Методические рекомендации

по подготовке курсового проекта по дисциплине

«Процессы и аппараты химической технологии»

для специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики»

# Содержание

[Содержание 2](#_Toc378330438)

[1 Общие положения 4](#_Toc378330439)

[1.1 Содержание расчетно-пояснительной записки 4](#_Toc378330440)

[1.2 Оформление расчетно-пояснительной записки 7](#_Toc378330441)

[1.2 Графическая часть курсового проекта 7](#_Toc378330442)

[1.2.1 Аппаратурно-технологическая схема 7](#_Toc378330443)

[1.2.2 Сборочный чертеж аппарата 8](#_Toc378330444)

[2 Задание на курсовой проект 10](#_Toc378330445)

[2.1 Задание 1. Проект ректификационной установки 10](#_Toc378330446)

[2.2 Задание 2. Проект абсорбционной установки 11](#_Toc378330447)

[2.3 Задание 3. проект выпарной установки 12](#_Toc378330448)

[2.4 Задание 4. Проект сушильной установки 13](#_Toc378330449)

[3. Библиографический список 15](#_Toc378330450)

# 1 Общие положения

## 1.1 Содержание расчетно-пояснительной записки

Основное содержание пояснительной записки определяется заданием на курсовой проект. Объем пояснительной записки должен быть не менее 30... 40 страниц машинописного текста. Страницы записки нумеруются, включая страницы с рисунками и таблицами. На титульном листе номер страницы не указывается.

Текст расчетно-пояснительной записки разбивается на разделы. В оглавлении указываются номера страниц, соответствующие каждому разделу записки. Разделы и подразделы нумеруются арабскими цифрами и должны иметь краткие наименования.

Пояснительная записка должна быть оформлена в определенной последовательности. Вне зависимости от темы расчетно-пояснительная записка должна содержать:

–  титульный лист;

–  задание на проектирование;

–  оглавление;

–  введение;

–  описание технологической схемы установки;

–  основные свойства рабочих сред;

–  расчетную часть, включающую технологические расчеты и выбор оборудования;

–  заключение;

–  список использованной литературы.

Примеры оформления титульного листа и оглавления приведены в приложении.

Во введении указываются сущность, значение и области применения рассматриваемого процесса. Необходимо также привести сравнительную характеристику аппаратов для его осуществления и обосновать выбор конструкции основного аппарата [1,2].

При описании технологической схемы следует проанализировать различные ее варианты, позволяющие интенсифицировать основной процесс и повысить технико-экономические показатели. Необходимо также учитывать требования охраны окружающей среды.

Обоснованный окончательный вариант технологической схемы следует описать конкретно. Должна быть приведена принципиальная схема установки с указанием позиций (номеров аппаратов). На схеме указываются направления потоков, значения их расходов, температур, концентраций и других параметров. В сводке основных свойств рабочих сред должны быть приведены химические формулы соединений, молярные массы, физико-химические и термодинамические данные, их зависимости от температуры и состава. Для определения этих данных пользуются справочной литературой [3]. Если необходимые значения того или иного свойства находятся за пределами представленного в справочных материалах диапазона изменения физических условий (температур, давлений, концентраций), то следует прибегнуть к методам экстраполяции. При отсутствии сведений можно воспользоваться подобием физико-химических свойств, правилом линейности химико-технологических функций и другими расчетными методами. Так, для нахождения динамического коэффициента вязкости жидкости по динамическому коэффициенту вязкости эталонного вещества может быть применено правило линейности, установленное К.Ф. Павловым [4]. При отсутствии экспериментальных данных, например, коэффициент теплопроводности жидкости можно рассчитать по эмпирической формуле, представленной в [4]. Окончательно сведения о свойствах рабочих сред необходимо представить в виде таблиц или графиков.

В технологических расчетах путем составления уравнений материального и теплового балансов определяют расходы, составы и температуры получаемых продуктов, тепловые нагрузки аппаратов, расходы теплоносителей - греющего пара, охлаждающей воды. Задачей этого раздела проекта является расчет основных размеров аппаратов (диаметра, высоты, поверхности теплопередачи и т.д.). На основании анализа литературных данных и рекомендаций данного пособия выбирается методика расчета размеров аппаратов. По уравнениям тепло- и массопередачи рассчитывают основные размеры аппаратов и затем выбирают стандартные. В этот же раздел включаются гидравлические расчеты аппаратов. Кроме основных аппаратов в установку входит вспомогательное оборудование: насосы, вентиляторы, газодувки, вакуум-насосы и т.п.

Вспомогательное оборудование подбирают по нормалям, каталогам или ГОСТам с учетом конкретных условий его работы.

Закончив расчетную часть проекта, студент в заключение излагает основные результаты выполненной работы и дает анализ полученных результатов.

В списке литературы перечисляются лишь те источники, на которые имеются ссылки в расчетно-пояснительной записке. Сведения о литературном источнике должны включать: полное название, фамилию и инициалы автора, место издания, наименование издательства, год издания, число страниц. Все использованные источники приводятся в списке в порядке упоминания их в тексте и записывают следующим образом:

1. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под. ред. Ю.И. Дытнерского. -5-е стереотипное. – М.: ООО "Издательский дом Альянс", 2010. -496 с.

## 1.2 Оформление расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка оформляется на стандартных листах бумаги формата А4 (210х297мм). На каждом листе оставляются поля: слева не менее 30 мм, справа не менее 20 мм. Страницы нумеруются арабскими цифрами в правом верхнем углу. Сокращения слов в тексте не допускаются. Терминология должна соответствовать общепринятой в научно-технической литературе.

Расчеты в записке должны сопровождаться пояснениями. Все расчетные формулы приводятся сначала в общем виде, нумеруются, затем дается наименование обозначений и указываются размерности всех входящих в формулу величин. Численные значения величин в формулу подставляют в том порядке, в каком они в ней записаны, и приводят результат расчета. Все расчеты должны быть выполнены в международной системе единиц СИ.

Расчетно-пояснительная записка должна быть снабжена необходимыми графиками, схемами, эскизами. Все иллюстрации именуются рисунками. Рисунок нумеруют и располагают после ссылки на него.

В тексте записки указываются ссылки на использованную литературу для эмпирических формул, физических констант и других справочных данных. Ссылки на литературные источники дают в квадратных скобках, указывая номер данного источника в списке литературы.

## 1.2 Графическая часть курсового проекта

Графическая часть проекта состоит из технологической схемы и чертежа основного аппарата. Оформление графической части проекта должно соответствовать требованиям ЕСКД, предъявляемым к выполнению технического проекта.

### 1.2.1 Аппаратурно-технологическая схема

На технологической схеме должны быть показаны основные аппараты, из которых состоит установка, и соединяющие их трубопроводы. Схема должна содержать упрощенное изображение аппаратов, входящих в установку, во взаимной технологической и монтажной связи между ними и таблицы условных графических изображений. Все оборудование на схеме вычерчивается сплошными тонкими линиями толщиной 0,3-0,5 мм, а трубопроводы - сплошными основными линиями (ГОСТ 2.303-68), т.е. в 2-3 раза толще, чем оборудование. При выполнении технологической схемы применяют условные графические изображения. Аппаратам, показанным на схеме, как правило, присваивают буквенное обозначение, соответствующее начальной букве их наименований. Линии трубопроводов следует показывать горизонтально и вертикально, параллельно линиям рамки формата. Условные изображения и обозначения трубопроводов, принятые на схеме, должны быть расшифрованы в таблице условных обозначений. На технологической схеме могут быть показаны приборы и средства автоматизации, условные изображения которых определяет ГОСТ 21.404-85. Обозначения условные в схемах автоматизации технологических процессов.

Технологическая схема выполняется без соблюдения масштаба на листе формата А1. Действительное пространственное расположение аппаратов можно не учитывать. Собственно схема размещается с левой стороны на большей части поля листа. В правом нижнем углу располагают основную надпись (штамп) по ГОСТ 2.104-68. Над основной надписью (на расстоянии не менее 12 мм) располагают таблицы с перечнем составных частей и элементов схемы.

### 1.2.2 Сборочный чертеж аппарата

Сборочный чертеж основного аппарата, указанного в задании, выполняется на листе формата А1. На чертеже должны быть даны главный вид аппарата в сечении по вертикальной оси, вид сверху, разрезы и сечения, дающие полное представление об устройстве данного аппарата, а также основные узлы, которые на главном виде не удается изобразить четко. Масштаб, в котором вычерчивают аппарат и узлы, выбирают по ГОСТ 2.302-68. Главный вид аппарата вычерчивают только в рабочем положении и располагают его вдоль большей стороны листа. На остальной части листа располагают другие виды, сечения, разрезы. Рекомендуется общий вид аппарата вычерчивать в наибольшем из масштабов с применением при необходимости разрыва изображения. Основные виды вычерчивают в одинаковом масштабе. На свободном месте вычерчивают сборочные единицы аппарата в масштабе большем, чем основные виды. Например, для теплообменников вычерчивают фланцевые соединения, крепление труб к трубной решетке, для тарельчатой колонны - узел крепления тарелки, для колпачковой тарелки - капсюльный колпачок, для насадочной колонны - распределительную тарелку, узел подачи жидкости. Основная надпись (штамп) располагают на листе в правом нижнем углу по отношению к рабочему положению аппарата в соответствии с ГОСТ 2.104-68. Над основной надписью помещают таблицу составных частей аппарата, технические требования, предъявляемые к изготовлению и испытанию аппарата, техническую характеристику аппарата. На свободном поле чертежа помещают таблицу штуцеров. На чертеже общего вида проставляются размеры: конструктивные, установочные, присоединительные.

# 2 Задание на курсовой проект

## 2.1 Задание 1. Проект ректификационной установки

Выполнить проект ректификационной установки непрерывного действия для разделения бинарной смеси. Тип колонны указан в задании. Колонна работает под атмосферным давлением. Исходная смесь, содержащая  низкокипящего компонента, имеет температуру  и перед подачей в колонну подогревается в кожухотрубчатом теплообменнике до температуры кипения. Давление греющего пара . Расход исходной смеси . Содержание низкокипящего компонента в дистилляте , в кубовом остатке . В дефлегматоре пары дистиллята конденсируются полностью. Продукты разделения охлаждаются в холодильниках до . Начальную температуру охлаждающей воды принять .

Выполнить подробный расчет ректификационной колонны и теплообменника, указанного в таблице исходных данных.

Выполнить расчет исполнительной толщины стенки ректификационной колонны.

Представить технологическую схему установки и выполнить чертеж ректификационной колонны. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные к заданию 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Варианты | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Исходная смесь | *а* | *б* | *в* | *г* | *д* | *е* | *ж* | *з* | *и* | *к* |
| , *кг/с* | 2,0 | 1,5 | 2,5 | 3,0 | 2,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 1,5 | 3,0 |
| , *МПа* | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| , % (мол.) | 40 | 30 | 35 | 40 | 35 | 40 | 45 | 40 | 50 | 30 |
| , % (мол.) | 95 | 98 | 96 | 97 | 90 | 98 | 95 | 97 | 98 | 95 |
| , % (мол.) | 5 | 3 | 1,5 | 4 | 6 | 3 | 2,5 | 2 | 1,5 | 2 |
| , °С | 20 | 25 | 20 | 24 | 20 | 30 | 25 | 20 | 30 | 25 |
| , °С | 30 | 20 | 35 | 25 | 20 | 25 | 20 | 25 | 18 | 20 |
| , °С | 10 | 15 | 20 | 12 | 15 | 20 | 15 | 10 | 12 | 15 |
| Тип колонны | *тс* | *тк* | *н* | *тс* | *тк* | *тс* | *тк* | *н* | *н* | *тс* |
| Теплообменник, рассчитываемый подробно | *д* | *хд* | *п* | *хк* | *д* | *хд* | *п* | *хк* | *д* | *хд* |

Примечания:

**Исходная смесь:**

*а* - сероуглерод-тетрахлорид углерода; *б* - бензол-толуол;

*в* -тетрахлорид углерода-толуол; *г* - метанол-вода;

*д* - бензол-уксусная кислота; *е* - вода-уксусная кислота;

*ж* - ацетон-бензол; *з* - хлороформ-бензол;

*и* - бензол-толуол; *к* - метанол-этанол.

**Тип колонны:**

*тс* - тарельчатая ситчатая; *тк* - тарельчатая колпачковая; *н* - насадочная.

**Теплообменник, рассчитываемый подробно:**

*д* - дефлегматор; *к* - куб-кипятильник; *хд* - холодильник дистиллята;   
*хк* - холодильник кубового остатка, *п* - подогреватель исходной смеси.

## 2.2 Задание 2. Проект абсорбционной установки

Выполнить проект абсорбционной установки для поглощения водой компонента из его смеси с воздухом. Расход газовой смеси  (при нормальных условиях). Концентрация поглощаемого компонента в газе на входе в колонну , степень абсорбции . Давление в колонне , температура абсорбции . Газовая смесь и абсорбент перед подачей в колонну охлаждаются водой в кожухотрубчатых теплообменниках до температуры абсорбции. Температура газовой смеси перед теплообменником , температура абсорбента после регенерации . Начальная температура охлаждающей воды .

Выполнить подробный расчет абсорбционной колонны и теплообменника, указанного в таблице исходных данных.

Выполнить расчет исполнительной толщины стенки абсорбционной колонны.

Представить технологическую схему абсорбционной установки и выполнить чертеж колонны. Тип колонны указан в задании.

Исходные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2. Исходные данные к заданию 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Варианты | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Поглощаемый компонент | *H2S* | *CO2* | *NH3* | *ацетон* | *SO2* | *метанол* | *NH3* | *этанол* | *CO2* | *H2S* |
| , м3/с | 1,5 | 1,0 | 2,5 | 0,5 | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 1,5 | 2,0 | 0,8 |
| , % (об.) | 10 | 15 | 8 | 5 | 6 | 4 | 10 | 5 | 12 | 8 |
| , % | 95 | 90 | 98 | 96 | 95 | 92 | 98 | 96 | 92 | 97 |
| , *МПа* | 0,3 | 2,0 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 1,5 | 1,0 |
| , °С | 25 | 30 | 15 | 20 | 15 | 25 | 20 | 15 | 25 | 20 |
| , °С | 80 | 120 | 75 | 80 | 60 | 70 | 65 | 80 | 90 | 60 |
| , °С | 75 | 80 | 60 | 55 | 70 | 65 | 60 | 75 | 80 | 70 |
| , °С | 15 | 25 | 10 | 15 | 20 | 10 | 20 | 15 | 20 | 10 |
| Тип колонны | *н* | *тк* | *тс* | *н* | *тс* | *тк* | *н* | *тс* | *тк* | *н* |
| Теплообменник, рассчитываемый подробно | *ха* | *хг* | *ха* | *хг* | *ха* | *хг* | *ха* | *хг* | *ха* | *хг* |

Примечания:

**Тип колонны:**

*н* - насадочная; *тс* - тарельчатая ситчатая; *тк* - тарельчатая колпачковая.

**Теплообменник, рассчитываемый подробно:**

*хг* -холодильник газа; *ха* -холодильник абсорбента.

## 2.3 Задание 3. Проект выпарной установки

Выполнить проект выпарной установки для концентрирования водного раствора. Производительность по исходному раствору . Раствор упаривается от концентрации  до . Давление греющего пара , давление в барометрическом конденсаторе . Исходный раствор перед подачей в выпарной аппарат подогревается греющим паром в кожухотрубчатом теплообменнике от температуры  до температуры кипения. Упаренный раствор охлаждается в кожухотрубчатом холодильнике до температуры . Температуру охлаждающей воды принять в интервале 10...20 °С.

Сделать подробный расчет греющей камеры выпарного аппарата и одного из теплообменников. Выполнить расчет барометрического конденсатора.

Выполнить расчет исполнительной толщины стенки кожуха греющей камеры.

Представить схему вакуум-выпарной установки и выполнить чертеж выпарного аппарата.

Исходные данные к заданию 3

Таблица 3. Исходные данные приведены в табл. 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Варианты | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Растворенное  вещество | *а* | *б* | *в* | *г* | *д* | *е* | *ж* | *з* | *и* | *к* |
| , кг/с | 4,5 | 5,0 | 2,5 | 3,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 4,5 | 5,5 | 5,0 |
| , % (масс.) | 5 | 10 | 10 | 5 | 10 | 10 | 5 | 15 | 5 | 10 |
| , % (масс.) | 20 | 25 | 30 | 15 | 40 | 25 | 20 | 30 | 20 | 40 |
| , МПа | 0,25 | 0,20 | 0,35 | 0,2 | 0,8 | 0,2 | 0,3 | 0,25 | 0,15 | 0,3 |
| , МПа | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| , °С | 20 | 30 | 25 | 15 | 20 | 30 | 25 | 30 | 20 | 25 |
| , °С | 15 | 25 | 20 | 10 | 15 | 25 | 20 | 25 | 30 | 15 |
| Теплообменник, рассчитываемый подробно | *п* | *х* | *п* | *х* | *п* | *х* | *п* | *х* | *п* | *х* |
| Число корпусов в установке | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 |

Примечания:

*а - NaOH; б - MgCl2; в - NaNO3; г -KNO3; д - NaOH;*

*е - NaCl; ж - CaCl; з - Na2CO3; и - KCl; к - NH4NO3.*

Теплообменник, рассчитываемый подробно:

*п* -подогреватель исходного раствора; *х* -холодильник упаренного раствора.

## 2.4 Задание 4. Проект сушильной установки

Выполнить проект сушильной установки с аппаратом кипящего слоя для высушивания соли. Производительность по влажному материалу . Влажность материала, поступающего в сушилку , влажность высушенного материала    
(в расчете на общую массу материала).

Наиболее мелкие частицы материала имеют диаметр , наиболее крупные , эквивалентный диаметр .

Высушиваемый материал поступает в сушилку при температуре . Температура сушильного агента на входе в сушилку , на выходе .

Исходный атмосферный воздух подогревается до температуры  в кожухотрубчатом паровом калорифере. Параметры атмосферного воздуха выбрать для условий Екатеринбурга (лето).

Выполнить расчет сушилки и калорифера, используемого для нагрева воздуха.

Представить технологическую схему сушильной установки и выполнить чертеж калорифера.

Исходные данные к заданию 4

Таблица 4. Исходные данные приведены в табл. 4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Варианты | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Высушиваемая соль | *а* | *б* | *в* | *г* | *д* | *е* | *ж* | *з* | *и* | *к* |
| , кг/с | 0,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 1,0 | 2,0 | 0,8 | 1,0 | 3,0 | 2,0 |
| , % (масс.) | 5,0 | 8,0 | 15 | 10 | 4 | 12 | 5 | 8 | 12 | 5 |
| , % (масс.) | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,1 |
| , мм | 0,1 | 0,3 | 0,8 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,2 |
| , мм | 0,5 | 1,0 | 3,5 | 4,0 | 0,5 | 3,5 | 2,0 | 0,6 | 3,0 | 0,6 |
| , мм | 0,3 | 0,5 | 2,5 | 2,0 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,3 | 1,5 | 0,3 |
| , °С | 15 | 25 | 20 | 10 | 15 | 25 | 20 | 25 | 30 | 15 |
| , °С | 110 | 150 | 120 | 130 | 125 | 115 | 120 | 125 | 110 | 115 |
| , °С | 50 | 80 | 60 | 70 | 55 | 50 | 60 | 65 | 50 | 60 |

Примечания:

*а - NaHCO3; б - NaCl; в - (NH4)2SO4; г - KCl; д - KNO3;*

*е - КCl; ж - KNO3; з - NaHCO3; и - (NH4)2SO4; к - NaCl.*

# 3. Библиографический список

1. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под. ред. Ю.И. Дытнерского. -5-е стереотипное. – М.: ООО "Издательский дом Альянс", 2010. -496 с.

2. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. В двух книгах. Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты./ Ю.И. Дытнерский. -Изд. 3. -М: Химия , 2002. -400 с.: ил.

3. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. В 2-х кн. Часть 2. Массообменные процессы и аппараты/ Дытнерский Ю.И. -3-е изд. – М.: Химия, 2002. -368 с.: ил.

4 Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.- М.: «Альянс», 2005.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Озерский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ОТИ НИЯУ МИФИ)**

**ЗАДАНИЕ**

к курсовому проекту по дисциплине

«Процессы и аппараты химической технологии»

Студент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Специальность 18.05.02 «Химическая технологи материалов современной энергетики»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Курс\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Группа\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1 Тема проекта: Проектирование \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2 Исходные данные:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3 Расчётно-пояснительная записка на 30-40 листах формата А4.

3.1 Введение (1-2 листа).

3.2 Литературный обзор (4-8 листов).

3.3 Описание аппаратурной схемы (3-4 листа).

3.4 Контроль и управление процессами (3-4 листа).

3.5 Технологические расчеты (5-15 листов).

3.6 Выбор стандартного оборудования (3-4 листа).

3.7 Описание основных аппаратов (3-4 листа).

3.8 Выводы (1 лист).

3.9 Литература (1-2 листа).

4 Графическая часть (ф.А1 или А3):

4.1 Аппаратурная схема – 1 лист.

4.2 Чертеж общего вида основного аппарата (по указанию преподавателя) – 1 листа.

5 Раздел 1 – проектирование:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Этап проекта | Срок  выполнения по уч.нед. | Объем, % | Макс балл за раздел | Набранные баллы |
| 1 Выдача заданий. Общие методические указания по расчетам и графическому оформлению проекта. Литература по проекту. | 1 неделя | 5 | 2 |  |
| 2 Изучение литературы по заданной теме с составлением литературного обзора. | 2-3 недели | 10 | 5 |  |
| 3 Разработка схемы установки. | 4-5 недели | 20 | 10 |  |
| 4 Технологические расчеты. | 6-9 недели | 15 | 8 |  |
| 5 Выбор и описание стандартного оборудования. | 10-11 недели | 10 | 5 |  |
| 6 Оформление расчетно-пояснительной записки. | 12-14 неделя | 20 | 10 |  |
| 7 Графическое оформление проекта. | 15-16 неделя | 20 | 10 |  |
| **Итого баллов за 1раздел** | | | **50** |  |

Раздел 2 - защита:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Критерии оценок | Максимальное значение | Набранные  баллы |
| Оценка рецензента | 10 б |  |
| Оценка руководителя | 10 б |  |
| Доклад студента | 10 б |  |
| Ответ на дополнительный вопрос | 5 б |  |
| Количество дополнительных вопросов | 4 |  |
| **Итого баллов за 2 раздел** | **50** |  |
| **Итоговая оценка за КП (Σ баллов)** | |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Дата выдачи задания |  |
| Дата защиты |  |
| Задание получил |  |
| Руководитель проекта |  |