

Министерство образования Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

С. И. Дворецкий, Г. С. Кормильцин, В. Я. Борщев

КУРСОВОЕ И ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебно-методического пособия

Тамбов • Издательство ТГТУ • 2002

УДК 66.023
ББК Л-11-5-05я 75-5
Д 293

Рецензент

Заведующий кафедрой КМА ТГТУ, профессор
А. А. Коптев

Дворецкий С. И., Кормильцин Г. С., Борщев В. Я.

Д 293 с. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб.-метод. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 48

В пособии, составленном в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта 2000 г., изложены задачи курсового и дипломного проектирования, даны рекомендации по структуре и содержанию пояснительной записки, составу графической части проектов


Учебное пособие подготовлено на кафедре "Технологическое оборудование и прогрессивные технологии" для студентов специальностей 170500 "Машины и аппараты химических производств" и 170600 "Машины и аппараты пищевых производств", магистрантов по направлению 551800 "Технологические машины и оборудование".

УДК 66.023

ББК Л-11-5-05я 75-5

© Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ), 2002

© Дворецкий С. И., Кормильцин Г. С.,
Борщев В. Я., 2002



*С. И. Дворецкий, Г. С. Кормильцин,
В. Я. Борщев*

***КУРСОВОЕ И
ДИПЛОМНОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ***

• *Издательство ТГТУ* •

Учебное издание

ДВОРЕЦКИЙ Станислав Иванович,
КОРМИЛЬЦИН Геннадий Сергеевич,
БОРЩЕВ Вячеслав Яковлевич

МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ И ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Учебно-методическое пособие

Редактор В. Н. Митрофанова
Компьютерное макетирование И. В. Евсеевой

Подписано к печати 25.06.2002.

Гарнитура Times New Roman. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Объем: 2,79 усл. печ. л.; 2,68 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз. С. 444.

Издательско-полиграфический центр ТГТУ
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

СОДЕРЖАНИЕ

Цель и задачи курсового и дипломного проектирования	3
1 Организация курсового и дипломного проектирования	3
2 Структура, объем расчетно-пояснительных записки и графической части проектов	5
.....	
2.1 Курсовой проект	6
2.2 Дипломный проект	8
3 Правила оформления пояснительной записки	9
3.1 Аннотация, ведомость проекта, введение	13
3.2 Разработка технического задания на проектирование	13
3.3 Расчет и подбор основного технологического оборудования	16
3.4 Разработка принципиальной технологической схемы со средствами автоматизации и ее описание	24
.....	
3.5 Компоновка оборудования	26
3.6 Разработка и описание прогрессивных способов монтажа, диагностики и ремонта технологического оборудования	29
.....	
3.7 Решение задач промэкологии	29
3.8 Мероприятия по БЖ и производственной санитарии	29
3.9 Экономическое обоснование проекта	30
3.10 Выводы	30
3.11 Список используемых источников	30
4 Состав графической части проекта	30
4.1 Структура графической части	30
4.2 Форматы	31
4.3 Основная надпись	31
4.4 Масштабы	32
4.5 Спецификация	32
4.6 Чертежи общих видов	33
4.7 Правила выполнения принципиальной технологической схемы цеха (отделения) и функциональной схемы автоматизации	37
4.8 Правила выполнения компоновочных чертежей	39

Список литературы	40
Приложения	44
Приложение А	44
Приложение Б	45
Приложение В.....	46
Приложение Г.....	47

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Учебное проектирование – самостоятельная работа студента, основной целью которой является развитие и закрепление теоретических знаний и расчетно-графических навыков при решении практических инженерных проблем с использованием последних достижений науки и техники, а также новых информационных технологий.

Тематика проектов направлена на решение следующих задач:

- создание новых энергосберегающих и безотходных технологических процессов;
- разработка нового технологического оборудования, основанная на использовании современных достижений науки и техники;
- модернизация известных модулей машин и аппаратов;
- создание экспериментального оборудования, установок и стендов с целью исследования технологических процессов;
- разработка подсистем автоматизированного расчета технологических установок, анализ эффективности их функционирования методом математического моделирования;
- разработка электронных версий учебников по специальности;
- разработка прогрессивных методов монтажа и ремонта оборудования;
- механизация и роботизация трудоемких ручных операций технологических производств;
- разработка мероприятий и оборудования по охране окружающей среды.

При проектировании на первый план выдвигаются вопросы повышения технического уровня производства, качества производимой продукции, эффективности использования оборудования.

В зависимости от рейтинга студенту выдается задание на выполнение типового проекта, проекта с исследовательской частью или исследовательской работы.

Проект (работа) состоит из расчетно-пояснительной записки (РПЗ) и графической части (чертежей, графиков), содержание и объем которых определяется видом проекта (работы) и настоящим пособием.

1 ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Тематика курсовых и дипломных проектов определяется кафедрой, исходя из предложений промышленных предприятий, НИИ, и проектных организаций, которые являются базами производственной практики студентов. Темы проектов (работ) и их содержание подлежат рассмотрению на заседании кафедры.

Студент, получив тему проекта (работы), заполняет совместно с руководителем перед прохождением практики бланк задания с указанием задач проектирования. В соответствии с темой проекта студент в процессе прохождения практики собирает исходные материалы для проектирования, намечает с руководителями от университета и базы практики пути модернизации оборудования с целью улучшения качества выпускаемой продукции и повышения технико-экономических показателей производства, повышения экологической безопасности и т.п.

Студент работает над проектом под руководством преподавателя, который консультирует его и контролирует график выполнения проекта. При дипломном проектировании выполнение студентом экономического обоснования, обеспечения БЖД обслуживающего персонала, разработки функциональной схемы автоматизации и чертежей осуществляется под контролем и консультацией специалистов в соответствующих областях и нормоконтролера.

Следует особо подчеркнуть, что руководитель проекта, консультанты и нормоконтролер помогают студенту в достижении требуемого уровня проекта, не давая при этом готовых решений. Они не несут ответственности за график выполнения и качество проекта. Студент является единоличным автором проекта и несет всю ответственность за технический уровень и качество проекта.

Готовый проект студент представляет для проверки руководителю: курсовой – за 1 неделю до защиты, дипломный (с подписями консультантов и нормоконтролера) – за 2 недели до предварительной защиты, на которой определяется степень готовности проекта и дипломника. После предварительной защиты дипломный проект со всеми подписями и отзывом руководителя представляется студентом заведующему кафедрой (за неделю до защиты на ГАК) для просмотра и подписи. При выполнении всех требований, предъявляемых к дипломному проекту, заведующий кафедрой подписывает чертежи, РПЗ, дает письменное заключение по представленным материалам и направляет проект на рецензию.

Студент, не вышедший по уважительной причине на защиту дипломного проекта, может быть допущен к защите до конца текущего календарного года.

Студент, не допущенный к защите по неуважительной причине и отчисленный из университета, должен восстановиться в число студентов следующего учебного года и повторить заново весь цикл дипломного проектирования.

Для проведения защиты проектов создаются комиссии: курсовой проект защищается перед комиссией из числа преподавателей кафедры. Для защиты дипломных проектов создается и утверждается приказом ректора Государственная аттестационная комиссия (ГАК), в состав которой входят ведущие специалисты промышленных предприятий, а также профессора и доценты выпускающих и общинженерных кафедр ТГТУ и других вузов.

Графики выполнения и защиты проектов составляются заранее и вывешиваются на доске объявлений выпускающей кафедры.

Защита проекта – ответственный акт подведения итогов обучения студента в вузе. Существенную роль при этом играет доклад, в котором студент должен лаконично и понятно изложить суть разработанных в проекте технических решений. Продолжительность доклада должна быть не более 10 мин. Рекомендуется следующая структура доклада:

- раскрытие актуальности и целесообразности темы проектирования, постановка задач, решаемых в ходе проектирования (1 мин);
- краткое изложение технологии производства (2 мин);
- изложение решений принятых при компоновке оборудования (1 мин);
- изложение конструкции и принципа действия технологического объекта (машины, аппарата, установки и т.д.), освещение конкретных технических решений по модернизации оборудования (5 мин);
- оценка эффективности проекта (0,5 мин);
- выводы по результатам проектирования (0,5 мин).

Доклад должен быть неразрывно связан с графической частью проекта, несущей наглядную информацию о технических разработках и сопровождаться ссылками на соответствующие чертежи. Вся графическая документация должна быть расположена в порядке изложения материала в докладе.

После доклада члены комиссии задают вопросы, на которые студент должен дать исчерпывающие ответы. Затем (при защите дипломного проекта) зачитывается рецензия на проект и предоставляется слово дипломнику для ответа на замечания рецензента.

2 СТРУКТУРА, ОБЪЕМ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНЫХ ЗАПИСОК И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТОВ

Ниже приведены рекомендации по структуре и объему РПЗ и графической части типовых проектов, т.е. разработанных по материалам, собранным при прохождении практики студентами на предприятиях, связанных с выпуском продукции не машиностроительного профиля. Дипломные проекты, выполненные по материалам машиностроительных заводов могут включать разделы по разработке принципиальной технологической схемы и компоновке оборудования.

Студенты *дневной формы обучения* в период подготовки курсового проекта по специальности параллельно выполняют курсовую работу по дисциплине "Проектирование технологических установок и производств. САПР". Она должна состоять из пояснительной записки, чертежей принципиальной технологической схемы и компоновки оборудования. Поскольку курсовые работы и проект органически взаимосвязаны, кафедра считает целесообразным для них оформлять общую расчетно-пояснительную записку и защищать их одновременно. В этом случае структура РПЗ и объем графической части будут следующими.

2.1 Курсовой проект

(Для студентов дневной формы обучения)

Общая часть

Титульный лист.

Задание на проектирование (бланк).

Аннотация (по стандарту ТГТУ).

Содержание.

Ведомость проекта (приложение А).

Введение.

Литературно-патентный обзор по способам производства продукта и основному технологическому оборудованию (результаты патентного поиска составить в виде кратких описаний технических решений, а затем следует привести критический анализ и выводы по патентному поиску).

- 1 Разработка технического задания на проектирование.
 - 1.1 Обоснование выбранного метода производства.
 - 1.2 Составление и краткое описание по стадиям эскизной технологической схемы производства.
 - 1.3 Расчет материальных и тепловых балансов по стадиям производства.
 - 1.4 Свойства исходного сырья и готовой продукции.
- 2 Расчет и выбор технологического оборудования.
 - 2.1 Выбор типа основного оборудования.
 - 2.2 Приближенный расчет основного оборудования (кроме аппарата данного на спецразработку).
 - 2.3 Подбор основного оборудования (при подборе аппарата, данного на спецразработку, дать ссылку на часть 2, разд. 1.3).
- 3 Разработка принципиальной технологической схемы производства.
 - 3.1 Выбор вспомогательного оборудования.

- 3.2 Полное описание технологической схемы по стадиям производства.
- 4 Компоновка оборудования.

Курсовой проект по машинам и аппаратам

- 5 Расчет и конструктивная разработка основного аппарата.
 - 5.1 Технологический расчет аппарата.
 - 5.2 Обоснование выбора конструкционного материала для аппарата.
 - 5.3 Механический расчет основного аппарата.
 - 5.4 Подбор основного аппарата (машины) по каталогам или его разработка.
 - 5.5 Описание модернизации основного технологического оборудования.
- 6 Прогрессивные методы ремонта и монтажа технологического оборудования.

Выводы.

Список используемых источников.

Приложение.

Объединенная расчетно-пояснительная записка должна иметь объем около 60 страниц, причем объем расчетной части должен быть не менее 50 %.

Объем графической части: схема технологическая – 1 лист; компоновочный чертеж – 1 лист (эти чертежи выполняются на формате А1 или на формате А2); чертеж основного аппарата и его узлов – 3 листа формата А1. Не менее 2 листов графической части должно быть выполнено на ЭВМ.

Структура курсового проекта с исследовательской частью отличается от типового заменой раздела 4 (компоновка) на исследовательскую часть.

Исследовательская часть:

- 1 Постановка задачи исследования.
- 2 Выбор методики проведения исследования.
- 3 Описание экспериментальной установки.
- 4 Результаты исследования и их анализ.

Графическая часть курсового проекта с исследовательской частью отличается от типового заменой компоновочного чертежа на лист результатов исследований.

Студенты **заочной формы обучения** выполняют курсовой проект по специальности. Рекомендуемая структура РПЗ и графической части приведена ниже.

Титульный лист.

Задание на проектирование (на бланке).

Аннотация.

Содержание.

Ведомость проекта (приложение А).

- 1 Разработка технического задания на проектирование
 - 1.1 Литературно патентный обзор по методам получения заданного продукта и конструкциям основного технологического аппарата.
 - 1.2 Составление и краткое описание по стадиям эскизной технологической схемы производства
 - 1.3 Составление материального и теплового балансов по стадиям.
 - 1.4 Характеристика исходного сырья и готовой продукции.
 - 1.5 Выбор типа основного аппарата и описание его конструкции.
 - 2 Расчет и подбор технологического оборудования
 - 2.1 Технологический расчет оборудования.
 - 2.2 Выбор конструкционного материала и механический расчет аппарата.
 - 2.3 Подбор технологического аппарата (машины) по каталогам или его разработка.

Выводы

Список используемых источников

Приложение

2.2 Дипломный проект

Структура и объем дипломного проекта для студентов всех форм обучения одинаковы. Объем расчетно-пояснительной записки (РПЗ или далее ПЗ) дипломного проекта, как правило, около 100 страниц формата А4, графической части – 10 листов формата А1. Оформление ПЗ и графического материала должно соответствовать стандартам и настоящему пособию.

Состав ПЗ дипломного проекта следующий:

Титульный лист (на бланке).

Задание на дипломный проект (на бланке).

Аннотация.

Содержание

Ведомость проекта (приложение А).

Введение.

- 1 Разработка технического задания на проектирование
 - 1.1 Литературно-патентный обзор способов производства и оборудования.

1.2 Анализ исходных данных. Выбор способа производства. Составление и описание по стадиям эскизной технологической схемы производства. Выбор типа технологического оборудования.

1.3 Расчет материальных и тепловых балансов по стадиям производства.

2 Расчет и подбор технологического оборудования по стадиям процесса.

2.1 Технологический расчет основного оборудования.

2.2 Выбор конструкционного материала и механический расчет оборудования.

2.3 Подбор технологического оборудования по каталогам или его разработка.

3 Разработка принципиальной технологической схемы.

3.1 Оформление основных, вспомогательных стадий производства, отгрузки готовой продукции, обезвреживания и утилизации отходов и т.д.

3.2 Автоматизация и механизация отдельного технологического узла.

3.3 Полное описание технологической схемы по стадиям производства.

4 Компоновка оборудования.

5 Разработка способов монтажа и ремонта оборудования.

6 Решение задач промышленной экологии.

7 Мероприятия по безопасности жизнедеятельности и производственной санитарии.

8 Экономическое обоснование проекта.

Выводы.

Список используемых источников.

Приложение.

Проект с исследовательской частью включает специальный раздел, в котором описывается методика проведения экспериментальных исследований (на пилотной или промышленной установках, вычислительный эксперимент на ЭВМ с использованием математической модели и т.п.), планирование, проведение и обработка результатов эксперимента, анализ полученных результатов. В зависимости от объема исследовательской части проекта может быть изменен состав пояснительной записки и сокращен объем обязательной графической части проекта.

Исследовательская работа – комплексная, самостоятельная работа студента, главной целью и содержанием которой является всесторонний анализ и научные исследования по одному из вопросов теоретического или практического характера по профилю специальностей кафедры. Базой практики при этом для студентов исследователей может быть выпускающая кафедра, НИИ, КБ и т.п.

3 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка (ПЗ) проекта (работы) должна быть сброшюрована в папке формата А4, на которую наклеивается этикетка размером 65×100 мм с указанием аббревиатуры университета (ТГТУ), вида документа и его обозначение, темы проекта, кода учебной группы и специальности, автора проекта и года выполнения [1]. Текст ПЗ должен быть написан аккуратно от руки чернилами или пастой одного цвета (черного, синего, фиолетового), желательнее, на двух сторонах листа белой бумаги формата А4 или отпечатан на принтере ЭВМ через полтора или два межстрочных интервала.

Состав пояснительной записки (ПЗ) проекта определяется Стандартом Предприятия ТГТУ [1]: титульный лист (для дипломного проекта на бланке), задание на проектирование (на бланке), ведомость проекта (приложение А), содержание с основной надписью (приложение Б); основная часть, выводы, список используемых источников и приложения.

Иллюстрации (рисунки, схемы, графики и т.д.) должны быть выполнены в соответствии с действующим стандартом ТГТУ (СП ТГТУ) [1] и располагаться по тексту возможно ближе к соответствующим частям текста.

Каждый лист пояснительной записки, кроме титульного листа и задания, должен быть выполнен по ГОСТ 2.106-68 (форма 5) для первого листа и по форме 5а для последующих листов. При этом основную надпись и дополнительные графы следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-68 (формы 2 и 2а). Рамку на листах пояснительной записки наносят сплошной основной линией на расстоянии 20 мм от левой границы формата и 5 мм от остальных границ.

От рамки до границ текста в начале строк оставлять 5 мм, в конце строк – не менее 3 мм, сверху и снизу – не менее 10 мм.

Абзацы в тексте следует начинать отступом, равным 15 – 17 мм. Расстояние между строками текста должно быть 8 мм.

Расстояние от текста до следующего заголовка, а также от заголовка до следующего текста должно быть равно 16 мм. Если заголовок занимает более чем одну строку, то расстояние между строками равно 8 мм.

Вписывать в напечатанный текст отдельные слова, формулы, условные обозначения допускается только черными чернилами (пастой) или черной тушью.

Нумерация страниц пояснительной записки – сквозная, начиная с титульного листа, включая приложения, должна быть в соответствующей графе основной надписи углового штампа. На титульном листе, задании, аннотации номера страниц не ставятся.

Текст пояснительной записки следует делить на разделы, которые могут быть разделены на подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, делятся на подпункты. При таком делении текста необходимо, чтобы каждый пункт, подпункт содержал законченную информацию.

Разделы, подразделы, пункты, подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. После номера раздела, подраздела, пункта, подпункта в тексте *точку не ставят*.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. В качестве примера оформления разделов, подразделов и пунктов можно рассматривать настоящее пособие.

Заголовки разделов, подразделов следует записывать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Слова: "СОДЕРЖАНИЕ", "СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ", "ВВЕДЕНИЕ", "ВЫВОДЫ" следует записывать в виде заголовка (симметрично тексту) прописными буквами и номер для этих разделов не ставить.

Каждый раздел ПЗ рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Для лучшей наглядности представления цифрового материала и удобства сравнения показателей применяют таблицы. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Его следует помещать над таблицей.

При переносе части таблицы на ту же или другую страницу, название помещают только над первой частью таблицы. Над другими частями таблицы пишут слова "Продолжение таблицы" с указанием ее номера. Номер таблицы и ее название пишется, например, следующим образом: "Таблица 1 – Основные характеристики сырья".

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Таблицы приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Если в пояснительной записке имеется одна таблица, то она должна быть обозначена "Таблица 1" или "Таблица А.1", если она приведена в прил. А.

На все таблицы ПЗ должны иметься ссылки в тексте, при этом следует писать "Таблица" с указанием номера.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение переносится на следующую страницу, то в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, проводить не следует. В таблицу не допускается включать графу "Номер по порядку".

Иллюстрации (рисунки, схемы, графики, диаграммы и т.д.) в ПЗ должны выполняться в соответствии с требованиями ЕСКД. На иллюстрации должны быть ссылки в тексте.

Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором о них упоминается впервые, или на следующей странице, а при необходимости в приложении.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается "Рисунок 1".

В приложении иллюстрации должны иметь отдельную нумерацию арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например – Рисунок А.1.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. Номер рисунка в этом случае состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка разделенных точкой (Рисунок 1.1).

При ссылках на иллюстрации следует писать, например, " в соответствии с рисунком 1" (или "... в соответствии с рисунком 1.1).

Иллюстрации могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Пояснительные данные необходимо располагать под рисунком, а слово "Рисунок" и наименование необходимо помещать под рисунком и после пояснительных данных.

Формулы, приводимые в расчетной части пояснительной записки, должны иметь сквозную (или в пределах раздела) нумерацию арабскими цифрами, которые записываются на уровне формулы справа в круглых скобках. Рекомендуется нумеровать только те формулы, если на них имеются ссылки по тексту ПЗ. При этом ссылки в тексте на порядковые номера формул необходимо указывать в скобках, например, ("... в формуле (1)" или "... в формуле (3.1)").

Все входящие в формулу символы и числовые коэффициенты должны поясняться в тексте непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа с указанием размерности в системе СИ следует давать с новой строки в той же последовательности, в которой символы приведены в формуле.

Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него.

Пример. Запишем уравнение теплопередачи

$$Q = K_T F \Delta t,$$

где Q – тепловой поток (тепловая нагрузка на теплообменник), Вт; K_T – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К); F – поверхность теплообмена, м²; Δt – разность температур между средами – теплоносителями (температурный напор, движущая сила), К.

Коэффициент теплопередачи в случае многослойной стенки рассчитывается по формуле

$$K_T = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где α_1 , α_2 – коэффициенты теплоотдачи, Вт/(м²·К); λ_i – теплопроводность i -го слоя (стенки, отложений на стенке и т.п.), Вт/(м·К); δ_i – толщина i -го слоя, м.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций. При этом знак операции в начале следующей строки повторяется. Если формула переносится на знак операции умножения, то следует применять знак "х".

В ПЗ не допускается применение машинописных и рукописных символов в одной формуле.

В тексте ПЗ могут быть приведены ссылки на данную пояснительную записку, на стандарты, на другие используемые источники.

При ссылке на данную пояснительную записку необходимо указывать номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, иллюстраций, формул, таблиц, приложений, а также позиции составных частей изделия на рисунке. Например, "в соответствии с разделом 3" или "согласно 1.4".

При ссылке на другие источники информации можно ссылаться только на документ в целом или его разделы и приложения. Эти ссылки следует указывать порядковым номером по списку используемых источников, выделенным двумя квадратными скобками.

Сведения об источниках информации следует располагать в порядке появления ссылок на них в тексте ПЗ и нумеровать арабскими цифрами с точкой. Список используемых источников необходимо оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84.

Пример. Список используемых источников

1 Гельперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. В 2-х книгах. М.: Химия, 1981. 812 с.

2 Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для вузов: В 2-х книгах. Кн. 1. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов и др. Под ред. проф. В. Г. Айнштейна. М.: Химия, 1999. 888 с.

3 Дворецкий С. И., Кормильцин Г. С., Королькова Е. М. Основы проектирования химических производств: Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ, 1999. 184 с.

Графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описание аппаратов, описание алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, т.е. материал, дополняющий текст ПЗ, допускается помещать в приложениях.

На все приложения в тексте ПЗ должны быть ссылки. Приложения необходимо располагать в порядке ссылок на них в тексте ПЗ. Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом наверху посередине страницы необходимо писать слово "Приложение" и его обозначение, а под ним в скобках для обязательного приложения – "обязательное", а для информационного - "рекомендуемое" или "справочное".

Каждое приложение должно иметь заголовок, записываемый симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения следует обозначать заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Е, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова "Приложение" указывается буква, обозначающая его последовательность.

Приложения необходимо выполнять на листах формата А4. Допускается оформлять их на листах других форматов по ГОСТ 2.301-68.

Приложения должны иметь общую с остальной частью ПЗ сквозную нумерацию страниц.

Все приложения следует перечислять в содержании ПЗ с указанием их номеров и заголовков.

3.1 Аннотация, ведомость проекта, введение

Аннотация в пояснительной записке располагается перед содержанием. Аннотация содержит общие сведения и краткую характеристику проекта (работы): название темы, фамилию студента и руководителя, год защиты, название объекта конструктивной разработки, перечень основных проектных решений с краткими комментариями, характеризующими их новизну и эффективность. В аннотации также указываются объемы пояснительной записки (в страницах) и графической части проекта (в листах). Рекомендуемый объем аннотации – 1 страница рукописного текста.

Ведомость проекта (форма, порядок заполнения) выполняется в соответствии с ГОСТ 2.106-96 (пример приведен в приложении А).

Введение должно содержать обоснование актуальности разрабатываемой темы, оценку современного состояния решаемой задачи, краткую характеристику недостатков действующего производства – базы преддипломной практики и пути их преодоления, краткое изложение ожидаемых результатов проектирования.

3.2 Разработка технического задания на проектирование

Непосредственная разработка технического задания на проектирование производится студентом и руководителем. Задание на проектирование должно содержать наименование производства и его основные технико-экономические показатели (в том числе производительность и ассортимент выпускаемой продукции), исходные данные для проектирования, а также требования:

- к качеству конкурентной способности и экологическим параметрам продукции;
- способу (технологии) производства;
- архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям;
- к разработке природоохранных мер и мероприятий;
- режиму безопасности и гигиены труда;
- по перспективному расширению производства;
- по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ.

При разработке технического задания студент должен ориентироваться на последние достижения науки и техники, научно-обоснованные нормы затрат сырья, материалов и энергетических ресурсов, высокую эффективность капиталовложений, высокий уровень экологической безопасности проектируемого производства и безопасности труда обслуживаемого персонала.

3.2.1 Литературно-патентный обзор

Литературно-патентный обзор составляется на базе общих сведений о проектируемом объекте. При этом студент анализирует собранные во время конструкторско-технологической и преддипломной практик материалы, изучает специализированную научно-техническую литературу (реферативные и научно-технические журналы, патенты научно-технические отчеты НИИ, монографии и др.), при необходимости пользуется архивными документами кафедры.

На основании обследования производств-аналогов и литературно-патентного обзора составляются исходные данные для проектирования (реконструкции) производства. *Информационная база исходных данных включает следующие пункты:*

- выбранные технологии (способы) производства;
- описание химизма, физико-химических основ технологических процессов, в том числе по переработке отходов производства;
- нормативно-техническую документацию на сырье, вспомогательные материалы и готовую продукцию;
- физико-химические свойства исходных, промежуточных, побочных, конечных продуктов и отходов производства;
- технико-экономическое обоснование выбранной технологии (способа) производства;
- эскизную технологическую схему производства;
- рекомендации по автоматизации и механизации производства;
- рекомендации по аналитическому контролю и выбору пробоотборных устройств;
- таблицу неутраченных отходов производства и рекомендации по методу их утилизации и обезвреживания;
- рекомендации по безопасности жизнедеятельности обслуживающего персонала.

3.2.2 Анализ исходных данных: обоснование выбора технологий и типов основного технологического оборудования

Критерии оценки метода или технологии производства, по которым производят анализ, включают технико-экономические показатели [2]; возможность обеспечения сырьем и его стоимость; организацию доставки сырья и вывоза готовой продукции; наличие оборудования для промышленной реализации метода; обеспечение заданной мощности и качества продукции; вопрос экологии; соблюдение санитарно-гигиенических условий труда на производстве.

На основании информации, полученной в процессе литературно-патентного поиска, об используемых видах сырья и его ресурсах, списках известных химических реакций и процессов химической и биотехнологий, степенях превращения сырья студент получает оценки возможных количеств целевых продуктов по стадиям производства и составляет эскизную технологическую схему. Разработка окончательного варианта эскизной схемы заключается в определении такой совокупности процессов (технологических стадий), направленных на выпуск продуктов заданного ассортимента и обеспечивающих высокое и стабильное качество выпускаемых продуктов при минимальной себестоимости. Эти процессы можно разделить на основные: химические, физико-химические, механические операции по переработке сырья в готовый продукт, и вспомогательные: транспортировка и складирование сырья и готового продукта, подготовка сырья, удаление отходов производства и т.д. При составлении структурной схемы процессы (стадии) изображаются прямоугольниками с номерами стадий и их наименованиями, а также с указанием выходов по ним [2].

На эскизной схеме обязательно изображают материальные потоки и степень превращения сырья по стадиям производства.

Далее студент приступает к составлению и решению уравнений материального баланса по стадиям производства. Это позволяет ему выяснить избытки тех или иных химических компонентов, которые, в конечном счете, либо будут присутствовать в качестве примесей в целевых продуктах, либо после их отделения образуют отходы производства или продукты для переработки в других производствах.

При анализе исходных данных производится предварительный расчет экономической эффективности метода (технологии) производства, основанный на предполагаемой стоимости сырья и продуктов, без учета капитальных и эксплуатационных затрат. В результате такого анализа выясняется целесообразность дальнейшей проработки данного варианта эскизной технологической схемы и выбираются оптимальные способы организации технологических процессов по стадиям производства.

При выборе способа производства следует помнить, что непрерывные технологические процессы позволяют обеспечивать высокое и стабильное качество производимой продукции, обеспечить более высокий уровень энерго- и ресурсосбережения производства, обладают более высокой удельной производительностью и способствуют значительному улучшению условий труда обслуживающего персонала за счет комплексной автоматизации производства. Однако, замена периодических процессов непрерывными не всегда оказывается целесообразной с экономической точки зрения, а иногда практически настолько трудно реализуемой, что от нее приходится отказаться. В первую очередь, это связано с трудностью создания и внедрения в производство

принципиально нового технологического оборудования непрерывного действия и приборов автоматического контроля качества производимой продукции. Одновременно с конструированием новых аппаратов и приборов необходимо определять оптимальные условия их функционирования в технологической схеме производства.

При выборе типа технологического оборудования студентом разрабатываются требования к аппарату, которые учитывают необходимость реализации определенных физико-химических явлений, заложенных в эскизной технологической схеме [2]. Требования рекомендуется разделять на технологические, конструктивные, эксплуатационные, экономические и др. Далее требования условно делят на основные и дополнительные. Невыполнение основных требований приводит к прекращению функционирования аппарата, невыполнение дополнительных требований – к ухудшению технологических или технико-экономических показателей эффективности аппарата. Все требования можно оценивать коэффициентом значимости K_z , представляющий собой параметр, изменяющийся в диапазоне $1 \div 10$ и оценивающий степень необходимости удовлетворения данным требованиям. Коэффициенты значимости требований определяются методом экспертных оценок.

Вначале студентом осуществляется попытка поиска стандартного оборудования, в достаточной степени удовлетворяющего совокупности требований, по каталогам стандартного оборудования [40 – 45, 47]. Если стандартное оборудование, не удовлетворяет разработанным требованиям, то принимается решение о целесообразности разработки нестандартного оборудования [2].

3.3 Расчет и подбор основного технологического оборудования

Руководствуясь эскизным вариантом технологической схемы, студент приступает к технологическому, энергетическому и механическому расчету оборудования.

3.3.1 Технологический расчет оборудования

На первом этапе расчета студент составляет материальный баланс каждой стадии технологического процесса с использованием уравнений материального баланса. Целью материального расчета является определение расходных коэффициентов по сырью, объемно-реакционной массы, количества отходов, сточных вод и газовыделений на каждой стадии технологического процесса.

Уравнения материального баланса составляются на основании закона сохранения массы

$$\sum G_{\text{исх}} = \sum G_{\text{кон}},$$

где $G_{\text{исх}}$, $G_{\text{кон}}$ – масса исходных и полученных веществ.

При составлении уравнений материального баланса необходимо учитывать все компоненты, загружаемые в аппарат, и выходящие (выгружаемые) из аппарата в ходе процесса (исходные реагенты, продукты реакции, растворители, примеси в исходном сырье и растворителях, примеси, образующиеся в ходе реакции и т.п.).

Материальный расчет можно проводить двумя способами:

Первый способ – расчет на 1 т готового продукта. При этом получают расходные коэффициенты по сырью, объемы реакционных масс, приходящиеся на 1 т готового продукта. При проведении расчета первоначально определяют общий выход от теоретического для всего процесса:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_k \dots \eta_N,$$

где η_k – выход от теоретического на k -ой стадии процесса; N – число стадий химико-технологического процесса.

Используя общий выход и стехиометрическое соотношение основного продукта и основного сырья, определяют его количество (расходный коэффициент) на первой стадии. Далее, с учетом исходных данных проводят последовательно материальный расчет для всех стадий процесса.

Второй способ – расчет на одну операцию для периодического процесса и часовую производительность – для непрерывного. В этом случае получают реальные загрузки в аппараты и объемы реакционных масс.

Материальный баланс является базой для составления теплового баланса, который выполняется на основании закона сохранения энергии

$$\sum Q_n + Q_p = \sum Q_k + Q_n,$$

где $\sum Q_n$ – количество теплоты, поступающее в аппарат; Q_p – тепловой эффект процесса; $\sum Q_k$ – количество теплоты, выносимое из аппарата; Q_n – тепловые потери в окружающую среду.

После составления материального баланса и теплового для всех технологических стадий проводят расчет конструктивных размеров и подбор технологического оборудования, необходимого для обеспечения заданной производительности по готовому продукту. При этом должны быть известны кинетические закономерности гидромеханических, тепловых, массообменных и химических процессов, которые могут быть сформулированы в виде общего закона: скорость процесса прямо пропорциональна движущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению [85].

Для движения потоков материалов (жидкости или газа) через аппарат:

$$\frac{dV}{Sdt} = \frac{\Delta P}{R_1} = K_1 \Delta P,$$

где V – объем протекающей жидкости; S – площадь сечения аппарата; τ – время; R_1 – гидравлическое сопротивление; K_1 – коэффициент скорости процесса ΔP – перепад давления в аппарате.

Для переноса тепла

$$\frac{dQ}{Sd\tau} = \frac{\Delta t}{R_2} = K_2 \Delta t,$$

где Q – количество передаваемого тепла; S – поверхность теплообмена; R_2 – термическое сопротивление; $K_2 = 1/R_2$ – коэффициент теплопередачи Δt – средняя разность температур между обменивающимися теплом средами (материалами).

Для переноса вещества из одной фазы в другую

$$\frac{dM}{Sd\tau} = \frac{\Delta C}{R_3} = K_3 \Delta C,$$

где M – количество вещества, перенесенного из одной фазы в другую; S – поверхность контакта фаз; R_3 – диффузионное сопротивление; $K_3 = 1/R_3$ – коэффициент массопередачи; ΔC – разность между равновесной и рабочей концентрациями вещества в фазах.

Для химических превращений

$$\frac{dM}{Vd\tau} = K_4 \varphi(c),$$

где M – количество прореагировавшего в химическом процессе вещества; V – объем реактора (аппарата); K_4 – коэффициент скорости химического процесса; $\varphi(c)$ – движущая сила процесса; c – вектор концентраций реагирующих веществ.

В общем случае расчет процессов и аппаратов химических и биотехнологий проводят в определенной последовательности:

- 1) на основании закона сохранения материи (энергии) составляют уравнения материального (теплового) баланса процесса и определяют количество субстанции, перерабатываемой в единицу времени;
- 2) с использованием законов термодинамики определяют направление течения процесса и условия термодинамического равновесия;
- 3) по величинам, характеризующим рабочие и равновесные параметры, определяют движущую силу процесса;
- 4) на основании законов кинетики определяют коэффициент скорости процесса;
- 5) по полученным данным и рассчитывают основной конструктивный размер аппарата

$$d = \frac{G}{K \Delta f}.$$

Нахождение численных значений и является самой сложной частью расчета технологических аппаратов. При этом необходимо обоснованно решать вопросы масштабного перехода – распространения данных, полученных в лабораторных исследованиях, на промышленные объекты [84].

Мощным средством ускорения разработки новых химико-технологических процессов и аппаратов является математическое моделирование. Оно характеризуется системным подходом к процессу, т.е. разбивкой его на элементарные уровни составлением его иерархических (многоуровневых) моделей. С помощью построенных моделей на ЭВМ исследуют, оптимизируют и проектируют новые прогрессивные технологические процессы и оборудование. Следует отметить в заключение, что на нынешнем уровне прикладной гидродинамики составить полную математическую модель технологического процесса, учитывающую масштабный фактор, без экспериментов на крупномасштабном аппарате, пока невозможно, следовательно, невозможно решить вопросы масштабного перехода при помощи только математического моделирования. Оно должно сочетаться с гидродинамическим моделированием [84]. При этом математическое моделирование должно дать идеал промышленного аппарата, а гидромоделирование призвано помочь реально приблизиться к этому идеалу. Таким образом, в настоящее время сочетание двухуровневых лабораторных исследований новой технологии с гидродинамическим моделированием промышленной аппаратуры и математическим моделированием процесса в целом, является кратчайшим путем разработки новых процессов и аппаратов химической и биотехнологии.

3.3.2 Выбор конструкционного материала и механический расчет оборудования

В этом разделе приводятся сведения по составу перерабатываемой среды, виду коррозии, склонности конструкционных материалов к старению, стойкости их к действию тепловых ударов, стабильности структуры материала при термическом и механическом воздействии, степени чистоты поверхности, стоимости и дефицита материала.

Определяя коррозионную стойкость материала в данной коррозионной среде, необходимо указать глубинный показатель коррозии и произвести оценку стойкости материала по десятибалльной шкале.

Затем, определив принадлежность материала к группе, дать рекомендации по защите его от коррозии.

При выборе методов защиты оборудования от коррозии необходимо учитывать простоту, надежность и экономичность выбранного способа защиты материала.

Расчет всех нагруженных элементов производится по соответствующим ГОСТам, отраслевым нормам химического и нефтяного машиностроения.

Различают проектные и поверочные расчеты на прочность. При выполнении проектных расчетов (при разработке новых агрегатов) искомыми являются размеры отдельных элементов – толщины стенок, днищ, диаметры болтов и т.п.; проектные расчеты элементов сочетают с их конструированием.

Поверочные расчеты на прочность служат для определения возникающих в элементах напряжений и сравнения их с допускаемыми при заданных условиях эксплуатации.

ГОСТ 14249-80 "Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность" устанавливает нормы и методы расчета на прочность цилиндрических обечаек, конических элементов, днищ и крышек сосудов и аппаратов из углеродистых и легированных сталей, применяемых в химической, нефтеперерабатывающей и смежных отраслях промышленности и работающих в условиях однократных и многократных статических нагрузок под внутренним избыточным давлением, вакуумом или наружным избыточным давлением и под действием осевых, поперечных усилий и изгибающих моментов. Указанный стандарт устанавливает также значения допускаемых напряжений, модулей продольной упругости и коэффициентов прочности сварных швов. Нормы и методы расчета на прочность применимы при соблюдении правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденных Госгортехнадзором, и при условии, что отклонения от геометрической формы и неточности изготовления рассчитываемых элементов сосудов и аппаратов не превышают допусков, установленных нормативно-технической документацией.

Физико-химические характеристики конструкционных материалов и допускаемые напряжения определяют по расчетной температуре, которую находят на основании тепловых расчетов или по результатам испытаний. При положительных температурах за расчетную температуру стенки аппарата принимают наибольшее значение температуры стенки, при отрицательной (при определении допускаемых напряжений) – температуру 20 °С.

Под рабочим давлением для сосуда и аппарата понимают максимальное внутреннее избыточное или наружное давление, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса, без учета гидростатического давления среды и без учета допускаемого кратковременного повышения давления во время действия предохранительного устройства. Под расчетным давлением p в рабочих условиях для элементов сосудов и аппаратов понимают давление, при котором их рассчитывают на прочность. Расчетное давление, как правило, равно рабочему или больше его. Если давление в сосуде или аппарате во время действия предохранительных устройств повышается более чем на 10 % по сравнению с рабочим, то элементы аппарата следует рассчитывать на давление, равное 90 % давления при полном открытии предохранительного устройства. Если на элемент сосуда или аппарата действует давление, составляющее 5 % рабочего и более, то расчетное давление для этого элемента следует увеличить на эту величину.

Под пробным давлением понимают давление, при котором производят испытания сосуда или аппарата, а под расчетным давлением в условиях испытаний для элементов сосудов или аппаратов – давление, которому их подвергают во время пробного испытания.

Сосуды и аппараты рассчитывают на прочность по предельным нагрузкам, причем статически однократной нагрузкой условно считают такие, при которых число циклов нагружения от давления, стесненности температурных деформаций или других воздействий не превышает 10^3 . При определении числа циклов нагружения не учитывают колебание нагрузки в пределах 15 % расчетной. При числе циклов нагружения свыше 10^3 выполняют проверку по пределу выносливости.

Расчетная толщина стенки гладкой цилиндрической обечайки, нагруженной внутренним избыточным давлением, равна

$$s_R = pD / (2[\sigma]\phi_p - p),$$

где p – расчетное избыточное давление; D – внутренний диаметр обечайки; ϕ_p – коэффициент прочности сварного шва.

Исполнительную толщину рассчитывают по формуле:

$$s \geq s_R + c.$$

Прибавка $c = c_1 + c_2 + c_3$,

где c_1 – прибавка для компенсации коррозии и эрозии; c_2 – прибавка для компенсации минусового допуска; c_3 – технологическая прибавка, учитываемая предприятием-изготовителем при разработке рабочих чертежей для компенсации утонения стенки сосуда при вытяжке, штамповке и других технологических операциях.

Прибавка для компенсации коррозии

$$c_1 = \Pi \tau_a,$$

где Π – проницаемость материала, мм/год; τ_a – принятый срок службы аппарата, год; при $\Pi \leq 0,05$ мм/год принимают $c_1 = 1$ мм; для материалов, стойких в заданной среде, при отсутствии данных о проницаемости рекомендуют $c_1 = 2$ мм.

Допускаемое внутреннее избыточное давление

$$[p_p] = \{2[\sigma]\phi_p(s - c)\} / [D + (s - c)]. \quad (1)$$

Эти расчетные формулы применимы при отношении толщины стенки к диаметру $(s - c)/D \leq 0,1$ для обечаек и труб при $D \geq 200$ мм и $(s - c)/D \leq 0,3$ при $D < 200$ мм; при этом расчетные температуры не должны превышать значений, при которых возникает ползучесть материалов.

Толщину s_R стенки обечайки, нагруженной наружным давлением, рассчитывают по методике ГОСТ 14249-80 с помощью номограммы. Допускаемое наружное давление

$$[p] = [p]_p / \sqrt{1 + \left(\frac{[p]_p}{[p]_E}\right)^2}.$$

Из условия прочности допускаемое давление $[p]_p$ определяют по выражению (1), а из условия устойчивости в пределах упругости – по формуле

$$[p]_E = \frac{18 \cdot 10^{-6} E D}{n_y B_1 l} \left[\frac{100(s-c)}{D} \right]^2 \sqrt{\frac{100(s-c)}{D}},$$

где E – модуль продольной упругости; $n_y = 2,4$ – коэффициент запаса устойчивости;

$$B_1 = \min \left\{ 1, 0; 8, 15 \frac{D}{l} \sqrt{\frac{D}{100(s-c)}} \right\} \text{ – безразмерный коэффициент.}$$

Если проектируемое оборудование подведомственно Госгортехнадзору, то производится дополнительно поверочный расчет основных элементов по методике этой организации. Выполнение расчетов в записке должно начинаться со ссылки на номер чертежа оборудования и сопровождаться вычерчиванием схем приложения нагрузок, эпюр сил и т.п.

3.3.3 Подбор технологического оборудования или его разработка

Подобранное технологическое оборудование должно обеспечить заданную мощность производства при условии его нормальной эксплуатации. С учетом затрат времени на капитальный ремонт продолжительность работы технологического оборудования принимают равной 330 суток в течение года. С учетом остановок на планово-предупредительные ремонты для непрерывных процессов уменьшают до 300 суток; для периодических вводят запас производительности оборудования, компенсирующий простои во время ремонтов.

В случае выбора емкостных аппаратов учитывают коэффициент их заполнения, т.е. отношения объема реакционной массы в аппарате (рабочего объема аппарата V_p) к объему аппарата

$$\varphi = V_p / V.$$

Он зависит от особенностей процесса: при кипении, вспенивании реакционной массы коэффициент заполнения составляет 0,3 ... 0,5, при перемешивании – 0,5 ... 0,8, для стадии хранения жидкостей – 0,9.

Для выбора технологического оборудования периодических процессов необходимо знать продолжительность технологических стадий τ_i , которая определяется кинетикой процесса и режимом работы конкретного технологического аппарата. Данные по продолжительности процесса на каждой технологической стадии можно определить из уравнений кинетики процесса или выбрать из регламента производства, являющегося базой практики студента.

При выборе емкостного оборудования для периодических процессов поступают следующим образом. Составляется расписание работы технологической схемы в виде графика Ганта [91]. По заданной производительности B и известному фонду рабочего времени оборудования $T_{эфф} = 330$ сут рассчитывают массовый размер партии выпускаемого продукта

$$b = \frac{B}{T_{эфф}} \tau_L,$$

где $\tau_L = \max_{j=1,m} \tau_j$; τ_j – продолжительность стадии j ; τ_L – длительность цикла технологической схемы производства.

Далее по известным значениям постадийных материальных индексов S_j определяют объемы V_j емкостных аппаратов по стадиям производства:

$$V_j = b S_j^{1+z_j} / \varphi_j, \quad j = \overline{1, m},$$

где S_j – объем реакционной массы, который требуется подвергнуть обработке на стадии j , чтобы на выходе технологической схемы получить единицу массы продукта; φ_j – коэффициент заполнения объема аппарата на j -ой стадии.

Часто оказывается более выгодным поставить на отдельной стадии вместо одного крупногабаритного несколько однотипных малогабаритных аппаратов, которые работают в технологической схеме с равномерным временным сдвигом. При этом необходимо определить оптимальные значения числа N_j^* параллельно включенных аппаратов на j -ой стадии, размер партии выпускаемого продукта b^* и продолжительность цикла технологической схемы τ_L^* , при которых суммарные затраты на приобретение оборудования будут минимальны, т.е.

$$\sum_{j=1}^m N_j \alpha_j V_j^{\beta_j} \Rightarrow \min_{N_j, q, \tau_L}$$

при ограничениях:

на общее время работы технологической схемы

$$\sum_{j=1}^m \tau_j + \tau_L \left(\frac{B}{b} - 1 \right) \leq T_{\text{эфф}} ;$$

$$\tau_L = \max_{j=1, m} \tau_j / N_j ;$$

$$\frac{S_j^{(1+z_j)} b}{\bar{\varphi}_j} \leq V_j \leq \frac{S_j^{(1+z_j)} b}{\underline{\varphi}_j} ,$$

где α_j, β_j – коэффициенты, полученные методом наименьших квадратов по данным прейскурантных цен на стандартное оборудование. Эта задача может быть решена численными методами нелинейного программирования.

Необходимым условием выбора технологического оборудования является надежность и безопасность его работы в течение установленного регламентом срока. При этом предпочтение следует отдавать серийно выпускаемому промышленностью технологическому оборудованию, подбор которого после проведения необходимых расчетов производится по каталогам машиностроительных заводов [40 – 45, 47].

Несмотря на многообразие серийно выпускаемого оборудования, при проектировании и модернизации производств часто приходится разрабатывать нестандартное оборудование, отличающееся от стандартного более высокими технико-экономическими показателями.

Нестандартное оборудование ориентировано на конкретный технологический процесс и проектируется специально для него из расчета на заданную производительность.

Расчет нестандартного оборудования производится аналогично расчету стандартного оборудования. Выбрав тип оборудования и определив его размеры, студент выполняет механические расчеты и разрабатывает чертежи нестандартного оборудования.

3.4 Разработка принципиальной технологической схемы со средствами автоматизации и ее описание

Принципиальную технологическую схему разрабатывают на основе эскизной технологической схемы и чертежей общего вида выбранного оборудования. При этом выбираются способы доставки сырья в цех и отгрузки готовой продукции, обезвреживания и удаления отходов производства, вопросы обеспечения экологической безопасности и охраны труда, автоматизации и механизации производства.

Аппараты можно изображать без соблюдения масштаба, но с учетом соотношения размеров. Обязательным является распределение их по высотным отметкам. По горизонтали аппаратуру располагают последовательно в соответствии с технологическими стадиями процесса. Расстояние между аппаратами на схеме должно быть таким, чтобы она удобно читалась.

Каждый аппарат изображается по контурам или в разрезе, отражающим его принципиальное устройство. При установке на технологической стадии нескольких однотипных аппаратов, работающих параллельно, изображают один, а число их указывают в экспликации на оборудование. Для непрерывных процессов при использовании каскада изображают все аппараты.

Основные материальные потоки наносят четкими сплошными линиями с указанием их направления и нумерацией потоков, расшифровка которой приводится в правом верхнем углу схемы.

Каждый аппарат на технологической схеме должен иметь номер, который сохраняется во всех частях проекта (технологической, строительной, электротехнической и т.д.). Аппараты на схеме нумеруют слева направо с учетом технологической последовательности.

На технологической схеме обязательно отмечают, откуда и как поступает в цех сырье, куда и каким способом удаляется готовая продукция, отходы, сточные воды. При большом расходе сырья целесообразно организовать его прием на цеховой склад. В этом случае изображают схему приема сырья в цех (исходная тара – способ разгрузки – приемная емкость). Если для транспортировки сырья и готовой продукции предусмотрен напольный транспорт, это указывают на технологической схеме.

На принципиальной технологической схеме изображают оборудование не только основных, но и вспомогательных технологических стадий (операций), таких, как подготовка (измельчение, растворение, суспензирование и т.д.) и дозирование сырья, промежуточное хранение продуктов, поглощение отходящих газов и т.п.

На линиях основных и вспомогательных потоков показывают условными обозначениями арматуру.

После изображения всего оборудования и материальных потоков составляется экспликация оборудования. Экспликация содержит номер, обозначение чертежа аппарата, наименование оборудования, основную характеристику, количество аппаратов и конструкционный материал.

На принципиальной технологической схеме изображают функциональную схему автоматизации. Автоматизация технологической схемы должна обеспечить контроль, регулирование и сигнализацию предельных значений параметров процесса и состояния технологического оборудования, блокировку и остановку технологических машин и аппаратов в аварийных ситуациях.

Приборы и средства автоматизации при выполнении принципиальной технологической схемы могут изображаться развернуто или упрощенно. При развернутом изображении на схеме показывают: отборные устройства, датчики, преобразователи, вторичные приборы, исполнительные механизмы, регулирующие и запорные механизмы, аппаратуру управления и сигнализации, комплектные устройства (управляющие вычислительные машины, телемеханические устройства) и т.д.

При упрощенном изображении на схеме показывают: отборные устройства, измерительные и регулирующие приборы, исполнительные механизмы и регулирующие органы.

Приборы, средства автоматизации, электрические, вычислительные и микропроцессорные устройства на принципиальной технологической схеме показываются в соответствии с ГОСТ 21.404-85. Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на принципиальной технологической схеме, присваиваются позиционные обозначения, сохраняющиеся во всех чертежах и материалах проекта. Отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов не имеет специального обозначения, а представляет собой тонкую сплошную линию, соединяющую технологический трубопровод или аппарат с первичным измерительным преобразователем.

Выбор методов и средств автоматизации производственных процессов студент осуществляет под руководством консультанта кафедры АСП ТГТУ.

После разработки принципиальной технологической схемы составляют полное описание. При описании собственно технологической стадии кратко сообщается о конструкции аппарата, способе загрузки сырья и выгрузки продуктов переработки, дается характеристика протекающего процесса и способов его проведения (периодический, непрерывный, циклический), перечисляются основные параметры процесса (давление, температура и др.), методы их контроля и регулирования, а также все отходы и побочные продукты технологической стадии.

В записке должны быть перечислены все имеющиеся на чертеже аппараты с указанием присваиваемых им по схеме номеров. Описываются также принятые в проекте способы внутрицеховой транспортировки сырья, вспомогательных материалов, реакционных масс, отходов и готовых продуктов.

3.5 Компоновка оборудования

Под компоновкой производства понимают размещение технологического оборудования и сооружений, обеспечивающее нормальное течение технологического процесса, безопасность эксплуатации оборудования, нормальные условия для монтажа и ремонта аппаратуры при оптимальном объеме строительства. Различают три варианта компоновки химических производств: закрытый (в промышленных зданиях), открытый (на открытых площадках) и смешанный.

Основными исходными данными для проектного размещения оборудования являются:

- принципиальная технологическая схема;
- чертежи общих видов машин и аппаратов;
- схемы складских и транспортных операций.

Трудно рекомендовать какие-либо универсальные методы компоновки оборудования, так как в каждом конкретном случае следует учитывать специфику производства, климатические условия района строительства и многие другие факторы.

Большое внимание при компоновке следует уделять вопросам монтажа оборудования. Например, иногда конструкция емкостного реактора предусматривает монтаж и демонтаж мешалки вместе с приводом и крышкой аппарата. Поэтому при извлечении такого комплекса из корпуса требуется большая высота над реактором. Для этого следует предусматривать свободные монтажные проемы над аппаратом. Также следует предусматривать дополнительную площадь для демонтажа оборудования, например, при извлечении трубного пучка из кожуха громоздкого теплообменника.

При отсутствии в проектируемом цехе мостового крана необходимо предусматривать в цехе ворота и проезды для самоходных монтажных кранов.

Особое внимание следует уделить созданию условий для монтажа аппаратов колонного типа. Они, как правило, располагаются на открытых площадках рядом с производственными зданиями, вдоль их длинных сторон. Перед колоннами нужно предусматривать свободную площадку, на которой колонны подготавливают к подъему и устанавливаются монтажные средства.

Большое влияние на компоновку оказывают требования ремонта:

- чистка реакторов, колонн, сборников от шлама и смол, а также теплопередающих поверхностей от накипи, а это связано со снятием крышек, открытием люков, что требует дополнительной рабочей площади вокруг этих аппаратов и установки кран-балок, монорельсов с таями;
- устранение неплотностей фланцевых соединений, подтяжка сальников и замена их набивки и т.п. требует соответствующие площадки для выполнения данных работ;
- замена изношенных деталей компрессоров, дробилок, мельниц, транспортеров требует также дополнительной площади и установки упомянутых выше подъемно-транспортных механизмов;
- восстановление футеровки, изоляции, покраски связано с устройством приспособлений для подъема изоляции, футеровочной плитки, со строительством лесов, что требует дополнительных производственных объемов.

Размещая технологическое оборудование, стремятся снизить первоначальные капитальные вложения за счет уменьшения объема строительных сооружений, сокращения трубопроводных коммуникаций. Этого можно достичь, располагая оборудование на минимальном расстоянии друг от друга. Обычно этот минимальный проход между аппаратами, а также между аппаратом и строительным элементом равен 0,8 м.

При этом основные проходы по фронту обслуживания и между рядами машин (компрессоры, насосы и аппараты с местными контрольно-измерительными приборами) должны быть шириной 2 м.

Однако минимизация трубопроводных коммуникаций вступает в противоречие с другими требованиями компоновки оборудования. Например, наряду со стремлением сгруппировать аппараты по определенным признакам, допустим выполняющим сходные операции: выпарные установки, сульфураторы и т.п., могут реализоваться и другие принципы группировки: оборудование с большим выделением пыли, вибрирующие агрегаты. Объединение подобных аппаратов в отдельном помещении дает определенные выгоды. Например, сгруппированное пылящее оборудование позволяет свести к минимуму количество вентиляционных камер.

Большое внимание уделяется вибрирующему оборудованию: компрессоры, дробилки, вентиляторы, насосы и другие машины. Это оборудование размещают на массивных фундаментах, изолированных от строительных конструкций.

Прицеховые емкости сырья – тяжелое и крупногабаритное оборудование – размещают на первом этаже, поскольку расположение его на верхних этажах вызовет необходимость усложнения и удорожание строительных конструкций. Следует также помнить, что тяжелое оборудование, обслуживаемое подъемными кранами, необходимо размещать в зоне приближения крюка крана.

Итак, суть вышеизложенных положений сводится к следующему:

- исходной базой для компоновки служат общие виды оборудования, принципиальная технологическая схема, которая указывает на размещение оборудования по различным высотным отметкам;
- компоновка оборудования проводится по одному из вариантов: закрытому, открытому или смешанному;
- определяя при компоновке производственную площадь, следует учитывать специфику монтажа и ремонта конкретного оборудования;
- с целью минимизации объема строительных сооружений и трубопроводных коммуникаций принимают расстояние между аппаратами не менее 0,8 м, а ширину прохода между рядами оборудования – 2 м;
- учитывая ограниченные нагрузки на строительные элементы, тяжелое оборудование располагают на первом этаже, а вибрирующее – на изолированных фундаментах;
- при компоновке следует группировать в отдельных помещениях оборудование по сходным признакам (пылящее, перерабатывающее взрывоопасные вещества и т.д.).

Выбрав вариант компоновки (открытый, закрытый или смешанный) и учитывая изложенные рекомендации, приступают непосредственно к проектному размещению основного и вспомогательного оборудования.

Вначале определяют с учетом технологии производства и условий застройки этажность здания или железобетонного постамент. После этого группируют аппараты по сходным признакам. Затем на чертежах в масштабе 1:100 изображают планы каждого этажа с нанесением сетки колонн и наружных контуров аппаратов.

На строительных планах колонны обозначают пересечением двух взаимно перпендикулярных продольных и поперечных разбивочных осевых линий. Систему продольных и поперечных осей по рядам колонн называют сеткой колонн. Расстояние между опорами (по продольным осям), перекрываемое балками или фермами называется пролетом.

Расстояние между поперечными разбивочными осями называют шагом колонн (обычно 6 или 12 м) и обозначают слева направо арабскими цифрами.

Аппараты ориентируют и привязывают по двум направлениям к осям колонн и к уже нанесенным на план аппаратам.

Кроме изображения оборудования в плане по этажам делают поперечные и продольные разрезы, на которых стараются показать все аппараты. Как и на планах, в разрезах оборудование изображается контурно и дается способ его установки: на фундаменте, на консолях и т.д. К планам и разрезам цеха дается экспликация, номера аппаратов, в которой обязательно должны совпадать с их номерами на технологической схеме. В экспликации указывается наименование аппарата, его конструкционный материал, характеристика, количество таких аппаратов и масса аппарата. Цеховой напольный транспорт не изображается на планах при компоновке.

При определении общей производственной площади следует учитывать, что 40 – 50 % ее занимает трубопроводная обвязка.

Различные варианты компоновки оборудования отличаются друг от друга длиной соединяющих их трубопроводов, транспортеров, линий пневмотранспорта, количеством и типом газодувок, насосов, промежуточных емкостей, этажностью строительных сооружений и т.д.

3.6 Разработка и описание прогрессивных способов монтажа, диагностики и ремонта технологического оборудования

В данном разделе описываются организационные мероприятия по монтажу всей установки (цеха, отделения). Даются рекомендации по выбору монтажных механизмов и устройств. Приводится описание приемов монтажа и испытания оборудования данного на специальную разработку в задании на дипломное проектирование. На чертежах общего вида аппаратуры дается схема строповки.

Также описывается организация ремонтной службы в проектируемом цехе (отделении). Для оборудования спецразработки указываются правила эксплуатации, диагностики, виды ремонтов, их периодичность и методы восстановления его работоспособности.

3.7 Решение задач промэкологии

Этот раздел включает анализ совместимости проектируемого объекта с экосистемой, мероприятия и технические решения задач промэкологии, расчет и выбор оборудования для очистки и переработки газовых, жидких и твердых отходов проектируемого производства [104].

3.8 Мероприятия по БЖ и производственной санитарии

В данном разделе, в зависимости от конкретной темы проекта, должны быть проанализированы: характеристики наиболее пожаро- и взрывоопасных веществ, применяемых в технологическом процессе, категория производства, класс помещения или наружной установки по ПУЭ, исполнение и тип электрооборудования, разработаны мероприятия по защите обслуживающего персонала от статического электричества, приведены расчеты заземления или зануления электрооборудования, допустимые значения концентраций вредных перерабатываемых веществ в окружающей среде. Также должны быть даны рекомендации по индивидуальным средствам защиты и сделан расчет местной и общеобменной вентиляции.

При необходимости делаются расчеты и описываются мероприятия по безопасной эксплуатации оборудования, специфичного для проектируемого производства.

Этот раздел разрабатывается в соответствии с требованиями секции БЖД.

3.9 Экономическое обоснование проекта

При выполнении организационно-экономической части дипломного проекта студенты рассчитывают экономическую эффективность варианта производства, разрабатываемого в дипломном проекте.

Определяют показатели экономической эффективности, объем годового экономического эффекта от осуществления какого-либо усовершенствования или мероприятия и ряда других показателей, конкретный состав которых определяется консультантом по экономической части дипломного проекта применительно к работе предприятий в условиях хозрасчета, самокупаемости и самофинансирования.

Оформление всех расчетов экономической части производится на основе методических рекомендаций по экономике производства при использовании материалов производственной практики.

Этот раздел разрабатывается в соответствии с требованиями кафедры экономики ТГТУ [2].

3.10 Выводы

В этом параграфе приводятся основные результаты, достигнутые в дипломном проекте.

Выводы должны быть сделаны на основе сравнительного анализа технико-экономических показателей действующего производства и проектируемого. Обязательно указывают, за счет каких технических решений достигнуто улучшение технико-экономических показателей проектируемого объекта. Необходимо также отметить преимущества, связанные с реализацией проектных предложений, и охарактеризовать перспективы развития работ в этой области.

3.11 Список используемых источников

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на них в тексте пояснительной записки и нумеровать арабскими цифрами с точкой. Оформление списка используемых источников должно соответствовать ГОСТ 7.1-84.

4 СОСТАВ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

4.1 Структура графической части

Графическая часть проектов должна выполняться в соответствии с требованиями Государственных стандартов, Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Стандарта предприятия СТП ТГТУ 07-97 [1].

Состав графической части определяется темой проекта (см. выше). Как правило, графическая часть дипломного проекта содержит следующие чертежи: технологическую схему цеха (отделения) и функциональную схему автоматизации 1-2 листа (допускается совмещать данные схемы на одном чертеже); компоновочный чертеж 1-2 листа; чертежи общего вида аппарата (машины) и чертежи сборочных единиц (7-8 листов). Кроме того, в зависимости от вида проектируемого оборудования в графическую часть могут входить также чертежи наиболее сложных деталей. В этом случае чертеж детали должен содержать кроме изображения детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Если исходными данными дипломного проекта являются материалы машиностроительных заводов, то чертеж технологической схемы и компоновочный чертеж могут отсутствовать, а объем чертежей на специальную разработку соответственно увеличивается.

4.2 Форматы

Для выполнения чертежей и схем дипломного проекта необходимо применять стандартные форматы согласно ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. В качестве основного формата следует использовать формат А1 (594×841 мм). Можно также применять форматы А0 (841×189 мм), А2 (420×594 мм), А3 (420×297 мм), А4 (210×297 мм). Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам: А4×N, А2×N, А0×N.

4.3 Основная надпись

Чертежи дипломного проекта имеют основную надпись, которую располагают в правом нижнем углу. Содержание, расположение и размеры граф основной надписи должны соответствовать ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Пример заполнения граф основной надписи для чертежей приведен в приложении В. Допускается для последующих листов чертежей и схем применять форму 4 ГОСТ 2.104-68 для основной надписи.

В графе 1 основной надписи указывают наименование изделия, которое должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности, кратким. При этом наименование изделия следует записывать в именительном падеже единственного числа. Если наименование состоит из нескольких слов, то на первом месте должно быть имя существительное, например: "Сушилка барабанная". Для чертежей сборочных единиц под наименованием в этой же графе пишется: "Сборочный чертеж", а для чертежей общего вида - "Чертеж общего вида".

В графе 2 основной надписи указывают обозначение документа. Графические документы конструкторских проектов должны быть обозначены по классификатору НИИХИММАШ. Состав обозначения соответствующих конструкторских документов изложен ниже.

Повторное обозначение конструкторских документов указывают в дополнительной графе, расположенной в верхней части листа и имеющей размеры 70 × 14 мм. Графа располагается в дальнем от основной надписи углу формата вдоль ближайшей к этой надписи длинной стороне листа. Обозначение в этой графе необходимо указывать повернутым либо на 180 градусов, либо на 90 градусов относительно основной надписи в зависимости от расположения графы.

4.4 Масштабы

Масштабы изображений и их обозначения на чертежах должны выбираться по [53].

Не рекомендуется применять масштабы уменьшения 1:25; 1:15; 1:75 и масштаб увеличения 2,5:1. Если общий вид аппарата и чертежи сборочных единиц выполняются на нескольких листах, то на последующих листах должен быть указан такой же масштаб, какой указан на первом листе чертежа. Разрез или выноска узла, масштаб которого отличается от масштаба основной надписи, обозначается следующим образом: А-А(1:2).

4.5 Спецификация

Согласно [54] допускается совмещение спецификации с чертежом, т.е. размещать ее на поле чертежа. В связи с этим в дипломном проекте спецификацию следует выполнять на первых листах чертежей общего вида или сборочных единиц над основной надписью.

Форму и порядок заполнения спецификации изделия устанавливает ГОСТ 2.108-68. В общем случае спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, материалы, комплекты. Наименование каждого раздела необходимо указывать в виде заголовка в графе "Наименование". Наименования разделов подчеркиваются, между разделами целесообразно оставлять 3 – 5 свободных строк. После каждого раздела следует резервировать и номера позиций. Так как спецификация совмещается с чертежом, то раздел "Документация" в ней может отсутствовать. Наличие других разделов определяется составом специфицируемого изделия.

При заполнении граф спецификации следует придерживаться следующих рекомендаций.

Графу "Формат" не заполняют для документов, записанных в разделах: "Стандартные изделия", "Прочие изделия" и "Материалы". Для сборочных единиц и деталей, на которые в проекте отсутствуют чертежи, в данной графе необходимо указывать: БЧ ("Без чертежа"). Если чертеж выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе "Формат" проставляют "Звездочку" со скобкой, а в графе "Примечание" перечисляют все форматы в порядке их увеличения: (*А2, А1).

Для составных частей изделия (сборочные единицы, детали), на которые в проекте не разработаны чертежи графу "Обозначение" не заполняют. При заполнении спецификации в данной графе для сборочных единиц и деталей, на которые в проекте разработаны чертежи, а также в графе 2 основной надписи (см. п. 4.1.2), указывают обозначения основных конструкторских документов. Обозначение состоит из наименования проекта (курсовой – КП, дипломный – ДП), года выполнения проекта (указывается последняя цифра текущего года) и шифра автора проекта (двух цифр, соответствующих номеру автора в приказе на дипломное проектирование, а при выполнении курсового проекта – порядковый в списке группы) (полученные три цифры образуют первый блок обозначения), индекса проектируемого оборудования (выбирается по классификатору НИИХИММАШа) и трех блоков цифр по две или три цифры в зависимости от предполагаемого деления специфицируемого изделия на составные части. Индекс и блоки цифр разделяются между собой точкой. Первый после индекса проекта блок цифр служит для обозначения порядкового номера комплекса, второй - для обозначения порядкового номера сборочной единицы определяемого комплекса, а третий – для обозначения номера детали, принадлежащей определенной сборочной единице какого-либо комплекса, обозначение заканчивается шифром документа, который записывается после блока цифр через точку: ГЧ – габаритный чертеж, КЧ – компоновочный чертеж, ВО – вид общий, ТС – схема технологическая принципиальная, СЗ – схема технологическая и автоматизации принципиальная, и т.д.

В обозначении деталей буквенный шифр отсутствует. Следовательно, обозначение ДП-201.131.01.05.007 соответствует детали 7 из сборочной единицы 5, входящей в комплекс 1 барабанной сушилки (131 – индекс барабанной сушилки по классификатору НИИХИММАШа). Первый блок цифр (201) указывает, что дипломный проект выполнен в 2002 г. студентом, фамилия которого значится в приказе на проектирование

под номером 1. Обозначение "ДП-201.131.00.01.000.ВО" соответствует сборочной единице 1 барабанной сушилки. Разрешается конструкцию проектируемого аппарата (машины) не разбивать на комплексы. В этом случае первый блок цифр после индекса проекта в обозначении может отсутствовать (ДП-201.131.01.000.ВО).

Марку материала для деталей и стандартных изделий следует указывать в графе "Примечание" спецификации. При этом в обозначении марки материала ГОСТ можно не указывать. Последняя строка спецификации должна располагаться от основной надписи на расстоянии до 10 мм.

При большом числе позиций спецификация может располагаться в двух и более столбцах. В этом случае нумерация позиций в последующем столбце спецификации производится также сверху вниз.

Если запись в какой-либо графе спецификации не помещается на одной строке, ее следует помещать на двух и более строках.

Форма спецификации и порядок ее заполнения приведены в приложении Г.

4.6 Чертежи общих видов

Правила выполнения чертежей общего вида определены: [52 – 67], а сборочных чертежей – в ГОСТ 2.109-73 "ЕСКД. Основные требования к чертежам".

В общем случае чертеж общего вида должен содержать следующие сведения: изображение изделия (аппарата, машины), необходимые виды, разрезы и сечения, основные размеры, таблицу назначения штуцеров, патрубков и т.п., техническую характеристику, технические требования, спецификацию изделия.

Все размеры делятся на исполнительные и справочные. Исполнительными размерами называются размеры, подлежащие выполнению по данному чертежу, т.е. необходимые для изготовления и контроля изделия.

Справочными называются размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу. Справочные размеры указываются для большего удобства пользования чертежом. На чертеже их отмечают знаком *, а в технических требованиях записывают:

** Размеры для справок.*

Если все размеры на чертеже справочные, их знаком * не отмечают, а в технических требованиях записывают:

Размеры для справок.

На чертежах общего вида проставляются следующие виды справочных размеров: габаритные, установочные, присоединительные и посадочные.

Размеры, определяющие предельные внешние (или внутренние) очертания машины или аппарата, называются габаритными. Установочные и присоединительные размеры определяют величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию. Посадочными называются размеры, определяющие номинальную величину и предельные отклонения сопрягаемых деталей.

На чертежах узлов кроме вышеперечисленных справочных размеров проставляются исполнительные размеры (например, размеры, относящиеся к штифтовому соединению, если они выполняются при сборке узла и отверстия под штифт в разных деталях обрабатываются совместно), а также справочные размеры, способствующие лучшему прочтению чертежа при изготовлении узла. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях и спецификации.

На чертежах общего вида изделия необходимо изображать временные защитные детали (ответные фланцы, заглушки и т.д.)

Надписи, техническую характеристику, технические требования и таблицы на чертеже следует выполнять в соответствии с [67].

Техническая характеристика обязательно должны быть на чертеже общего вида машины или аппарата и, по необходимости, на чертежах их сборочных единиц. В технической характеристике аппарата или машины, как правило, следует указывать назначение, объем аппарата - номинальный и рабочий, производительность, площадь поверхности теплообмена, максимальное давление, максимальную температуру среды, мощность привода, вес агрегатов и их габаритные размеры, токсичность и взрывоопасность среды, другие необходимые данные. Каждый пункт технической характеристики записывают с новой строки.

В технических требованиях указывают: обозначения ГОСТ, согласно которым должен быть изготовлен и испытан аппарат, обозначения ГОСТ на основные материалы, требования к контролю и испытанию, требования к эксплуатации машины или аппарата и т.п.

Техническую характеристику и технические требования помещают под заголовками "Техническая характеристика" и "Технические требования", которые не подчеркивают. Если на чертеже приводятся только технические требования, то заголовок "Технические требования" не пишут.

При выполнении чертежа на двух или более листах текстовую часть следует помещать только на первом листе.

Текстовая часть – технические требования и техническая характеристика должны располагаться над спецификацией. В случаях, если над спецификацией недостаточно места, текст технических требований следует размещать рядом со спецификацией в виде колонки шириной 185 мм.

Надписи на чертежах должны быть краткими и точными. В них не допускаются сокращения слов, за исключением общепринятых и установленных в ГОСТах и ОСТах.

Рядом с изображением на полках линий-выносок наносят надписи, относящиеся непосредственно к изображению предмета. Например, указания о количестве конструктивных элементов (отверстий, канавок и т.п.), если они не внесены в таблицу, указания лицевой стороны, направления проката, волокон и т.д.

На первом листе общего вида при необходимости располагается таблица штуцеров, которая должна выполняться по следующей форме:

Обоз- наче- ние	Наименование	Кол.	Проход услов- ный Ду, мм	Давле- ние ус- ловное Ру, МПа
12	90	10	18	148

Таблицу штуцеров целесообразно располагать над основной надписью чертежа; допускается размещение таблицы штуцеров слева от основной надписи. Обозначение штуцера в виде прописной буквы русского алфавита представляется в таблице и на чертеже. На чертежах обозначение штуцера предоставляется на полках линий-выносок, проводимых от штуцера. При этом не допускается повторения буквенных обозначений с видами, разрезами и сечениями. Над таблицей помещают заголовок "Таблица штуцеров".

Для обозначения видов, разрезов и сечений на чертеже применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением букв: Й, О, Х, Ъ, Ь, Ь. Буквенные обозначения необходимо присваивать в алфавитном порядке без повторения. В случае недостатка букв следует применять цифровую индексацию, например: "А₁", "Б₁" и т. д. Для буквенных обозначений необходимо применять шрифт размером в два раза больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже.

На чертеже все составные части изделия необходимо нумеровать в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этого изделия. Номера позиций на чертеже следует располагать вне контура изображения параллельно основной надписи, группируя их в колонки или строчки, по возможности, на одной линии. Номера позиций следует наносить шрифтом, размером на 1-2 номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Линии на чертежах должны соответствовать ГОСТ 2.303-68. Все надписи следует выполнять по ГОСТ 2.304-68, а изображение видов, разрезов и сечений – по ГОСТ 2.305-68. Виды, разрезы и сечения допускается поворачивать. В этом случае обозначение соответствующего изображения должно быть дополнено условным графическим обозначением, которое читается словом "Повернуто".

Направление поворота (по часовой или против часовой стрелки) указывается направлением стрелки.

При необходимости указывают угол поворота, например, 135°.

При наличии на чертеже какого-либо слишком мелкого фрагмента конструкции и потому плохо читаемого, его целесообразно изображать отдельно в увеличенном масштабе в виде "выносного элемента". Соответствующее место выносного элемента на виде, разрезе или сечении отмечают замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, овалом, прямоугольником и т.д. Обозначают выносной элемент прописной буквой на полке линии-выноске. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен: А(2:1).

Если чертеж общего вида или сборочной единицы выполняется на двух и более листах, то часто возникают трудности отыскания нужного дополнительного изображения (сечений, разрезов, дополнительных видов и выносных элементов). В этом случае на изображениях, где показано положение секущих плоскостей, стрелок, указывающих направление проектирования, или линий-выносок, рядом с буквенным обозначением в скобках необходимо указывать номер листа, на котором помещено соответствующее дополнительное изображение. Номер листа следует указывать только один раз, например, А-А(2), Б(3) и т.д.

Над дополнительным изображением справа от буквенного обозначения в скобках указывается номер листа, на котором данное изображение отмечено стрелкой, секущей плоскостью или линией-выносковой. В качестве примера приведем обозначение разреза и сечения, выполненного в масштабе 1:2 (при этом в угловом штампе указан другой масштаб), повернутого на 50° против часовой стрелки, секущие плоскости которого показаны на листе 1: А-А(1:2) 50° (1). При нанесении штриховки и обозначении материалов в разрезах и сечениях необходимо руководствоваться ГОСТ 2.306-68. Размеры и предельные отклонения на чертежах следует определять по ГОСТ 2.307-68. Покрытия, термическую обработку и другие виды обработки необходимо обозначать по ГОСТ 2.310-68. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей на чертежах следует указывать по ГОСТ 2.308-79. Шероховатость поверхностей необходимо обозначать по ГОСТ 2.309-73.

На чертежах сварного изделия сварные швы должны быть показаны по правилам ГОСТ 2.312-72. Условное обозначение шва сварного соединения следует наносить на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны, и под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны. При этом линия-выноска имеет одностороннюю стрелку по месту касания линии шва. Структура условного обозначения стандартного шва, в общем случае, складывается из вспомогательных знаков шва, стандарта на тип шва, буквенно-цифрового обозначения шва по стандарту, способа сварки (можно не указывать), катета шва.

Сварочные материалы можно указывать на чертеже в технических требованиях или таблице швов. Допускается сварочные материалы не указывать.

Если на чертеже имеются одинаковые швы, то обозначение следует наносить у одного из изображений, а от изображений остальных одинаковых швов необходимо проводить линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам следует присвоить один порядковый номер и наносить его на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва; на полке или под полкой линии-выноски, не имеющей обозначения шва.

Допускается одинаковым швам на чертеже не присваивать порядковые номера, а отмечать их линиями-выносками без полок.

При необходимости на свободном поле чертежа можно располагать таблицу сварных швов, выполняемую по следующей форме:

№ шва	Обозначение сварного шва	Кол.	Общая длина, м	Присадочный материал	Масса наплавленного металла, кг	
						20
1	ГОСТ 14771-76-02	3	0.5	Проволока 2,0св-0,8Г20 ГОСТ 2246-76	1.2	
2	ГОСТ 14771-76-Н1-Д5	6	0.75	Электрод АН06-5-2 ГОСТ 9466-75	1.8	
		12	65	15	20	40
185						

4.7 Правила выполнения принципиальной технологической схемы цеха (отделения) и функциональной схемы автоматизации

При выполнении технологической схемы следует руководствоваться [2, 68]. На технологической схеме (это, как правило, принципиальная схема) должно быть показано основное и вспомогательное оборудование цеха (отделения) в технологической последовательности, указаны основные технологические связи между изделиями (трубопроводы), а также элементы, имеющие самостоятельное функциональное значение (насосы, арматура и т.д.).

На чертеже технологической схемы над основной надписью следует располагать перечень основного оборудования (экспликацию), которая заполняется сверху вниз и выполняется по следующей форме:

Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		35	90	10	
185					

В экспликации принципиальной схемы следует указывать: в графе "Поз." – позиционное обозначение элементов схемы, "Обозначение" – обозначение разрабатываемого оборудования, "Наименование" – наименование оборудования согласно чертежу или каталогу, "Кол." – количество оборудования, имеющего одинаковую размерность, конструкцию и назначение, "Примечание" – основные технические характеристики оборудования (по необходимости).

Все оборудование (аппараты, насосы, вентиляторы и др.) на схеме необходимо изображать сплошными тонкими линиями толщиной 0,3 ... 0,5 мм, а трубопроводы и арматуру – сплошными основными линиями [59], т.е. в два раза толще, чем оборудование.

Аппараты, машины, трубопроводы и запорную арматуру на принципиальной технологической схеме следует изображать условно [2].

При отсутствии стандарта на данное оборудование, его необходимо изображать схематически с основными технологическими штуцерами, загрузочными люками, входами и выходами основных продуктов. На чертеже технологической схемы необходимо указывать ориентировочные высотные отметки расположения оборудования.

Линии трубопроводов, а также расположенные на них арматуру и приборы следует показывать на схеме горизонтально и вертикально. Условное обозначение трубопроводов состоит из графического обозначения трубопровода по ГОСТ 2.784-70 и цифрового обозначения транспортируемой среды.

Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации на схемах выполняют линиями толщиной 0,5...0,6 мм, а линии связи 0,2 ... 0,3 мм.

Условные изображения и обозначения трубопроводов, принятые на схеме, должны быть расшифрованы в таблице условных обозначений по форме:

20	Условное обозначение		Наименование среды в трубопроводе
	цифр.	графическое	
8	20	50	
140			

Обозначение потока жидкости или газа следует выполнять по ГОСТ 2.721-74.

Не допускается пересекать изображения машин (аппаратов) и других изделий линиями трубопроводов. На каждом трубопроводе у места его отвода от магистрального трубопровода или места подключения к аппарату следует проставлять стрелки, указывающие направление движения потока и условное обозначение вида среды: светлые – газ, темные – жидкость.

Условное графическое обозначение приборов и средств автоматизации на технологической схеме необходимо выполнять по ГОСТ 21.404-88.

Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации на схемах выполняют линиями, толщиной 0,5 ... 0,6 мм, а линии связи – 0,2 ... 0,3 мм.

4.8 Правила выполнения компоновочных чертежей

Компоновочный чертеж должен содержать планы этажей и разрезы помещений. При этом аппараты изображаются в виде их наружных контуров с ориентацией относительно осей здания и привязкой к осям колонн, стенам здания или другим, уже нанесенным, аппаратам. Планы этажей, на которых указано проектируемое оборудование, изображают на компоновочном чертеже в масштабе 1:100. На планах необходимо наносить сетку колонн и наружные контуры аппаратов. Колонны обозначают пересечением двух взаимно перпендикулярных продольных и поперечных разбивочных осевых линий. Продольные разбивочные оси обозначаются прописными буквами русского алфавита, за исключением букв З, И, Х, О, Ц, Ч, Ы, Ь, Ъ. Продольные оси следует обозначать снизу вверх.

Поперечные разбивочные оси обозначают слева направо арабскими цифрами. Буквенные и цифровые обозначения осей следует помещать в кружках диаметром 10 мм.

Кроме изображения оборудования в плане по этажам необходимо выполнить поперечные и продольные разрезы цеха, на которых целесообразно показать все аппараты. Разрезы цеха рекомендуется выполнять в масштабе 1:50. Как и на планах этажей, в разрезах оборудование изображается наружными контурами. При этом необходимо показывать способ установки оборудования (на фундаменте, постаменте и т.д.), высоту его установки и высоты расположения всех междуэтажных перекрытий и площадок.

На компоновочном чертеже аппараты следует ориентировать и привязывать по двум направлениям к осям колонн или к уже нанесенным на план аппаратам. Размеры необходимо указывать в метрах.

Компоновочный чертеж должен содержать перечень оборудования – экспликацию. Номера аппаратов в экспликации обязательно должны совпадать с их номерами на технологической схеме. В экспликации следует указывать наименование аппарата, количество таких аппаратов и их массу (в графе "Примечание").

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стандарт предприятия 07-97. Тамбов: ТГТУ, 1997. – 39 с.
- 2 Дворецкий С. И., Кормильцин Г. С., Королькова Е. М. Основы проектирования химических производств: Учебное пособие. – Тамбов: ТГТУ, 1999. – 184 с.
- 3 ГОСТ 2.104-68. ЕСКД. Основные надписи.
- 4 ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
- 5 ГОСТ 7.1-84. Библиографическое описание документов. Основные требования и правила составления.
- 6 Плановский А. Н., Николаев П. И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – М.: Химия, 1987. – 496 с.
- 7 ВСН 3646. Указания о порядке составления и выдачи исходных данных на проектирование новых, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение предприятий и производственных объектов химической промышленности. – М.: Минхимпром, 1985. – 35с.
- 8 Поникаров И. И., Перелыгин О. А., Дорошин В. Н., Гайнуллин М. Г. Машины и аппараты химических производств. – М.: Химия, 1989. – 367 с.
- 9 Шаповалов Ю. Н., Шеин В. С. Машины и аппараты общехимического назначения. – Воронеж: Воронеж. ун-т, 1981. – 304 с.
- 10 Машины и аппараты химических производств. / И. И. Чернобыльский, А. Г. Бондарь, Б. А. Гаевский, С. А. Городнинская, Р. П. Ладнев, Ю. М. Тананайко, В. Т. Миргородский – М.: Машиностроение, 1975. – 454 с.
- 11 Бортников И. И., Босенко А. М. Машины и аппараты микробиологических производств. – Минск: Высшая школа, 1982. – 288 с.
- 12 Соколов В. Н. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. – Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.
- 13 Лацинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.
- 14 Калунянц К. А., Гелгер Л. И., Бакашов В. Е. Оборудование микробиологических производств. – М.: Агропромиздат, 1987. – 398 с.
- 15 Кольман-Иванов Э. Э. Машины химических производств. Атлас конструкций. – М.: Машиностроение, 1981. – 118 с.
- 16 Смирнов Н. Н., Волжинский А. И., Плисовских В. А. Химические реакторы в примерах и задачах. – СПб.: Химия, 1994. – 279 с.
- 17 Романков П. Г., Фролов В. Ф., Флисюк О. М., Курочкина М. И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи). – СПб.: Химия, 1993. – 496 с.
- 18 Якобашвили Я. М. Техника пищевой промышленности. – М.: Знание, 1980. – 64 с.
- 19 Кавецкий Г. Д., Королев А. В. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1991. – 432 с.
- 20 Гребенюк С. М., Михеева И. М. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

- 21 Цыганков Н. С. Ректификационные установки спиртовой промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 336 с.
- 22 Гинзбург А. С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1985. – 335 с.
- 23 Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 783 с.
- 24 Основные процессы и аппараты химической технологии / Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский и др. – М.: Химия, 1991. – 469 с.
- 25 Берестовой А. М., Белоглазов И. Н. Жидкостные экстракторы (инженерные методы расчета). – Л.: Химия, 1982. – 208 с.
- 26 Классен П. В., Гришаев И. П., Шомин И. П. Гранулирование. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
- 27 Белов С. В., Барбинов Ф. А., Козьянов А. Ф. Охрана окружающей среды. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
- 28 Родионов А. И., Клушин В. Н., Торочешников Н. С. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
- 29 Ануриев В. И. Справочник конструктора–машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1992.
- 30 Криворот А. С. Конструкции и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. – М.: Машиностроение, 1992. – 400 с.
- 31 Гальперин Д. М., Миловидов Т. В. Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1990. – 399 с.
- 32 Ермаков В. И., Шеин В. С. Ремонт и монтаж химического оборудования. – Л.: Химия, 1981. – 368 с.
- 33 Авдеева А. В. Коррозия в пищевых производствах и способы защиты. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 275 с.
- 34 Клинов И. Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы. – М.: Машиностроение, 1967. – 468 с.
- 35 Рябинин Д. Д., Лукач Ю. В. Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых изделий. – М.: Машиностроение, 1965. – 363 с.
- 36 Харламов С. В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. – Л.: Агропромиздат, 1991. – 255 с.
- 37 Сиденко П. М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. – 368 с.
- 38 Кафаров В. В., Макаров В. В. Гибкие автоматизированные производственные системы в химической промышленности. – М.: Химия, 1990. – 320 с.
- 39 Беркман Б. Е. Основы технологического проектирования производств органического синтеза – М.: Химия, 1970. – 365 с.
- 40 Фильтры для жидкостей: Каталог. 41 (фильтры непрерывного действия для жидкостей) – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1989. – 230 с.
- 41 Фильтры для жидкостей: Каталог. 4П (фильтры периодического действия, фильтры-прессы, патронные керамические фильтры). – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1991. – 246 с.
- 42 Сушильные аппараты и установки: Каталог. – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1988. – 72 с.
- 43 Эмалированное оборудование: Каталог. – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1991. – 111 с.
- 44 Емкостные стальные сварные аппараты: Каталог. – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1982. – 75 с.
- 45 Пластинчатые теплообменники: Каталог – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1980. – 56 с.
- 46 Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на предприятиях пищевой промышленности: Справочное пособие / Под ред. С. С. Азриеловича. – Л.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 47 Машины и оборудование для цехов и предприятий малой мощности по переработке сельскохозяйственного сырья: Каталог. – М.: НИИЦТЭПИТОАГК, 1992. Ч. I, II.
- 48 ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
- 49 Проектирование систем автоматизации технологических процессов. / Под ред. А. С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
- 50 Макаревич В. А. Строительное проектирование химических предприятий. – М.: Высшая школа, 1977. – 208 с.
- 51 Экономика машиностроительного производства. / Под ред. И. Э. Берзиня, В. П. Калинина. – М.: Высшая школа, 1988. – 304 с.
- 52 ГОСТ 2.301–68. ЕСКД. Форматы.
- 53 ГОСТ 2.302–68. ЕСКД. Масштабы.
- 54 ГОСТ 2.108–68 ЕСКД: Спецификация.
- 55 ГОСТ 2.109–73. ЕСКД. Основные требования к чертежам.
- 56 ГОСТ 2.118–73. ЕСКД. Техническое приложение.
- 57 ГОСТ 2.119–73. ЕСКД. Эскизный проект.
- 58 ГОСТ 2.120–73. ЕСКД. Технический проект.
- 59 ГОСТ 2.303–68. ЕСКД. Линии.
- 60 ГОСТ 2.304–68. ЕСКД. Шрифты чертежные.
- 61 ГОСТ 2.305–68. ЕСКД. Изображения–виды, разрезы, сечения.
- 62 ГОСТ 2.306–68. ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах.
- 63 ГОСТ 2.307–68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
- 64 ГОСТ 2.308–79. ЕСКД. Указание на чертежах допусков форм и расположения поверхностей.
- 65 ГОСТ 2.309–73. ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей.
- 66 ГОСТ 2.310–68. ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий термической и других видов обработки.
- 67 ГОСТ 2.316–68. ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.
- 68 Применение стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД): РТМ 26–79–72. – М.: НИИХИММАШ, 1972. – 84 с.
- 69 ГОСТ 2.312–72. ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
- 70 ГОСТ 2.788–74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты выпарные.
- 71 ГОСТ 2.789–74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты теплообменные.
- 72 ГОСТ 2.790–74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты колонные.
- 73 ГОСТ 2.791–74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Отстойники и фильтры.
- 74 ГОСТ 2.792–74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты сушильные.
- 75 ГОСТ 2.793–79. ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств. Общие обозначения.
- 76 ГОСТ 2.794–79. ЕСКД. Обозначения условные графические. Устройства питающие и дозирующие.

- 77 ГОСТ 2.795–80. ЕСКД. Обозначения условные графические. Центрифуги.
- 78 ГОСТ 2.782–68. Обозначения условные графические. Насосы и двигатели гидравлические и пневматические.
- 79 ГОСТ 2.784–70. Элементы трубопроводов и линии связи.
- 80 ГОСТ 2.786–70. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная.
- 81 ГОСТ 2.721–74 Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
- 82 Конструирование и расчет машин химических производств / Ю. И. Гусев, И. Н. Карасев, Э.Э. Кольман-Иванов и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.
- 83 Клушанцев Б. В., Косарев А. И., Муйземнек Ю. А. Дробилки. Конструкции, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
- 84 Масштабный переход в химической технологии. Разработка промышленных аппаратов методом гидродинамического моделирования. / Под ред. А. М. Розена.– М.: Химия, 1980. – 320 с.
- 85 Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. В 2-х книгах. / Под общей ред. В. Г. Айнштейна. – М.: Химия, 2000. – 1760 с.
- 86 Гельперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. В 2-х книгах. – М.: Химия, 1981. – 812 с.
- 87 Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, корректирование. Т. 1. / Под ред. академика А. М. Кубанова.
- 88 Кафаров В. В., Глебов М. Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1991. – 400 с.
- 89 Справочник по теплообменным аппаратам. / П. И. Бажан, Г. Е. Каневец, В. М. Селиверстов. М.: Машиностроение, 1989. – 365 с.
- 90 Перевалов В. П., Колдопский Г. И. Основы проектирования и оборудование производств тонкого органического синтеза. М.: Химия, 1997. – 288 с.
- 91 Кафаров В. В., Макаров В. В. Гибкие автоматизированные производственные системы в химической промышленности. М.: Химия, 1990. – 320 с.
- 92 Леонтьева А. И. и др. Машины и аппараты химических производств. Часть 1. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 1997. – 82 с.
- 93 Леонтьева А. И. и др. Машины и аппараты химических производств. Часть 2. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 2000. – 84 с.
- 94 Леонтьева А. И. и др. Машины и аппараты химических производств. Часть 3. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 2000. – 80 с.
- 95 Малыгин Е. Н., Климов А. М. и др. Проектирование гибких автоматизированных производственных систем по дисциплине "ГАПС в химической технологии" для студентов специальности 170500. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 1999. – 80 с.
- 96 Климов А. М. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем: фильтры и центрифуги. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 2001. – 148 с.
- 97 Климов А. М., Брянкин К. В. Надежность технологического оборудования. Тамбов: ТГТУ. 2002. – 84 с.
- 98 Борщев В. Я. Непрерывнодействующие транспортирующие машины для сыпучих материалов. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 1999. – 88 с.
- 99 Кормильцин Г. С., Иванов О. О. Основы монтажа и ремонта технологического оборудования. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 2001. – 53 с.
- 100 Долгунин В. Н. и др. Оборудование для подготовительных технологических операций в пищевых производствах. Конспект лекций. Тамбов: ТГТУ. 2000. – 78 с.
- 101 Муратова Е. И., Зюзина О. В. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 2000. – 92 с.
- 102 Дворецкий С. И., Майстренко А. В. Математическое моделирование и оптимизация технологических процессов. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 2000. – 60 с.
- 103 Муратова Е. И., Зюзина О. В. Физико-химия гетерогенных систем. Учебное пособие. Тамбов: ТГТУ. 1997. – 87 с.
- 104 Хабарова Е. В., Яцков А. Д. Техника промышленных и городских экологических систем. Конспект лекций. Тамбов: ТГТУ. 2002. – 79 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ
ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Министерство образования Российской Федерации
ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра _____ ТОПТ _____

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
КП – 201.000.00.000.000 ПЗ

К курсовому проекту по _____ МАХП _____
наименование учебной дисциплины
на тему: _____

Автор проекта _____ Группа _____
подпись, дата, инициалы, фамилия

Специальность _____ 17.05.01 _____
номер

Руководитель проекта _____ _____
подпись, дата, инициалы, фамилия

Проект защищен _____ Оценка _____

Члены комиссии _____ _____
подпись, дата инициалы, фамилия

_____ _____
подпись, дата инициалы, фамилия

Тамбов 2002

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

8	15	№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. лист.	№ экз.	Прим.	
		1			Документация общая				
		2							
		3				Вновь разработанная			
		4		ДП-201.000.00.00.000ПЗ		Пояснительная записка	35		
		5		ДП-201.131.00.00.000ВО		Чертеж общего вида	2		
		6		ДП-201.000.00.00.000ТС		Схема технологическая	2		
		7		ДП-201.000.00.00.000КЧ		Чертеж компоновочный	1		
		8							
		10				Документация по			
		11				сборочным единицам			
		12							
		13		ДП-201.131.01.00.000ВО		Барaban. Чертеж общего вида	1		
		14		ДП-201.131.02.00.000ВО		Станция опорно-упорная			
		15				Чертеж общего вида	1		
7	8	70		64	8	8	20		
ДП – 201.000.00.00.000 ВП									
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Производство аммофоса Ведомость проекта	<i>Литера</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>	
<i>Разраб.</i>		<i>Иванов</i>							
<i>Проверил</i>		<i>Петров</i>							
<i>Т. контр.</i>						<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Рук.</i>		<i>Петров</i>							
<i>Н.контр.</i>		<i>Сидоров</i>			<i>ТТУ гр. М-51</i>				
<i>Утв.</i>		<i>Попов</i>							

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	3
Ведомость проекта	4
Введение	5
1 Литературно–патентный обзор по способам производства	6
2 Разработка технического задания на проектирование	17
.	
.	
. Список используемых источников	97
.	
185	

7 10 23 15 10 120

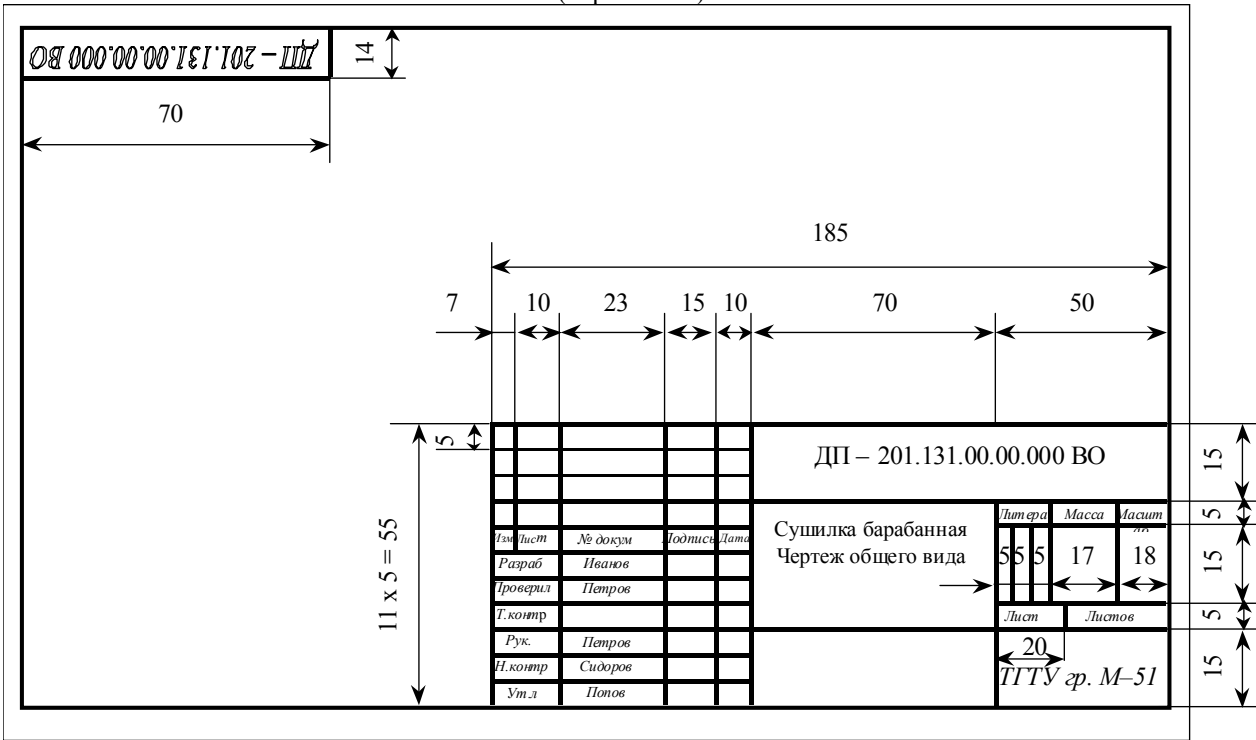
ДП – 201.000.00.00.000 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
Разраб		Иванов		
Проверил		Петров		
Н.контр		Сидоров		
Утв.		Попов		

Производство аммофоса
Пояснительная записка

Литера	Лист	Листов
5/5/5	17	19
ТГТУ гр. М-51		

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)



ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

8	15	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.		
		<u>Сборочные единицы</u>								
		А1		1	ДП-201.131.00.01.000 ВО	Барaban	1			
		БЧ		2		Камера загрузочная	1			
		<u>Детали</u>								
		А1		5	ДП-201.131.00.00.005	Крышка	2	Ст. 3		
		БЧ		6		Ролик	4	Сталь 45		
		<u>Стандартные изделия</u>								
				17		Болт М10х50.02 ГОСТ 18125-72	20	Сталь 45		
		<u>Прочие изделия</u>								
				37		Двигатель АОП2-32-2	1			
		<u>Материалы</u>								
						Уголок 75х50х5 ГОСТ 8510-86/Ст. ГОСТ 5357				
6	6	8		70		63	10	22		
		ДП – 201.131.00.00.000 ВО								
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Сушилка барабанная Вид общий		Литера	Масса	Масштаб	
Разраб.		Иванов								
Провер.		Петров								
Т. контр.							Лист	Листов		
Рук.		Петров					ИТТУ зр. М-51			
Н.контр.		Сидоров								
Утв.		Попов								