта
- 2.теплопередача в котел-утилизатор

Приход.[2]

- 1.Тепловой эффект реакций при окислении спирта определится из следующего.

Вступило в реакции окисления (основную и побочные):

$(24,181 - 0,242) = 23,939$ кмоль метанола, 4,690 кислорода.

Получено формальдегида и продуктов побочных реакций в количествах, указанных в таблице материального баланса. Отсюда стехиометрическое уравнение всего процесса контактирования можно представить так:



Определяем теплоты образования каждого из компонентов реакции (в кДж)

HCHO.....	23,455 * 116000 =	2720780
H ₂ O.....	8,636 * 242000 =	2089912
HCOOH.....	0,11 * 363000 =	39930
CO ₂	0,02 * 395000 =	7900
CO.....	0,36 * 109800 =	39528

Итого $\sum q_{\text{кон}}$

4898050

$$\text{СНЗОН} \dots \dots \dots 23,939 * 201600 = 4826102,4$$

Итого $\sum q_{\text{нач}}$

4826102,4

Отсюда по закону Гесса тепловой эффект реакций каталитического окисления 23,939 кмоль метилового спирта определяется (при 20°C):

$$q = 4898050 - 4826102,4 = 71947,6 \text{ кДж.}$$

Подсчитаем тепловой эффект этой реакции при 280°C (553°K).

Находим температурные коэффициенты:

$$\alpha = \sum v_a = (15,469 * 20,45 + 4,690 * 26,2) - (15,157 * 20,94 + 8,906 * 28,8 + 0,07 * 30,7 + 0,01 * 32,2 + 0,23 * 26,2 + 7,037 * 28,8) = (316,34 + 122,87) - (317,38 + 256,49 + 2,14 + 0,32 + 6,02 + 202,66) = 439,21 - 785,01 = -346,8$$

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{1}{2} \sum v_b = \frac{1}{2} [(15,469 * 0,104 + 4,690 * 0,0115) - (15,157 * 0,0586 + 8,906 * 0,01375 + 0,07 * 0,0895 + 0,01 * 0,0222 + 0,23 * 0,00875 + 7,037 * 0,000276)] = \\ &= \frac{1}{2} [(1,06 + 0,06) - (0,88 + 0,13 + 0,007 + 0,00022 + 0,002 + 0,002)] = \frac{1}{2} [1,12 - 1,02] = \frac{1}{2} 0,1 = 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{1}{3} \sum v_c = \frac{1}{3} [(-15,469 * 24,7 - 4,690 * 3,22) - (-15,157 * 15,6 + 8,906 * 0,545 - 0,07 * 34,6 - 0,01 * 3,48 - 0,23 * 1,92 + 7,037 * 1,17)] * 10^{-6} = (-382,08 - 15,1) - \\ &= (-236,44 + 4,86 - 2,43 - 0,03 - 0,44 + 8,24) * 10^{-6} = -397,2 - 226,3 = -0,0002 \end{aligned}$$

Отсюда по уравнению (70 – b) получим значение q_1 при температуре контактирования (280°C) [5]

$$\begin{aligned} q_1 &= 8496276,6 - 346,8 * (553 - 293) + 0,05 * (553^2 - 293^2) - 0,0002 * (553^3 - 293^3) = \\ &= 849527,6 - 346,8 * 260 + 0,05 * (305809 - 85849) - 0,0002 * (169112377 - 25153757) = 853157,6 - 90168 + 10998 - 28791,7 = 745195,9 \text{ кДж.} \end{aligned}$$

1.Теплосодержание спирто-воздушной смеси. i_1 при 130°C определяется (значение i и C_p в кДж) [5]

$i_{\text{мет.}}$	$15,625 * 57,0 * 1,3 = 1157,9$
$i_{\text{кисл.}}$	$4,690 * 6010 = 28186,9$
$i_{\text{азота}}$	$35,267 * 5800 = 204548,6$
Итого	233893,4

Всего приход тепла составит:

$$Q_{\text{прих}} = 745195,9 + 233893,4 = 979089,3$$

Расход.

1.Теплосодержание контактных газов i_2 при 280°C определяется (i и C_p) в (кДж)

НСНО.....	$15,157 * 64,7 * 280 = 274584,3$
СНЗОН.....	$0,156 * 62,8 * 280 = 2743,1$
Н ₂ O.....	$8,906 * 14020 = 124862,1$
НСООН.....	$0,07 * 41,1 * 280 = 805,6$
СО ₂	$0,01 * 17250 = 172,5$
СО.....	$0,23 * 11930 = 2743,9$
Н ₂	$7,037 * 11670 = 82121,8$
Н ₂	$35,267 * 11820 = 417210,5$

Итого

$$i_2 = 905243,8$$

Теплопередача в котел–утилизатор определяем между приходом и расходом тепла и потерями через стенку:

$$805231,67 - 753169,3 - 5\% = 52062,47 - 5\% = 49459,3$$

Откуда

$$Q_{\text{передачи}} = 49459,3$$

Это составляет:

$$49459,3 * 100 / 805231,67 = 7,54 \% \text{ передача тепла в котел утилизатор.}$$

Определяем расход масла (m) для снятия температуры реакции определяем, используя:

$$m = 753169,3 / 0,551 * (280 - 20) = 753169,3 / 143,26 = 6318,8 \text{ кг масла на } 500 \text{ кг спирта поступающего в контактный аппарат.}$$

P.S

Теплоемкость масла рассчитана по формуле Караваева.

Таблица №4

Приход		Расход	
q.начальное теплосодержание	4826102,4	q конечное	905243,8
q1,тепловой эффект	745195,9	q приход	979089,3
		q потерь	73845,5

2.3 ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ РЕАКТОРА

1.1 Определение расчетного давления (по трубному пространству)

Расчет выполнен на основании [17]

Расчетное давление P_r в аппарате, работающем под внутренним давлением с учетом повышения давления в аппарате во время действия предохранительного устройства и гидростатического столба жидкости, определяется по следующим формулам:

(по трубному пространству)

$$P_r = P_{уст.} + \gamma * H \quad \text{при } P_r > 60 \text{ кгс см}^2$$

$$P_r = 0.9 / P_{уст.} + \Delta P_{кл} / + \gamma * H = 0.9 (3 + 0.5) = 3.15 \text{ кгс см}^2$$

Где: $P_{уст.} = 3 \text{ кгс см}^2$ - максимальное установочное давление предохранительного клапана.

$$P_{кл} = 0.5 \text{ кгс см}^2; \quad \text{при } P_r \leq 3 \text{ кгс см}^2$$

$$P_{кл} = 0.15 P_{уст.} = 0.15 * 3 = 0.45 \text{ кгс см}^2$$

$$\text{при } 3 \text{ кгс см}^2 < P_r < 60 \text{ кгс см}^2$$

$$\gamma = \text{кгс см}^2 - \text{удельный вес жидкости}$$

$$H = \text{см} - \text{высота столба жидкости}$$

Принимаем $P_r = 3.15 \text{ кгс см}^2$.

Примечание: гидростатическое давление среды учитывать при $\gamma * H > 0.05 P_{уст.}$

1.2 Определение расчетного давления (по межтрубному пространству) [17]

Расчетное давление P_r в аппарате, работающем под внутренним давлением с учетом повышения давления в аппарате во время действия предохранительного устройства и гидростатического столба жидкости, определяется по следующим формулам:

(по межтрубному пространству)

$$P_r = P_{уст.} + \gamma * H \quad \text{при } P_r > 60 \text{ кгс см}^2$$

$$P_r = 0.9 / P_{уст.} + \Delta P_{кл} / + \gamma * H = 0.9 (8 + 1.2) = 8.28 \text{ кгс см}^2$$

Где: $P_{уст.} = 8 \text{ кгс см}^2$ - максимальное установочное давление предохранительного клапана.

$P_{кл} = 0,5 \text{ кгс см}^2$; при $P_p \leq 3 \text{ кгс см}^2$

$P_{кл} = 0,15 \text{ Руст} = 0,15 * 8 = 1,2 \text{ кгс см}^2$ при $3 \text{ кгс см}^2 < P_p < 60 \text{ кгс см}^2$

$\gamma = \text{кгс см}^2$ - удельный вес жидкости

$H = \text{см}$ – высота столба жидкости

Принимаем $P_p = 8,3 \text{ кгс см}^2$.

Примечание: гидростатическое давление среды учитывать при $\gamma * H > 0,05 \text{ Руст}$.

1.3 Расчет средних температур стенок теплообменных труб и кожуха.

1.3.1 Исходные данные

Схема движения сред – противоток

Расчет выполнен на основании [1], [23], [2]

Начальная температура масла $t'1 \quad 270^\circ\text{C}$

Конечная температура масла $t''1 \quad 275^\circ\text{C}$

Начальная температура СВС $t'2 \quad 120^\circ\text{C}$

Конечная температура СВС $t''2 \quad 330^\circ\text{C}$

Количество масла, поступающего в межтрубное пространство $G = 70720 \text{ кг/час}$ ($19,64 \text{ кг/сек}$)

Удельная теплоемкость масла $c = 0,589 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C}$

Количество СВС, поступающей в реактор $G' = 7006 \text{ кг/час}$ ($1,946 \text{ кг/сек}$)

Удельная теплоемкость СВС $c' = 0,248 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C}$.

Процесс получения формальдегида идет в трубном пространстве по длине трубы в различных температурных режимах.

Поступая в трубное пространство, СВС нагревается до $t = 270^\circ\text{C}$ за счет температуры циркулирующего масла и только тогда начинается реакция каталитического окисления, которая идет с выделением тепла.

По рекомендациям фирмы «Текнинонт», максимальный подъем температуры до 450°C .

Рассматриваем следующие температурные схемы по длине трубки.

Первый участок

Второй участок

Третий участок

120 ----->270

275 <----- ($t'1$) I

450 -----> 450

($t''2$) II ←---- ($t'2$) II

450 -----> 330

($t''2$) III ←----270

1.3.2 Первый участок

1.3.2.1 Начальная температура охлаждаемой среды первого участка.

Начальная температура охлаждаемой среды (масла)	$t'1 = 281^{\circ}\text{C}$
Конечная температура охлаждаемой среды (масла)	$t''1 = 275^{\circ}\text{C}$
Начальная температура нагреваемой среды (СВС)	$t'2 = 120^{\circ}\text{C}$
Конечная температура нагреваемой среды (СВС)	$t''2 = 270^{\circ}\text{C}$

Исходя из равенства тепловых потоков, имеем уравнение:

$$G \cdot c \cdot (t'1 - t''1) = G' \cdot c' \cdot (t''2 - t'2) = 70720 \cdot 0,589 (t'1 - 275) = 7006 \cdot 0,248 (270 - 120)$$

$$t'1 = 281,256$$

1.3.2.2 Определение длины первого участка

а) Средняя температурный напор сред. первого участка[17]

Средний температурный напор:

$$\Delta t_{cp} = \Delta t = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} = \frac{115 - 11,25}{2,3 \lg \frac{155}{11,25}} = 54,87^{\circ}\text{C}$$

Температурный переход:

$$\Delta t_{\max} = t''1 - t'2 = 275 - 120 = 155^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\min} = t'1 - t''2 = 281,256 - 270 = 11,25^{\circ}\text{C}$$

Средняя температура охлаждаемой среды:

$$t_{1cp} = R (t''2 + \Delta t_{cp}) - t'1 / R - 1 = 0,0417 (270 + 54,87) - 281,25 / 0,0417 - 1 = 279,35^{\circ}\text{C}$$

Вспомогательная величина:

$$R = t'1 - t''1 / t''2 - t'2 = 281,256 - 275 / 270 - 120 = 0,00417$$

Средняя температура нагреваемой среды

$$t_{2cp} = t_{1cp} - \Delta t_{cp} = 279,35 - 54,87 = 224,48.$$

б) Уравнение теплопередачи [23]

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{cp} \text{ ккал/час;}$$

где:

$k = 112 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{час}^\circ\text{C}$ коэффициент теплопередачи.(практический)
 $n = 4125$ количество труб
 $d = 0,02 \text{ м}$ наружный диаметр труб

Тепловой поток:

$$Q = G' \cdot c' \cdot (t''_2 - t'_2) = 7006 \cdot 0,248 (270 - 120) = 260623.88 \text{ ккал/час}$$

Площадь теплообмена

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{260623,88}{11 \cdot 54,87} = 42,4 \text{ м. кв}$$

Длина трубки первого участка

$$l_1 = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot n} = \frac{42,44}{\pi \cdot 0,02 \cdot 4125} = 0,163 \text{ м}$$

1.3.2.3 Средняя температура стенок труб и кожуха теплообменника
 Расчет выполнен на основании [23]

Средняя температура охлаждаемой среды $t_{1cp} = 279,35^\circ\text{C}$

Средняя температура нагреваемой среды $t_{2cp} = 224,48^\circ\text{C}$

Средний температурный напор $\Delta t_{cp} = 54,87^\circ\text{C}$

Толщина стенки трубы $\delta = 0,002 \text{ м}$

Теплопроводность материала труб $\lambda = 16,2 \text{ ккал/м.ч.}^\circ\text{C}$

Коэффициент теплоотдачи при охлаждении $\alpha_1 = 470 \text{ ккал/м.ч.}^\circ\text{C}$

Коэффициент теплоотдачи при нагревании $\alpha_2 = 150 \text{ ккал/м.ч.}^\circ\text{C}$

Коэффициент теплопередачи:

теоретический,

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda}} = \frac{1}{\frac{1}{470} + \frac{1}{150} + \frac{0,002}{16,2}} = 112,2 \frac{\text{ккал}}{\text{м.кв.} \cdot \text{ас.град.}}$$

практический с учетом загрязнения поверхности труб:

$$K_2 = 112 \text{ ккал/м.ч.}^\circ\text{C}$$

Температура стенки трубы со стороны охлаждающей среды

$$\text{а) } t'_m = t_{1cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 279,35 - \frac{112,2}{470} \cdot 54,87 = 266,25^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } t'_m = t_{1cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 279,35 - \frac{112,2}{470} \cdot 54,87 = 266,27^\circ\text{C}$$

Температура стенки трубы со стороны нагреваемой среды

$$\text{а) } t''_m = t_{2cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 224,48 - \frac{112,2}{150} \cdot 54,87 = 265,52^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } t''_m = t_{2cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 224,48 - \frac{112,2}{150} \cdot 54,87 = 265,45^\circ\text{C}$$

Средняя температура стенки трубы

$$a) t_{cp.m} = t'_m + t''_m / 2 = 266,25 + 265,52 / 2 = 265,89^{\circ}\text{C}$$

$$б) t_{cp.m} = t'_m + t''_m / 2 = 266,27 + 265,45 / 2 = 265,86^{\circ}\text{C}$$

Средняя температура стенки кожуха (принимается равной температуре среды в межтрубном пространстве):

$$t_{cp.k} = 279,35^{\circ}\text{C} \text{ (на I участке)}$$

Перепад температур стенок и кожуха

$$a) \Delta t = t_{cp.m} - t_{cp.k} = 265,89 - 279,35 = - 13,46^{\circ}\text{C}$$

$$б) \Delta t = t_{cp.m} - t_{cp.k} = 265,86 - 279,35 = - 13,49^{\circ}\text{C}$$

Расчет теплообменника производится при перепаде температур $\Delta t = - 13,29^{\circ}\text{C}$

1.3.3 Третий участок.

1.3.3.1 Конечная температура нагреваемой среды третьего участка

Расчет выполнен на основании [23]

Начальная температура охлаждаемой среды (СВС)

$$t'_1 = 450^{\circ}\text{C}$$

Конечная температура охлаждаемой среды (СВС)

$$t''_1 = 330^{\circ}\text{C}$$

Начальная температура нагреваемой среды (масла)

$$t'_2 = 270^{\circ}\text{C}$$

Конечная температура нагреваемой среды (масла)

$$t''_2 = 275^{\circ}\text{C}$$

Исходя из равенства тепловых потоков, имеем уравнение:

$$G \cdot c \cdot (t''_2 - t'_2) = G' \cdot c' \cdot (t'_1 - t''_1) = 70720 \cdot 0,589 (t''_2 - 270) = 7006 \cdot 0,248 (450 - 330)$$

$$t''_2 = 281,256$$

1.3.3.2 Определение длины третьего участка

а) Средняя температурный напор сред. третьего участка

Средний температурный напор:

$$\Delta t_{cp} = \Delta t = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} = \frac{175 - 60}{2,3 \lg \frac{175}{60}} = 107,573^{\circ}\text{C}$$

Температурный переход:

$$\Delta t_{max} = t'_1 - t''_2 = 450 - 275 = 175^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{min} = t''_1 - t'_2 = 330 - 270 = 60^{\circ}\text{C}$$

Средняя температура охлаждаемой среды:

$$t_{1cp} = R (t''_2 + \Delta t_{cp}) - t'_1 / R - 1 = 24 (275 + 107,573) - 450 / 24 - 1 = 379,64^{\circ}\text{C}$$

Вспомогательная величина:

$$R = t'_{1} - t''_{1} / t''_{2} - t'_{2} = 450 - 330 / 275 - 270 = 24$$

Средняя температура нагреваемой среды

$$t_{2cp} = t_{1cp} - \Delta t_{cp} = 379,64 - 107,57 = 272,07^{\circ}\text{C}.$$

б) Уравнение теплопередачи

$$Q = k * F * \Delta t_{cp} \text{ ккал/час};$$

$$k = 112 \text{ ккал/м}^2 * \text{час}^{\circ}\text{C} \quad \text{коэффициент теплопередачи. (практический)}$$

$$n = 4125 \quad \text{количество труб}$$

$$d = 0,02 \text{ м} \quad \text{наружный диаметр труб}$$

Тепловой поток:

$$Q = G' \cdot c' \cdot (t''_{2} - t'_{2}) = 7006 \cdot 0,248 (450 - 330) = 208498,6 \text{ ккал/час}$$

Площадь теплообмена

$$F = \frac{Q}{k * \Delta t_{cp}} = \frac{208498,6}{112 * 107,573} = 17,3054 \text{ м}^2$$

Длина трубки третьего участка

$$L_3 = \frac{F}{\pi * d * n} = \frac{17,3054}{\pi * 0,02 * 4125} = 0,067 \text{ м}$$

1.3.3.3 Средняя температура стенок труб и кожуха теплообменника

Определение температуры стенок труб и кожуха теплообменника

Расчет выполнен на основании [23],[2]

Средняя температура стенок труб и кожуха теплообменника

Средняя температура охлаждаемой среды $t_{1cp} 379,64^{\circ}\text{C}$

Средняя температура нагреваемой среды $t_{2cp} = 272,07^{\circ}\text{C}$

Средний температурный напор $\Delta t_{cp} = 107,57^{\circ}\text{C}$

Толщина стенки трубы $\delta = 0,002 \text{ м}$

Теплопроводность материала труб $\lambda = 16,2 \text{ ккал/м.ч.}^{\circ}\text{C}$

Коэффициент теплоотдачи при охлаждении $\alpha_1 = 470 \text{ ккал/м.ч.}^{\circ}\text{C}$

Коэффициент теплоотдачи при нагревании $\alpha_2 = 150 \text{ ккал/м.ч.}^{\circ}\text{C}$

Коэффициент теплопередачи теоретический,

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda}} = \frac{1}{\frac{1}{470} + \frac{1}{150} + \frac{0,002}{16,2}} = 112,2 \frac{\text{ккал}}{\text{м.кв.} \cdot \text{ас.} \cdot \text{град.}}$$

практический с учетом загрязнения поверхности труб:

$$K_2 = 112 \text{ ккал/м.ч.}^{\circ}\text{C}$$

Температура стенки трубы со стороны охлаждающей среды

$$\text{a) } t'_m = t_{1cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 379,64 - \frac{112,2}{470} * 107,57 = 353,96^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } t'_m = t_{1cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 379,64 - \frac{112,2}{470} * 107,57 = 354,0^\circ\text{C}$$

Температура стенки трубы со стороны нагреваемой среды

$$\text{a) } t''_m = t_{2cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 272,07 - \frac{112,2}{150} * 107,57 = 352,53^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } t''_m = t_{2cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 224,48 - \frac{112,2}{150} * 107,57 = 352,39^\circ\text{C}$$

Средняя температура стенки трубы

$$\text{a) } t_{cp.m} = t'_m + t''_m / 2 = 353,96 + 352,53 / 2 = 353,24^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } t_{cp.m} = t'_m + t''_m / 2 = 354 + 352,39 / 2 = 353,195^\circ\text{C}$$

Средняя температура стенки кожуха (принимается равной температуре среды в межтрубном пространстве):

$$t_{cp.k} = 272,07^\circ\text{C} \text{ (на I участке)}$$

Перепад температур стенок и кожуха

$$\text{a) } \Delta t = t_{cp.m} - t_{cp.k} = 353,24 - 272,07 = 81,27^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } \Delta t = t_{cp.m} - t_{cp.k} = 353,195 - 272,07 = 81,13^\circ\text{C}$$

Расчет теплообменника производится при перепаде температур $\Delta t = 81,13^\circ\text{C}$

1.3.4 Второй участок.

1.3.4.1 Средняя температура сред теплообменника

Расчет выполнен на основании [23],[2]

Схема движения сред – противоток

Начальная температура охлаждаемой среды (СВС)	$t'_1 = 450^\circ\text{C}$
Конечная температура охлаждаемой среды (СВС)	$t''_1 = 450^\circ\text{C}$
Начальная температура нагреваемой среды (масла)	$t'_2 = 275^\circ\text{C}$
Конечная температура нагреваемой среды (масла)	$t''_2 = 281,256^\circ\text{C}$

1.Средняя температура охлаждающей среды:

При противотоке:

$$t_{1cp} = R(t''_2 + \Delta t_{cp}) - t'_1 / R - 1 = R(275 + 81,13) - 450 / R - 1^\circ\text{C}$$

при прямотоке:

$$t_{1cp} = R(t'_2 + \Delta t_{cp}) - t'_1 / R - 1 = ^\circ\text{C}$$

$$t_{1cp} = t'_1 = t''_1 = 450^\circ\text{C};$$

При кипении (испарении) нагреваемой среды:

$$t_{1cp} = t_{2cp} = \Delta t_{cp} =$$

Вспомогательная величина

$$R = t'_{1} - t''_{1} / t''_{2} - t'_{2} =$$

$$P = t''_{2} - t'_{2} / t'_{1} - t'_{2} =$$

2.Средний температурный напор:

При прямотоке и противотоке

$$\Delta t_{cp} = \Delta t = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{2.3 \lg \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} = \frac{175 - 168,744}{2.3 \lg \frac{175}{168,744}} = 173,25^{\circ}C$$

При смешанном потоке

$$\Delta t_{cp} = E \Delta t = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{2.3 \lg \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} = \frac{175 - 60}{2.3 \lg \frac{175}{60}} = 107,573^{\circ}C$$

Температурный перепад Δt_{max} и Δt_{min} при противотоке или смешанном токе принимается большая Δt_{max} и меньшая Δt_{min} из разностей

$$\Delta t_{min} = t'_{1} - t''_{2} = 450 - 281,256 = 168,744^{\circ}C$$

$$\Delta t_{max} = t''_{1} - t'_{2} = 450 - 275 = 175^{\circ}C$$

При прямотоке

$$\Delta t_{min} = t'_{1} - t'_{2} = 450 - 275 = 175^{\circ}C$$

$$\Delta t_{max} = t''_{1} - t''_{2} = 450 - 281,256 = 168,744^{\circ}C$$

Поправка:

$E \Delta t = f(R; P)$ (определяется по графикам),

3.Средняя температура нагреваемой среды:

$$t_{2cp} = t_{1cp} - \Delta t_{cp} = 450 - 173,25 = 276,75^{\circ}C$$

при кипении (испарении)

$$t_{2cp} = t'_{1} = t''_{2} = {}^{\circ}C$$

$$G \cdot c \cdot (t''_{2} - t'_{2}) = G' \cdot c' \cdot (t'_{1} - t''_{1}) = 70720 \cdot 0,589 (t''_{2} - 270) = 7006 \cdot 0,248 (450 - 330)$$

$$t''_{2} = 281,256$$

1.3.4.2 Средняя температура стенок труб и кожуха теплообменника

Определение средней температуры стенок труб и кожуха теплообменника
Расчет выполнен на основании [23],[2]

Средняя температура охлаждаемой среды $t_{1cp} = 450^\circ\text{C}$

Средняя температура нагреваемой среды $t_{2cp} = 276,75^\circ\text{C}$

Средний температурный напор $\Delta t_{cp} = 173,25^\circ\text{C}$

Толщина стенки трубы $\delta = 0,002 \text{ м}$

Теплопроводность материала труб $\lambda = 16,2 \text{ ккал/м.ч.}^\circ\text{C}$

Коэффициент теплоотдачи при охлаждении $\alpha_1 = 470 \text{ ккал/м.ч.}^\circ\text{C}$

Коэффициент теплоотдачи при нагревании $\alpha_2 = 150 \text{ ккал/м.ч.}^\circ\text{C}$

Коэффициент теплопередачи:

теоретический,

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda}} = \frac{1}{\frac{1}{470} + \frac{1}{150} + \frac{0,002}{16,2}} = 112,2 \frac{\text{ккал}}{\text{м.кв.} \cdot \text{ас.град.}}$$

практический с учетом загрязнения поверхности труб:

$$K_2 = 112 \text{ ккал/м.ч.}^\circ\text{C}$$

Температура стенки трубы со стороны охлаждающей среды

$$\text{а) } t'_m = t_{1cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 450 - \frac{112,2}{470} * 173,25 = 408,64^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } t'_m = t_{1cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 450 - \frac{112,2}{470} * 173,25 = 408,72^\circ\text{C}$$

Температура стенки трубы со стороны нагреваемой среды

$$\text{а) } t''_m = t_{2cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 276,25 - \frac{112,2}{150} * 173,25 = 406,34^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } t''_m = t_{2cp} - \frac{k_1}{\alpha_1} \Delta t_{cp} = 276,75 - \frac{112,2}{150} * 173,25 = 406,11^\circ\text{C}$$

Средняя температура стенки трубы

$$\text{а) } t_{cp.m} = t'_m + t''_m / 2 = 408,64 + 406,34 / 2 = 407,49^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } t_{cp.m} = t'_m + t''_m / 2 = 408,72 + 406,11 / 2 = 407,415^\circ\text{C}$$

Средняя температура стенки кожуха (принимается равной температуре среды в межтрубном пространстве):

$$t_{cp.k} = 276,75^\circ\text{C} \text{ (на I участке)}$$

Перепад температур стенок и кожуха

$$\text{а) } \Delta t = t_{cp.m} - t_{cp.k} = 407,49 - 276,75 = 130,74^\circ\text{C}$$

$$\text{б) } \Delta t = t_{cp.m} - t_{cp.k} = 407,415 - 276,75 = 130,66^\circ\text{C}$$

Расчет теплообменника производится при перепаде температур $\Delta t = 130,66^\circ\text{C}$

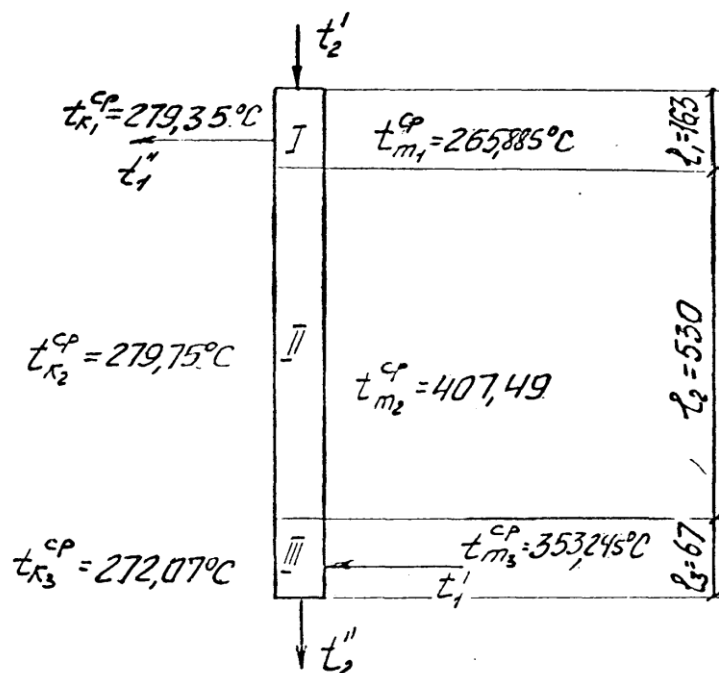
Техническая характеристика:

Реактор предназначен для каталитического окисления метанола в формальдегид

Таблица №5

В межтрубном пространстве		В трубном пространстве	
Давление	МПа (кгс см ²)		
рабочее	0,7 7,0	0,1 1,0	
расчетное	0,83 8,3	0,315 3,15	
Температура,	°С		
рабочая вход	+ 270-295	вход	+120
выход	+ 275-305	выход	+ 330
расчетная	+ 330		+ 350
кипения жидкости при Р = 0,7 кгс см ²			
выкипает при	+ 330-515		
Среда:			
класс опасности	3		3
Состав:	масло АМТ – 300	На входе: N ₂ = 79.04, O ₂ = 10.15, H ₂ O = 2.03, CH ₃ OH = 7.34, CH ₂ O = 0.06, CO = 1.08, CO ₂ = 0.24, CH ₃ OCH ₃ =0.06 На выходе: N ₂ = 79.04, O ₂ = 6.48, H ₂ O = 6.14, CH ₃ OH = 0.38, CH ₂ O = 6.19, CO = 1.38, CO ₂ = 0.31, HCOOH = 0.01, H ₃ OCH ₃ =0.08	
Токсичность	да	Да	
Коррозионность	нет	Да	
Взрывоопасность	нет	Да	
Пожароопасность	да	Да	
Электростатичность	да	Да	
Емкость	V = 0,94 м ³	Емкость V = 4,53 м ³	
Поверхность теплообмена	F =200 м ²	Поверхность теплообмена F =200 м ²	
Габаритные размеры:	2580 x 2580	x 4030 мм	
Масса в рабочем состоянии:		9500 кг	
Срок службы аппарата		15 лет	

5.3.5 Расчетная схема температур труб и кожуха



Средняя температура стенки кожуха (для выбора компенсатора).

$$t_{k, cp} = \frac{t_{k1, cp} \cdot l_1 + t_{k2, cp} \cdot l_2 + t_{k3, cp} \cdot l_3}{L} = \frac{279,35 \cdot 163 + 276,75 \cdot 530 + 272,07 \cdot 67}{760} = 276,895^{\circ}C$$

Средняя температура стенки трубы (для выбора компенсатора).

$$t_{m, cp} = \frac{t_{m1, cp} \cdot l_1 + t_{m2, cp} \cdot l_2 + t_{m3, cp} \cdot l_3}{L} = \frac{265,885 \cdot 163 + 407,49 \cdot 530 + 353,245 \cdot 67}{760} = 372,337^{\circ}C$$

Расчет теплообменника производится при перепаде температур.

$$\Delta t = t_{cp.m} - t_{cp.k} = 372,337 - 276,895 = 95,442^{\circ}C$$

Расчетная температура кожуха для расчета на механическую прочность принимается равной $+330^{\circ}$, из условия максимальной температуры масла ($+312^{\circ}C$) для режима: $+295^{\circ}C$ (на входе) и $+305^{\circ}C$ (на выходе).

2.4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Расчёт себестоимости 1 тонны продукции

Таблица №6

Себестоимость тонны продукции

Наименование	Базовый, руб	Проектный, руб.
Сырьё, материалы, энергоносители	9232,63	8278,03
Основная заработная плата	150,43	150,43
Дополнительная заработная плата	69,58	69,58
Отчисления на социальное страх.	86,9	86,9
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	76,25	73,44
Цеховые расходы	175,1	175,1
Полная себестоимость.	9788,08	8836,29

Чистая ожидаемая прибыль

$$\text{ПРОж} = (\text{ц} - \text{с}) * \text{М} = (9788,08 - 8836,29) * 25000 = 1312,62 * 6000 = 23794750 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль:

$$\text{Н}_{\text{пр}} = \text{ПРОж} * \text{К}_{\text{нал}} / 100 = 23794750 * 32 / 100 = 7614320 \text{ руб., где}$$

$\text{К}_{\text{нал}}$ – процент налога на прибыль, 32 %.

Общая текущая стоимость доходов (чистой прибыли) в течении принятого горизонта расчета определяется по формуле:

t

$$\text{Д}_{\text{общ}} = \text{Пр}_{\text{чист.общ}} = \sum \text{Пр}_{\text{чист}} * a_t = 23794750 * 0,956 = 22747781 \text{ руб.}$$

Чистый дисконтный доход (ЧДД) или интегральный экономический эффект составит:

$$\text{ЧДД} = \mathcal{E}_{\text{инт}} = D_{\text{общ}} - K_{\text{общ.пр.}} = 23794750 - 22747781 = 1046969 \text{ руб.}$$

Так как чистый дисконтный доход больше нуля, то данный проект эффективен.

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{\text{ок.}} = D_{\text{общ.}} / \text{ЧДД} = 22747781 / 1046969 = 15 \text{ месяцев.}$$

2.5 ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Таблица №7

Номер позиции и по схеме	Наименование оборудования	Кол- во	Материал , способ защиты	Техническая характеристика
1	2	3	4	5
Характеристика реакторного и колонного оборудования				
1/2К-8	Испарительная колонна	1	12Х18Н10Т	Объем 9,3 м ³ . Диаметр 1400 мм Высота 8050 мм. Число тарелок 1 шт. Объем насадки 4,07 м ³ Давление рабочее 0,7 кгс/см ² . Температура 80-183 °С Среда: газозоодушная смесь, метанол.
1/2Р-10	Реактор	1	Трубки и крышки 12Х18Н10Т корпус-углерод. Сталь	Диаметр 1800 мм. Диаметр трубок 20х2 мм. Длина трубок 900 мм Поверхность теплообмена 198,8 м ² Давление: Рабочее в трубном пространстве 0.7 кгс/см ² В межтрубном пространстве до 7 кгс/см ² . Температура в трубном пространстве 140-350 °С; в межтрубном пространстве 270-310 °С. Среда в трубном пространстве реакционные газы, в межтрубном пространстве масло диатермическое.
1/2К-31	Колонна абсорбции	2	Корпус 1К-8 2-х слойный 3сп5+12Х18Н10Т 2К-8-12Х18Н10Т	Объем 39,2 м ³ . Диаметр 1400 мм Высота 28250 мм. Число тарелок 11 шт. Объем насадки 13,84 м ³ Давление 0,07 кгс/см ² Р расч=10 кг/см ² Температура 160-180 °С

				Среда реакционные газы, КФС (КФК)
T-47	Дожигатель	1	15XM 12X18H1 0T 08X13	Поверхность теплообмена 81 м ² . Диаметр 800/600 мм. Высота 6570 мм. Объем насадки 59 л. Длина трубчатки 4000 мм Трубки 25х2 мм. Количество трубок 259 шт. Давление рабочее: в трубном пространстве до 0,4 кгс/см ² , в межтрубном пространстве 0,4 кгс/см ² Температура: в трубном пространстве 250÷600 °С; в межтрубном пространстве 47÷300 °С Среда: отходящие газы,
Характеристика компрессоров, насосов и вентиляторов.				
1/2М-6	Газодувка	3	8ТГ-80- 1,8	Производительность 6000 м ³ /ч Давление всаса – атмосферное Давление нагнетания: 0,77 кгс/см ² Температура на всасе: 23-25 °С Среда: рециркуляционные газы Комплектно поставляются: Электродвигатель АО 2-280/2 мощность 200 кВт напряжение 380 В число оборотов 3000 об/мин
H-2	Насос центробежный герметичный для подачи метанола	1 1	Сталь углеродная	Производительность 8 м ³ /ч Напор 53 м вод. ст. Среда: Метанол Температура среды: -20+27 °С

	Марка 1,5 ХГ-3-2,8-5/1,5 ХГ-6Х3К-2,8-2			
Н-12	Насос центробежный для подачи масла НК 65/85-125-В1М СДТ-3	3	Сталь углеродистая	Производительность 70 м ³ /ч Напор 140 м вод. ст. Среда масло АМТ 300Т Температура 290 °С
Н-17	Насос шестеренчатый для подачи масла Ш5-25-3,6/4	1	Сталь углерод.	Производительность 3,6 м ³ /ч. Напор: 4 кгс/см ² . Среда масло АМТ 300Т
Н-23	Насос плунжерный для подачи воды НР-1,6/25 С1а	2	Сталь 20	Производительность 1,6 м ³ /ч. Напор 250 м вод ст. Среда; деминерализованная вода $\gamma = 992 \text{ кг/м}^3$. Температура среды 90 °С
Н-28	Насос центробежный для подачи раствора карбамида Х50-32-160-СД	2	Сталь 20	Производительность 6,3 м ³ /ч Напор 4 кгс/см ² . Среда раствор карбамида $\gamma = 1160 \text{ кг/м}^3$
Н-30	Насос центробежный для подачи раствора карбамида АХ-40-25-160Т1-СД АХ50-32-160Т1-СД	1 1	Сталь 10Х21Н5ТА	Производительность 6,3(12,5) м ³ /ч. Напор 32 м вод ст. Среда раствор карбамида $\gamma = 1160 \text{ кг/м}^3$ Температура среды 55 °С
1/2Н-32	Насос центробежный для подачи раствора КФС: Х100-80-160 Х80-65-160	2 2	10Х21Н5ТА	Производительность 100 (50) м ³ /ч. Напор 32 м вод. ст. Среда раствор КФС , $\gamma = 1300 \text{ кг/м}^3$. Температура среды 71 °С

Н-35	Насос дозировочный для подачи щелочи НД 1,0-10/100 К14	5	20x13	Производительность 10 л/ч. Напор 100 кгс/см ² . Среда раствор щелочи. $\gamma = 1219 \text{ кг/м}^3$ Температура среды 20 °С
Н-36	Насос центробежный для подачи щелочи АХ-50-32-160-СД / АХ-40-25-160-СД	1 1	Сталь углерод.	Производительность 12,5 (6,3) м ³ /ч Напор 32 м вод. ст. Среда раствор щелочи $\gamma = 1219 \text{ кг/м}^3$ с температурой не менее 40 °С мощность 4 (5,5) кВт.
Н-43	Насос центробежный для подачи горячей воды КМ80-50-200	2	Серый чугун	Производительность 50 м ³ /ч Напор 50 м вод. ст. Среда горячая вода, $\gamma = 995 \text{ кг/м}^3$ Температура среды 60-90 °С. мощность Эл. дв. 15 кВт
1/2Н-50	Насос центробежный для подачи КФС Х 45/31-К1-СД / Х-80-50-250а-К-55	2 2	10Х21Н5 ТЛ	Производительность 50 м ³ /ч Напор 32 /67м вод ст Среда формальдегид 37 %, Карбамид 18 %, Вода 45 %, $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$ Температура среды 51 °С
1/2Н-51	Насос центробежный для подачи КФС Х80÷50-200К-СД /	4	10Х21Н5 ТЛ	Производительность 50 м ³ /ч Напор 50/67 м вод. ст. Среда Санитарный раствор: формальдегид 0,7 %, Метанол 0,7 %. Температура среды 40 °С
Н-61 _{1,2,3,4}	Насос центробежный для подачи КФС ХЕ-80-50-200К-55У	4	10Х21Н5 ТЛ	Производительность 50м ³ /ч Напор 50 м вод. .ст. Среда формальдегид 59,5 %, Карбамид 23,5 %, Вода 20 %, $\gamma = 1300 \text{ кг/м}^3$. Температура среды 30 °С
Н-65	Насос передвижной для подачи сточных вод	3	Чугун	Производительность 36,4 м ³ /ч Напор 15,9 м ст. в. Среда сточные воды, $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$

	НЦС-3.			Температура среды 10-30 °С
1/2В-46	Вентилятор центробежный ВР6-13-6,3ПВ4-	4	Чугун	Производительность 1500-3400 м ³ /ч Давление нагнетания 6650-4300 Па. Температура 55 °С Среда: отходящие газы
Н-104	Водокольцевой вакуум-насос ВВН1-3	1	Сталь углерод.	Производительность 3,2 м ³ /ч. Вакуум 70 %. Среда: вода, воздух. Температура 16÷18 °С
Н-63	Насос центробежный для подачи КФС ХЕ-80-50-200К-55У	1	10Х21Н5ТЛ	Производительность 50 м ³ /ч. Напор 50 м вод.ст. Среда формальдегид 59,5 %, Карбамид 23,5 %, Вода 20%, $\gamma = 1300 \text{ кг/м}^3$ Температура среды 30 °С
Характеристика теплообменного оборудования.				
1/2Т-7	Подогреватель метанола кожухотрубчатый	2	Сталь 16ГС (Х18Н10Т)	Поверхность теплообмена 3,97/3 м ² Диаметр 273 мм. Диаметр трубок – 25х2 (20х2) мм. Длина трубчатки 1000 мм. Давление рабочее: в трубном пространстве 0,5 кгс/см ² ; в межтрубном пространстве 3,5 кгс/см ² . Температура: в трубном пространстве 29÷+65 °С в межтрубном пространстве 143 °С; Среда: в трубном пространстве – метанол, в межтрубном пространстве – пар, конденсат.
1Т-9 ₁	Теплообменник кожухотрубчатый	1	12Х18Н10Т	Поверхность теплообмена 75м ² . Диаметр 600 мм. Длина труб 4000 мм. Диаметр трубок – 25х2 мм Давление рабочее: в трубном пространстве 0,35 кгс/см ² в межтрубном пространстве 0,3-1,0 кгс/см ²

				Температура: в трубном пространстве 325÷180 °С в межтрубном пространстве 180 °С Среда: в трубном пространстве – реакционные газы, в межтрубном пространстве – Газовоздушная смесь.
1Т-9 ₂	Теплообменник кожухотрубчатый	1	12Х18Н10Т	Поверхность теплообмена 61 м ² . Диаметр 600 мм Диаметр трубки 25х2 мм Длина труб 3000 мм Давление рабочее: в трубном пространстве 0,351 кгс/см ² в межтрубном пространстве 0,3-1,0 кгс/см ² . Температура: в трубном пространстве 325÷180 °С, в межтрубном пространстве ÷225 °С Среда: в трубном пространстве – реакционные газы, в межтрубном пространстве – Газовоздушная смесь.
2Т-9 ₁	Теплообменник кожухотрубчатый	1	12Х18Н10Т	Поверхность теплообмена 75м ² . Диаметр 800 мм. Длина труб 2000 мм Диаметр трубок – 25х2 мм Давление рабочее: в трубном пространстве 0,7 кгс/см ² , в межтрубном пространстве 0,7 кгс/см ² . Температура: в трубном пространстве 300÷180 °С в межтрубном пространстве 100÷170°С. Среда: в трубном пространстве – реакционные газы, в межтрубном пространстве – Газовоздушная смесь.
1/2Т-9 ₃	Теплообменник кожухотрубчатый	1	08Х22Н67	Поверхность теплообмена 40,9 м ² . Диаметр 600 мм Диаметр трубок 25х2 мм, кол-во 270 шт. Длина труб

				2000 мм Давление рабочее: в трубном пространстве $0,7 \text{ кгс/см}^2$ в межтрубном пространстве 7 кгс/см^2. Температура: в трубном пространстве $110 \div 140^\circ\text{C}$, в межтрубном пространстве 220°C. Среда: в трубном пространстве – спиртовоздушная смесь, в межтрубном пространстве – пар.
1/2Т-49	Теплообменник кожухотрубчатый	1	08Х22Н6Г	Поверхность теплообмена $40,9 \text{ м}^2$. Диаметр 600 мм. Диаметр трубок $25 \times 2 \text{ мм}$. Длина трубчатки 2000 мм. Давление рабочее: в трубном пространстве $2\text{--}33 \text{ кг/см}^2$, в межтрубном пространстве 7 кгс/см^2. Температура: в трубном пространстве $55 \div 130^\circ\text{C}$, в межтрубном пространстве $120 \div 140^\circ\text{C}$. Среда: в трубном пространстве – отходящие газы, в межтрубном пространстве – пар $3,5 \text{ кг/см}^2$.
1/2Т-11	Котел-утилизатор	1	Вст.3сп5	Поверхность теплообмена 38 м^2. Диаметр 800 мм. Диаметр трубок $25 \times 2,5 \text{ мм}$. Длина трубок 8200 мм. Давление рабочее: в трубном пространстве до 10 кгс/см^2, в межтрубном пространстве не более 21 кгс/см^2. Температура: в трубном пространстве $\div 300^\circ\text{C}$, в межтрубном пространстве $\div 220^\circ\text{C}$. Среда: в трубном пространстве – масло

				диатермическое, в межтрубном пространстве – пар. конденсат
X-20	Электроподогреватель 2-х секционный	1	Сталь углерод.	Тепловая производительность 230000 ккал/ч. Общее количество нагревательных элементов 168 шт. Общая емкость 1 м ³ Диаметр каждой секции 800мм. Общая мощность 336 квт. Напряжение 380 в. Среда: диатермическое масло Давление рабочее: не более 10,0 кгс/см ² . Температура: ÷290 °С
1/2Т-33	Теплообменник пластинчатый М 10 – MFM	1 1	12Х18Н10 Т, 12Х18Н10 Т	Поверхность теплообмена – 22,4 м ² . Габариты: 1084 x 470 x 1445 мм. Количество пластин – 32 шт, в т.ч. рабочих пластин – 30 шт. Рабочая среда (охлаждаемая): карбамидоформальдегидный концентрат, охлаждающая среда – вода обратная. Давление рабочее- 5 кгс/см ² : Температура, °С: охлаждающей среды 28-35; охлаждаемой среды 71-65.
1/2Т-34	Теплообменник пластинчатый М 15 – BFM8	1 1	12Х18Н10 Т, 12Х18Н10 Т	Поверхность теплообмена – 52,7м ² . Габариты: 1450 x 610 x 1885 мм. Количество пластин – 171 шт., в т.ч. Рабочих пластин – 169 шт. Среда Санитарный раствор
2Т-34	Теплообменник пластинчатый	1	12Х18Н10 Т	Поверхность теплообмена – 35,7 м ² . Габариты: 400 x 1550 x 993 мм. Количество пластин – 121 шт., в т.ч. Рабочих пластин – 117 шт. Среда Санитарный раствор
1/2Т-54	Теплообменник	1	12Х18Н10	Поверхность теплообмена –

	к пластинчатый М 10 – MFM	1	Т, 12X18Н10 Т	22,4 м ² . Габариты: 1084 x 470 x 1445 мм. Количество пластин – 32 шт, в т.ч. рабочих пластин – 30 шт. Количество ходов – 1. Рабочая среда (охлаждаемая): карбамидо-формальдегидный концентрат, охлаждающая – вода оборотная. Давление рабочее, кгс/см ² : охлаждаемой среды – 5,0; охлаждающей среды – 5,0. Температура, °С: охлаждающей среды 28-35; охлаждаемой среды 56-54.
1/2Т-57	Теплообменник к пластинчатый М 6 – MFM	1 1	12X18Н10 Т, 12X18Н10 Т	Поверхность теплообмена – 1,4 м ² . Габариты: 625 x 320 x 920 мм. Количество пластин – 16 шт, в т.ч. рабочих пластин – 4 шт. Рабочая среда (охлаждаемая): карбамидоформальдегидный концентрат, охлаждающая среда – вода оборотная. Давление рабочее, кгс/см ² : охлаждаемой среды – 5,0; охлаждающей среды – 5,0. Температура, °С: охлаждающей среды 28-35; охлаждаемой среды 70-40.
Т-72	Конденсатор вторичного пара	1	Вст3сп5	$S_{т/о} = 17 \text{ м}^2$. Д = 400 мм, Дтр = 24x2 мм, l = 2000 мм. Давление: в трубном пространстве 4 кгс/см ² , в межтрубном – атмосферное
Емкостное оборудование				
Е-1 _{1,2}	Емкость для метанола ВЭЭ1-1-25-0,6	2	09Г2с	V=25 м ³ , Д=2400 мм, Н=7120 мм. Давление – 200 мм. вод. ст. Температура окружающей среды. Среда – метанол
Е-4	Мерник для метанола	1	Вст3сп5	Объем – 0,63 м ³ , диаметр – 800 мм, высота – 2090 мм. Давление –

				200 мм. вод. ст. Среда – метанол
Е-13	Сборник	1	Вст.3сп5	Объем: 3,2 м ³ . Диаметр 1400 мм. Высота 3070 мм. Среда: диатермическое масло Давление рабочее 2,5 кгс/см ² . Температура 290°C
Е-14	Гидрозатвор для азотного дыхания емкостей метанола	1	Вст3сп5	Объем – 0,5 м ³ , диаметр – 800 мм, высота – 1337 мм. Давление – атмосферное. Среда – раствор метанола
Е-16	Емкость диатермического масла с встроенным подогревателем	1	Вст.3сп5	Объем: 10 м ³ . Диаметр 2200 мм. Длина 4180мм. Поверхность теплообмена 10,5 м ² . Среда: В аппарате – диатермическое масло, в подогревателе – пар. конденсат Температура: В аппарате 50÷60°C, в подогревателе 143°C Давление: В аппарате 1,5 кгс/см ² , в подогревателе 3 кгс/см ²
Е-18	Мерник МВ-6/0,63	1	Вст.3сп5	Объем: 630 л. Диаметр 800 мм. Высота 2090 мм. Давление рабочее атмосферное. Температура +290°C. Среда: масло диатермическое
1Е-21	Сепаратор циркуляционных газов	2	10X17Н13 М2Т	V = 6,7 м ³ , Д = 1800 мм, Н = 4160мм Температура 40°C. Давление 600 мм. вод. ст. Среда циркуляционные газы.
2Е-21	Сепаратор циркуляционных газов	2	12X18Н10 Т	V = 2 м ³ , Д = 800 мм, Н = 2400 мм Температура 40 °C. Давление 600 мм. вод. ст. Среда циркуляционные газы.
Е-25	Емкость для	1	12X18Н10Т	Д = 2000 мм, L = 5750 мм,

	растворения карбамида с погружным насосом			$V = 16 \text{ м}^3$. Среда: раствор карбамида. Температура 60-70 °С. Насос погружной АХП-20/31-К-СД-VI. Производительность 20 $\text{м}^3/\text{час}$. Напор 31 м. вод. ст. Электродвигатель 4А112М2, мощность 7,5 кВт, напряжение 380 вольт, 2900 об/мин.
Е-27	Сборник раствора карбамида с подогревателем ВПП	1	09Г2С÷08Х13 08Х18Г8Н 2Т	Объем: 16 м^3. Диаметр 2400 мм. Высота 3905 мм. Поверхность теплообмена 3 м^2. Давление рабочее: В аппарате - атмосферное, в змеевике – 3,5 кгс/см^2. Температура: В аппарате 70 °С, в змеевике 147 °С. Среда: в аппарате 50÷65 % раствор карбамида, в змеевике – водяной пар
Е-29	Сборник раствора карбамида с подогревателем	1	Вст.3сп5÷08Х13 08Х18Г8Н 2Т	Объем: 10 м^3. Диаметр 2400 мм. Высота 2505 мм. Поверхность теплообмена 3 м^2. Давление рабочее: В аппарате - атмосферное, в змеевике – не более 3,5 кгс/см^2. Температура: В аппарате 50÷55 °С, в змеевике до 147 °С. Среда: В аппарате 50--65% раствор карбамида. В змеевике – водяной пар
Е-37	Емкость для приема и разбавления щелочи с рубашкой ВЭЭ-1-10	1	Вст3сп5	Объем – 10 м^3, диаметр – 2200 мм, высота – 4030 мм. Имеет рубашку для обогрева. $S_{\text{т/о}} = 17,5 \text{ м}^2$. Давление в рубашке – 3 кгс/см^2, давление в емкости – атмосферное. Температура в емкости – 60 °С, в рубашке – 60-90 °С.

				Среда: в емкости –5-47 % раствор щелочи, в рубашке – горячая вода
Е-38	Напорный бак для щелочи с рубашкой	1	Сталь углерод.	Объем: 630 л. Диаметр 800 мм. Высота 2145 мм. Поверхность теплообмена 2,8 м ² . Давление рабочее: В аппарате - атмосферное В рубашке – 3 кгс/см ² Температура: В аппарате 20 °С, в рубашке 60 °С Среда: В аппарате 5-10 % раствор щелочи, в рубашке – вода
Е-40	Сборник горячей воды с подогревателем ВПП	1	Вст3сп5	V = 10 м ³ , Д = 2400 мм, Н = 2505 мм. Температура 60-90 °С. Давление – атмосферное. Среда – горячая вода.
Е-41	Сборник дренажный (ГКК-1) для раствора карбамида, КФС, щелочи с погруженным насосом	1	Вст3сп5 + 08Х13	V = 10 м ³ , Д = 2000 мм, Н = 3950 мм. Температура – 20-30 °С. Среда – дренажные воды. Насос погружной АХП-20/31-К-СД-У1. Производительность 20 м ³ /час. Напор 31 м. вод. ст. Электродвигатель 4А112М2, мощность 7,5 кВт, напряжение 380 вольт, 2900 об/мин.
Е-42	Ресивер азота	1	Сталь 16ГС	V = 32 м ³ , Д = 2400 мм, Н = 8410 мм Температура -29–+27 °С. Давление – 6 кгс/см ² . Среда – азот
Е-48	Гидрозатвор с рубашкой	1	Вст.3сп5	Объем: 0,25 м ³ . Диаметр 600 мм. Высота 1186 мм. Поверхность теплообмена 1,4 м ² . Давление рабочее: В аппарате - атмосферное, в

				рубашке – н/б 3,5 кгс/см ² Температура: В аппарате 40 °С, в рубашке 143 °С Среда: В аппарате вода со следами органики В рубашке – водяной пар
Е-56	Сатуратор	1	Вст.3сп5	Объем: 0,4 м ³ . Диаметр 700 мм Высота 1860 мм. Давление рабочее до 4 кгс/см ² . Температура 151 °С Среда: пар водяной.
Е-60 _{1,2,3,4}	Емкость промежуточного хранения КФК	4	Сталь 12Х18Н10Т	Д = 2800 мм, L = 9000 мм, V = 63 м ³ . Среда: карбамидоформальдегидный концентрат, температура 40 °С.
Е-60 _{5,6}	Емкость промежуточного хранения КФК	2	Сталь 12Х18Н10Т	Д = 3000 мм, L = 12040 мм, V = 80 м ³ . Среда: карбамидоформальдегидный концентрат, температура 40 °С. Емкость теплоизолируется
Е-63	Ресивер воздуха КИП ВЭЭ-80-1У-01	1	Сталь 16ГС	V = 80 м ³ , Д = 3000 мм, Н = 12540 мм. Температура -29 – +27 °С. Давление – 6 кгс/см ² . Среда – воздух.
Е-69	Сборник конденсата	1	Вст3сп5	V = 10 м ³ , Д = 2400 мм, Н = 2505 мм. Температура 114 °С. Давление – атмосферное. Среда – конденсат.
Е-105 _{1,2}	Вакуум-сборник	2	Вст.3сп5	Объем: 3,2 м ³ Диаметр 1600 мм Высота 2635 мм. Температура 20°С. Давление 6 кгс/см ² . Среда – КФК
Фильтры				
1/2Ф-9 _{1,2}	Фильтр сетчатый	4	12Х18Н10Т	Объем: 0,028 м ³ . Диаметр 273х8 мм
1/2Ф-52 _{1,2}	Для КФК	4		Высота 770 мм. Поверхность фильтрации 0,14 м ²
Ф-				Давление – 2 кгс/см ² .

75 _{1,2,3,4}				Температура 40- 70°C. Среда - КФС.
1/2Ф-53 _{1,2}	Фильтр сетчатый Для сан. раствора	4	12X18H10T	Объем: 0,028 м ³ . Диаметр 273х8 мм Высота 770 мм. Поверхность фильтрации 0,14 м ² . Давление - 3 кгс/см ² Температура 70 °С. Среда – Санитарный раствор
Ф-55 Ф-74	Фильтр сетчатый Для щелочи	5	Вст.3сп5	Объем: 0,028 м ³ . Диаметр 273х8 мм Высота 770 мм. Поверхность фильтрации 0,14 м ² Давление рабочее – 0,5 кгс/см ² . Температура 20 °С. Среда – раствор щелочи 5-46 %.
Ф-3а Ф-3 _{1,2}	Фильтр сетчатый ФС-1-80-16-11-2 Для метанола	3	Сталь 20	Объем: 0,028 м ³ Диаметр 273х8 мм Высота 770 мм. Поверхность фильтрации 0,14 м ² . Давление - 5,3 кгс/см ² . Температура -29÷+27,1 °С. Среда – метанол.
Фильтр сетчатый Для конденсата	5	Вст.3сп5	Объем: 0,028 м ³ . Диаметр 273х8 мм. Высота 770 мм. Поверхность фильтрации 0,14 м ² Давление рабочее - 3 кгс/см ² . Температура 90 °С. Среда – паровой конденсат	
Фильтр сетчатый	5	Вст.3сп5	Объем: 0,028 м ³ . Диаметр	

Для масла			273x8 мм. Высота 770 мм. Поверхност ь фильтрации 0,14 м ² Давление рабочее - 3 кгс/см ² . Температур а 90°C. Среда – диатермиче ское масло.	
--------------	--	--	---	--

3.ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА НА УСТАНОВКЕ
3.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТОВ ПО ОГНЕВЗРЫВООПАСНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ

Таблица №8

№	Наименование сырья, полупродуктов, то-варной продукции, отходов производства	Класс опасности	Агрегатное состояние при н.у.	Плотность паров (газа) по воздуху	Удельный вес твердых и жидких веществ, г/см ³	Массовая доля растворимости в воде, %	Воспламенение или взрывоопасность при воздействии		Температура, оС			
							Воды	Кислой среды	Кипения	Плавления	Самовоспламенения	Воспламенения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Метанол технический ГОСТ 2222-95	3	жид	-	0,791-0,792	100	нет	нет	64,0-65,5	- 97,68	440	13
2	Карбамид ГОСТ 2081-92	3	тв	-	Насып. вес гранул 0,7-0,8	51,83	нет	нет	-	132,7	715	220

3	Ароматизированное масло-теплоноситель АМТ-300Т или АМТ-300У	-	жид	-	АМТ-300Т 0,995-1,040 АМТ-300У 0,965-1,060	Не растворимо	нет	нет	-	- 23	325 375	Не ниже 225
4	Катализатор железомолибденовый	3	тв	-		Не растворим	нет	нет	Негорюч, непожароопасен			
5	Катализатор платиновый VOCat 300 S	-	л	-	удельный вес 550-600 г/л	Не растворим	нет	нет	Негорюч, непожароопасен			

6	Натр едкий технический, 42 % раствор	-	жид	-	-	100	нет	нет	Негорюч, непожароопасен			
7	Азот ГОСТ 9293-74	-	газ	0,97	-	1,655 г в 100 г воды	нет	нет	Негорюч, непожароопасен			
8	Формальдегид	-	газ	1,1	-	Хор.	нет	нет	- 21	- 92	430	-
9	Карбамидо- формальдегидн ый концентрат	-	жид	-	1,3	Не растворима	нет	нет	-	-	406	148

№ продукта	Температура, °С		Пределы воспламенения					ПДК или ОБУ В возд. раб. помещ., мг/м ³	Характеристика токсичности (воздействие на организм человека)
	Вспыш ки	Начала экзотерми- ческого разложени я	Объемная концентрация, % .		Температурные, °С		Аэровзвеси, г/м ³ , дисперс		
			Нижни й	Верхний	Нижни й	Верхни й	Нижний		
1	6		6,98	35,5	5	39		5	Сильный, преимущественно нервный

									яд, поражает зрительный нерв и сетчатку глаза. Пары раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. Прием 30 г метанола приводит к смерти
2	В производстве КФС и КФК применяется в виде 64 % раствора, который не горюч и не взрывоопасен							10	Длительное вдыхание пыли карбами-да в концентрациях, превышающих ПДК, приводит к развитию хронического воспаления слизистой оболочки бронхов и трахеи, изменению функции печени и почек. Раствор вызывает раздражение кожи.

3					171	215	25	5 Масляный туман	Масло нетоксично
4	Не воспламеняется							4 Пыль катализатора	Токсичность железомолибденового катализатора обусловлена присутствием оксидов железа и молибдена. Оксид молибдена откладывается в костях, почках, печени
5	Не воспламеняется							ПДК для катализаторной пыли установлена по компонентам, входящим в его состав, оксиды: Алюминия - 2,0	Катализаторная пыль вызывает раздражение слизистых оболочек органов дыхания, глаз, аллергические дерматиты.

6	Не воспламеняется	0,5 Аэрозоль	Прозрачная или слегка мутноватая жидкость. Раствор едкого натра является токсичной жидкостью, действует обжигающе на животные и растительные ткани
---	-------------------	-----------------	--

7	Не воспламеняется							Физиологически инертный газ. При высоких концентрациях в воздухе вызывает удушье вследствие уменьшения парциального давления кислорода. Особенно опасными являются сосуды, аппараты и закрытые помещения, где проводилась или проводится продувка азотом или имеются его утечки
8			13	39	62	80	0,5	Формальдегид сильно раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, вызывает ломкость ногтей и

									болезненность ногтевого ложе, боли в кончиках пальцев, пузырьчатые высыпания на коже, крапивницу по всему телу, уменьшение потоотделения
9	110							0,5 По формальдегиду	При н.у. прозрачная вязкая жидкость с резким раздражающим запахом формальдегида. Пары раздражают слизистые оболочки глаз, дыхатель-ных путей. При попадании на кожу вызывает её раздражение

3.2 ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫЕ И ТОКСИЧНЫЕ СВОЙСТВА СЫРЬЯ, ПОЛУПРОДУКЦИИ, ГОТОВОГО ПРОДУКТА И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Таблица №9

Наименование	Общая Характеристика	Температура, °С			Пределы взрыво-опасности		Вредные свойства (характер действия на организм)	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
		Вспышки	Воспла-менения	Самовосп-ламенение	Нижн.	Верх.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Метанол-яд,	Бесцветная, прозрачная жидкость, по вкусу и запаху напоминающая этиловый спирт. Удельный вес 0,791-0,792 г/см ³ . Смешивается с водой во всех Соотношениях, растворим в спиртах. Легко воспламеним.	8	13	440	6,7	34,7	Сильнодействующий яд. Вызывает поражение центральной нервной и сосудистой систем. При приеме во внутрь- 30 г. вызывает тяжелое отравление, сопровождающееся слепотой, может быть вызвано 5 -10 г. Действие паров метанола вызывает	5

							раздражение слизистых оболочек глаз. Метанол может проникать в организм через неповрежденную кожу. Относится к 3- ему классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76	
Масло тепло- носитель АМТ 300Т АМТ 300У	Горючая жидкость В закрытом тигле В открытом тигле	189 196	Не ниже 225	325 375	171 215 (темпера- турный предел воспла менения)		Не токсично	5 Концен т- рация тумана масла 5
Катализа тор железо молибден овый	Поставка фирмы «PERTSTORP» Негорюч непожароопасен						Токсичность катализатора обусловлена присутствием оксидов железа и молибдена. Оксид молибдена откалывается в костях,почках,печени.	4 (пыль катализ атора)
Оксид углерода СО	Взрывоопасный горючий газ	-	590	610	12,5	74	Токсичное вещество, вызывает кислородное голодание, приводящее к удушью.	20

Двуокись углерода CO ₂ - газ	Инертный газ						Не ядовит, обладает наркотическим, а также удушающим действием, вследствие недостатка кислорода	
Азот сжатый	Инертный газ						Физиологически инертный газ вызывает удушье, при недостатке кислорода в воздухе.	
Масло индустриальное ГОСТ 20779-88	Не менее 140						Не ядовито, раздражает Слизистые оболочки и кожу рук	Концентрация паров 300 г/м ₃ Концентрация тумана масла 5 мг/м ₃

3.3. КАТЕГОРИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПО ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ.

Таблица №10

№	Наименование производственных зданий, помещений, наружных установок	Категория по взрывопожарной и пожарной опасности по НПБ-105-95 НПБ-107-97	Классификация взрывоопасных зон внутри и вне помещений для выбора электрооборудования по ПУЭ			Группа вредности производственных процессов по санитарной характеристике по СНиП 2.09.04-87	Средства пожаротушения
			Класс взрывоопасности или пожароопасности	Категория и группа взрывоопасных смесей по ГОСТ 12.1.01 1-78	Наименование веществ, определяющих категорию взрывоопасности		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Емкости метанола с насосной метанола	Ан	В-Іг	ІА-Т2	Метанол	2а	Автоматическая система пенного пожаротушения, первичные средства пожаротушения
2	Наружная	Ан	В-Іг	ІВ-Т2	Метанол,	2г	Автоматическая система

	этажерка № 1, №2				Формальдегид- содержащие газы		пенного пожаротушения, первичные средства пожаротушения
3	Газодувное отделение	В4	П-I	ПВ-Т2	Циркуляционн ые газы	3а	Первичные средства пожаротушения
4	Помещение масляных насосов (оси 3 - 4)	В1	П-I	Не категорир.	Масло АМТ	1б	Автоматическая система пенного пожаротушения, первичные средства пожаротушения
5	Насосная корпуса 525 (оси 4-14)	Д	Не категорир .	Не категорир.		3а	Автоматическая система пенного пожаротушения, первичные средства пожаротушения
6	Промежуточн ые емкости хранения (насосная и поддон)	Вн	П	Не категорир.	КФК	2г	Первичные средства пожаротушения

3.4 ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ФАКТОРА НА ОРГАНИЗМ РАБОТАЮЩИХ

Метанол (метиловый спирт, метилкарбинол, древесный спирт) – первый представитель гомологического ряда алкоголей-производных углеводов, содержащих гидроксильную группу у насыщенного атома углерода.

Токсические свойства. Метанол - сильный яд. Он действует преимущественно на нервную и сосудистую системы человека, поражает зрительный нерв и сетчатку глаза. Обладает резко выраженным кумулятивным действием. Прием внутрь 5-10 г приводит к тяжелому отравлению, а прием 30 г и более смертелен. В организм человека может попадать через ротовую полость, дыхательные пути и поврежденную кожу.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) в помещении рабочей зоны 5,0 мг/м³. [22]

Индивидуальная защита органов дыхания фильтрующий противогаз марки "А".

Симптомы отравления. При легком отравлении наступает период относительного благополучия (4-24), затем постепенно появляются тяжесть в голове, головокружение, общая слабость, разбитость, сонливость, шум в ушах, сильные боли в подложечной области, тошнота, рвота, расстройство зрения и слуха. В более тяжелых случаях наблюдается покраснение и синюшность кожи лица и пальцев рук, нарастающая одышка, рвота, двигательное беспокойство, затруднение дыхания, понижение температуры, падение сердечной деятельности, расстройство зрения, вплоть до слепоты.

Первая помощь. Пострадавшему необходимо промыть несколько раз желудок, для чего дать выпить 8-9 стаканов 2% раствора пищевой соды (чайная ложка на стакан воды) или слабого розового раствора марганцевокислого калия и каждые 5 минут до появления рвоты давать по чайной ложке 1% раствора сульфата меди (0,5 г на 50 мл воды).

При покраснении лица голову приподнять, делать холодное обливание головы и затылка, приложить пузырь со льдом к голове, грелки или горчичники к ногам. Необходимо также обильное питье (боржом, 3% раствор соды, 5% раствор углекислого аммония).

При нарушении дыхания и сердечной деятельности – ингаляция кислородом, вдыхание нашатырного спирта, а также 5-10 г нашатырного спирта внутрь в рюмке воды, сердечные средства (кофеин, 20-25 капель кордиамина). Пострадавшему необходима срочная госпитализация.

Формальдегид (муравьиный альдегид, метаналь) - первый член гомологического ряда алифатических альдегидов. Помимо свойств, характерных для всех альдегидов, формальдегид обладает следующими специфическими свойствами:

Чистый мономерный формальдегид при нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с резким своеобразным запахом. При синтезе

формальдегида из метанола всегда присутствует непрореагировавший метанол, кислород, оксид и диоксид углерода, водяной пар и др. Поэтому способ выделения формальдегида в газообразной мономерной форме непосредственно из продуктов реакции при его синтезе не разработан.

Чистый мономерный формальдегид применяется там, где недопустимо присутствие воды и других сопутствующих реакции продуктов, например, при получении стабильного полимера формальдегида.

Токсические свойства. Порог восприятия запаха формальдегида (органолептически), по разным источникам, составляет 0,07-0,4 мг/м³. Он сильно раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, вызывает ломкость ногтей и болезненность ногтевого ложа, боли в кончиках пальцев, пузырьчатые высыпания на коже, крапивницу по всему телу, уменьшение потоотделения (дубление кожи). При попадании внутрь реагирует с альбумином крови, что ведет к прекращению поглощения кислорода кровью.

Предельно-допустимая концентрация, мг/м³, в рабочей зоне 0,5

Индивидуальная защита - фильтрующий противогаз марки "А".

можно рассматривать как реакцию восстановления.

Симптомы отравления Пары сильно раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, вызывают боль и резь в глазах, слезотечение, насморк, чихание и боль в горле, болезненный кашель, охриплость, головную боль, головокружение, общую слабость, одышку, тошноту, рвоту, чувство страха, нарушение походки, обмороки.

При попадании на кожу наблюдается покраснение, образование пузырей, при попадании внутрь - жжение и боль во рту, сильное слюнотечение, рвота, часто с кровью.

Первая помощь. Пострадавшего нужно вывести на свежий воздух, снять стесняющую одежду и начать ингаляцию водяных паров с добавлением нескольких капель нашатырного спирта. Дать выпить крепкий чай или кофе, успокаивающее (столовая ложка 2% бромиды натрия, 20 -30 капель настойки валерианы) и сердечные средства.

При обмороке дают вдохнуть с ватки нашатырный спирт.

При раздражении слизистой оболочки глаз и носа промывают их 2% раствором соды, закапывают в нос несколько капель 3% раствора эфедрина, 0,05% раствора нафтизина либо санорина.

Пострадавшему дают пить теплое молоко с содой (одна чайная ложка) или медом, применяют кофеин (0,015), дионин (0,01).

При отравлении через рот смазывают слизистую оболочку рта и глотку 2% раствором дикаина и назамедлительно промывают желудок 3% раствором карбоната аммония или 1,2% раствором нашатырного спирта. После этого дают принимать столовыми ложками 15% раствор ацетата аммония, мочевины (по 2-4 г), сырые яйца, молоко и срочно госпитализируют.

При попадании формальдегида на кожу ее немедленно нужно обмыть 5% раствором нашатырного спирта или водой.

7.3.3 Ароматизированное масло АМТ-300Т - теплоноситель-хладоагент. Выпускается по ТУ-38-101243-76 на базе экстракта газойля каталитического крекинга, применяется в жидкой фазе, в закрытой системе, исключаяющей контакт горючего масла с воздухом, с интенсивной, принудительной циркуляцией и предусмотренной системой непрерывного удаления продуктов разложения.[22]

Таблица №11

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции при которых встречается данный производственный фактор
1	Разлив метанола	Мерник метанола поз Е-4
2	Утечка формальдегида	Реактор поз Р-10, т/о поз Т-9-1/2
3	Утечка азота	По всей установке
4	Разлив теплоносителя АМТ-300	Маслосистема
5	Шум	Помещение газодувной
6	Пар перегретый	Наружная установка

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Описаны химические закономерности процесса.
2. Произведен расчет теплового и материального балансов.
3. Представлен прочностной расчеты реактора.
4. Проведен расчет температурного режима теплообменника.
5. Показана экологическая безопасность проекта
6. В графической части показаны чертежи:

5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов К.Ф, Романков П.Г, Носков А.А Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии М.: Химия. 1976 г. 492 с
2. Михеев М.А. Основы теплопередачи М.: Химия. 1947г. 250 с.
3. Огородников С.К. Формальдегид Л.: Химия 1984г.. 280 с.
4. Плановский А.Н., Николаев П.И. процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии изд. 2-е перераб., М.: Химия 1972г 496 с.
5. Бесков С.Д. Технохимические расчеты М.: Высшая школа 1966г 520 с.
6. Мухленов И.П. Общая химическая технология 2 ч; М.: Высшая школа, 1987 г. 289 с.
7. Мухленов И.П. Основы химической технологии; М.: Высшая школа, 1991 г. 463 с.
8. Чернобыльский И.М., Бондарь А.Г., Гаевский Б.А. и др. Машины и аппараты химических производств. Изд. 3-е, Москва-Киев, 1962 г. 521 с.
8. Батунер Л.М., Позин М.Е., Математические методы в химической технике, Изд 6-е. Л.: Химия, 1971 г. 723 с.
9. Брайнес Я.М. Подобие и моделирование в химической и нефтехимической технологии, Гостоптехиздат 1961 г. 150 с.
10. Бретштайдер С. Свойства газов и жидкостей, М.: Химия 1966 г. 254 с.
11. Инженерное оформление химических процессов, М. – Л., Химия, 1969 г. 325 с.
12. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп.- М.: Высш.шк., 1999. 448 с.
13. Безопасность жизнедеятельности /Н.Г Занько, Г.А. Корсаков, К.Р. Малаян и др. Под ред. О.Н. Русака. – С.-Пб.: Изд-во Петербургской лесотехнической академии, 1996. 426 с.

14. Вахтин А.К. Меры безопасности при ликвидации стихийных бедствий и производственных аварий, - М: Энергоатомиздат, 1984. 288 с.
15. Белов С.В. Охрана окружающей среды. - М: Высш. шк., 1991. 315с.
16. Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. – Учебное пособие. – Тольятти: ТолПИ, 2000. 68с.
17. ГОСТ 14249-80 Сосуды и аппараты, нормы и методы расчета на Прочность 35с.
18. ОСТ 26-1185-75 Сосуды и аппараты, нормы и методы расчета на прочность элементов теплообменных аппаратов 45 с.
19. ОАО Тольяттиазот Должностная инструкция аппаратчика окисления метанола КФС-07 2005 г. 150 с.