

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЭКОНОМИКИ И ТОРГОВЛИ имени Михаила Туган-Барановского»**

**Институт пищевых производств**

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Методические указания по выполнению и оформлению дипломного проекта  
для студентов всех форм обучения  
по направлению 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»  
профиль «Оборудование перерабатывающих и пищевых производств»

ГО ВПО «ДонНУЭТ»  
Донецк  
2015

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЭКОНОМИКИ И ТОРГОВЛИ имени Михаила Туган-Барановского»**

**Институт пищевых производств**

Кафедра оборудования пищевых производств  
Кафедра холодильной и торговой техники  
Кафедра естествознания и безопасности жизнедеятельности  
Кафедра экономики и управления инновационной деятельностью

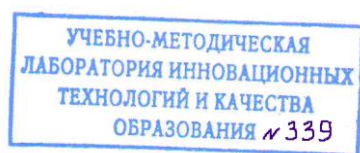
**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Методические указания по выполнению и оформлению дипломного проекта  
для студентов всех форм обучения  
по направлению 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»  
профиль «Оборудование перерабатывающих и пищевых производств»

Утверждено  
на заседании кафедры оборудования пищевых производств  
Протокол № 12 от 16.11.2015 г.

на заседании кафедры холодильной и торговой техники  
Протокол № 12 от 16.11.2015 г.

на заседании кафедры экономики и управления  
инновационной деятельностью  
Протокол № 04 от 20.11.2015 г.



на заседании кафедры естествознания и безопасности  
жизнедеятельности  
Протокол № 08 от 17.11.2015 г.

Одобрено учебно-методическим советом  
ДонНУЭТ имени Михаила Туган-Барановского  
Протокол № 01 от 27.01.2016 г.

ГО ВПО «ДонНУЭТ»  
Донецк  
2015

УДК 663/664-53:378.14(076.5)  
ББК 36.81-5я73+74.480.28я73  
В-92

И.Н. Заплетников д.т.н., проф., А.Н. Поперечный д.т.н., проф.,  
А.Н. Горин д.т.н., проф., К.А. Ржесик к.т.н., доц., А.Д. Гладкая к.т.н., доц.,  
А.К. Пильненко к.т.н., доц., С.А. Боровков к.т.н., доц., М.В. Демин к.т.н., доц.,  
А.В. Погребняк к.т.н., доц., Н.А. Нестерова к.э.н., доц.

Рецензенты:

**Л.Н. Антропова** – к.т.н., доцент кафедры оборудования пищевых производств

**А.Б. Кудрин** – к.т.н., доцент кафедры холодильной и торговой техники

В-92 – Методические указания по выполнению и оформлению дипломного проекта для студентов всех форм обучения направления 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» профиль «Оборудование перерабатывающих и пищевых производств» ГО ВПО «Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского», Ин-т пищ. произ-в, Каф. оборуд. пищ. произ-в, Каф. хол. и торг. техники, Каф. экон. и управ. инновац. деятельн, Каф. ЕиБЖД.; [И.Н. Заплетников и др.]. – Донецк :ДонНУЭТ, 2015. – 114 с.

Предназначено в качестве руководства при выполнении дипломного проекта (ДП) бакалавра. Изложены общие вопросы организации, выполнения и защиты дипломного проекта бакалавра по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» профиль «Оборудование перерабатывающих и пищевых производств». Указаны цель и задачи, структура и объем дипломного проекта, приведены методические указания по выполнению и оформлению пояснительной записки, графической и специальной частей. Приведен список рекомендуемой литературы.

УДК 663/664-53:378.14(076.5)  
ББК 36.81-5я73+74.480.28я73

© Коллектив авторов, 2015  
© ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	7
2. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	9
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	10
3.1. Руководство дипломным проектом	10
3.2. Порядок выполнения дипломного проекта	10
3.3. Порядок защиты дипломного проекта	11
3.4 Критерии оценивания	13
4. СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	14
4.1. Состав и объем дипломного проекта	14
4.2. Структура и объем пояснительной записки	17
4.3. Содержание и объем графической части	25
5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	27
5.1. Обзор существующих технологий рассматриваемого пищевого производства	27
5.2. Анализ производства на базовом предприятии. Разработка предложений по оптимизации производственного процесса	28
6. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	28
6.1 Обзор существующих конструкций технологического оборудования	28
6.2 Обоснование выбора модели оборудования	30
6.3 Разработка предложений по модернизации оборудования	31
6.4 Расчеты оборудования	32
6.4.1 Расчет производительности	32
6.4.2 Расчет потребляемой мощности и выбор электродвигателя	33
6.4.3 Кинематический расчет	35
6.4.4 Расчет тепломассообменного оборудования	37
6.4.5 Прочностные, конструктивные и динамические расчеты	39
6.4.6 Тепловой расчёт холодильного оборудования	41

6.4.7 Основы расчета холодильных камер	49
7. НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА	56
8 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
9 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	58
10 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ДП	58
10.1 Этапы проектирования	59
10.2 Проработка и выбор конструктивного решения	61
10.3 Проработка конструкции сборочных единиц и деталей	62
11 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	64
11.1 Обозначение дипломного проекта	64
11.2 Правила оформления пояснительной записки	65
11.3 Изложение текста	67
11.4 Оформление иллюстраций и приложений	71
11.5 Построение таблиц	72
11.6 Правила оформления графических документов	74
12. ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ И САПР ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДП	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	92
Приложения	98

## Введение

В методических указаниях сформулированы основные этапы работы над проектом и вопросы, относящиеся к защите проекта. Настоящие методические указания разработаны на основе стандартов ЕСКД и ЕСПД и устанавливают общие правила и требования по выполнению и оформлению дипломного проекта для студентов по направлению подготовки 15.03.02. «Технологические машины и оборудование» профиль «Оборудование перерабатывающих и пищевых производств».

Перед пищевой промышленностью поставлены задачи повышения качества продукции, а также разработка и внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий, и оборудования, улучшение санитарно-гигиенических условий производства, техники безопасности, сокращение применения ручного труда, особенно в погрузочно-разгрузочных, складских и других вспомогательных работах, использование новых конструкционных материалов.

Решение этих задач научно-техническими работниками, инженерами и техниками, возможно на основе глубоких теоретических знаний, освоения всех новейших достижений науки и техники. Особая ответственность в этом принадлежит будущим инженерам-механикам, получающим подготовку для работы в производственно-технологической, организационно-управленческой, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в сфере производства и эксплуатации машин и аппаратов пищевых производств, в научных, проектных и конструкторских организациях. Задачами дипломного проекта являются, приобретение навыков практического проектирования, расчетов на стадиях: разработки технического предложения; эскизного проектирования, совокупностей сборочных единиц, технически грамотного оформления графической части и текстовых документов в соответствии с ЕСКД и ЕСПД.

Разработка и защита дипломного проекта является с одной стороны заключительным этапом обучения студента и с другой -первым этапом его творческой инженерной деятельности. Целью последнего этапа обучения являются систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний студента, который должен показать умение решать самостоятельно и творчески инженерно-технические задачи на основе глубокого знания общетехнических, специальных и социально-экономических дисциплин и задач ускорения научно-технического прогресса отрасли.

Цель методических указаний – помочь студентам ознакомиться со структурой дипломного проекта, а так же правильно, в соответствии с требованиями Государственных стандартов, оформить:

- текстовые документы (изложение текста; оформление иллюстраций и приложений; построение таблиц; оформление титульного листа);
- чертежи (общие правила графического оформления чертежей).

Методические указания базируются на основных положениях Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и разработаны с учетом требований государственных стандартов.

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

При выполнении дипломного проекта (ДП) закрепляются теоретические знания, вырабатываются навыки по использованию их к решению практических задач, приобретается опыт самостоятельной работы по специальности. При защите проекта студент должен показать знание теоретических общетехнических и специальных дисциплин умение самостоятельно и творчески решать предложенную ему инженерно-техническую задачу, знание задач, стоящих перед соответствующей отраслью пищевой промышленности и продовольственным машиностроением. Дипломный проект является выпускной работой студента, на основании защиты, которой Государственная Аттестационная Комиссия (ГАК) решает вопрос о присвоении квалификации бакалавра [1,2].

В соответствии с образовательными стандартами высшего профессионального образования (ВПО) защита дипломного проекта (ДП) является обязательной формой государственной итоговой аттестации обучающихся по основным образовательным программам бакалавриата.

Цель выполнения и защиты ДП – установление соответствия уровня профессиональной подготовки обучающихся требованиям ВПО.

Задачами выполнения и защиты дипломного проекта бакалавров являются:

- формирование навыков применения теоретических и практических знаний по соответствующему направлению образования при решении конкретных проектно-конструкторских, технологических и научно-исследовательских задач;
- развитие умений студентов работать с литературой, находить необходимые источники информации, анализировать и систематизировать результаты информационного поиска;
- развитие навыков ведения самостоятельной работы, овладение методами теоретических, экспериментальных и научно-практических исследований;
- приобретение опыта систематизации результатов исследований, формулировки выводов и положений выполненной работы и приобретение опыта их публичной защиты;
- развитие навыков ведения самостоятельных теоретических и экспериментальных разработок с использованием современных научных методов;
- приобретение опыта представления и публичной защиты результатов своей разработки и практической деятельности.

ДП выполняется в течение последнего семестра обучения студента в вузе и представляет собой итог его самостоятельной творческой деятельности. Затраты времени на подготовку и защиту проект бакалавра определены учебным планом направления профессиональной подготовки.

В зависимости от цели и содержания, ДП может быть выполнена в виде проекта, научно-исследовательской проект (НИР) или комплексный проект (проект с научно-исследовательской частью, НИР с проектной частью).

Дипломным проектом может служить выполненные в соответствии с учебным планом в завершающий период теоретического обучения курсовые работы и проекты, базирующиеся на материале основных дисциплин профессионального цикла ВПО и обязательно дополненные специальными разделами, расширяющими круг рассматриваемых вопросов.

Дипломный проект бакалавра выполняется каждым обучающимся самостоятельно или в составе коллектива научной лаборатории (отдела), тематика проекта которой включает в себя тему дипломного проекта студента. В последнем случае в ДП обязательно должен быть отражен личный вклад автора в результаты коллективной работы.

За все сведения, изложенные в ДП, используемый фактический материал, обоснованность выводов и защищаемых положений нравственную и юридическую ответственность несет автор ДП.

ДП является важнейшим итогом обучения бакалавра, в связи с этим содержание дипломного проекта и уровень ее защиты должны учитываться как основной критерий при оценке уровня подготовки выпускника и качества реализации образовательной программы бакалавра в университете.

По итогам защиты ДП ГЭК принимает решение о присвоении выпускнику квалификации высшего профессионального уровня, определенного ВПО по соответствующей программе.

ДП выполняются в соответствии с настоящими методическими указаниями.

К ДП предъявляются следующие требования:

- соответствие названия проекта ее содержанию, четкая целевая направленность, актуальность;
- логическая последовательность изложения материала, базирующаяся на прочных теоретических знаниях по избранной теме и убедительных аргументах;
- корректное изложение материала с учетом принятой научной терминологии;
- достоверность полученных результатов и обоснованность выводов;
- научный стиль написания;
- оформление проекта в соответствии с требованиями оформления технического отчета.

Объем ДП должен быть достаточным для изложения путей реализации поставленных задач, не перегружен малозначащими деталями и не может влиять на оценку при защите.

Время, отводимое на подготовку проекта, определяется учебным планом соответствующей образовательной программы.



## 2 ТЕМАТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Темы дипломных проектов бакалавров разрабатываются выпускающими кафедрами и ежегодно обновляются с учетом рекомендаций представителей предприятий (организаций, учреждений), на базе которых студенты работают и (или) проходят производственную (преддипломную) практику, с учетом практических и (или) научных интересов обучающихся, включая их участие в научно-исследовательских работах.

Тематика ДП должна соответствовать объектам профессиональной деятельности выпускников по направлению подготовки, установленным соответствующими ВПО. Темы проектов должны быть актуальными, содержать элементы новизны и учитывать перспективы развития техники и технологии. Тематика ДП направлена на решение следующих основных задач [1,2]:

- модернизация известных видов технологического оборудования для предприятий питания и пищевой промышленности с использованием унифицированных, оригинальных устройств и механизмов, повышающих эффективность оборудования;
- создание новых конструкций технологического оборудования или приспособлений с использованием современных достижений науки и техники, передового опыта, изобретений и рациональных предложений;
- проектирование участка или цеха предприятий ресторанного хозяйства, завода пищевого машиностроения или ремонтно-механических комбинатов и мастерских с разработкой технологии изготовления и сборки отдельных изделий и запасных частей, а также ремонтных работ;
- исследование действующих машин и аппаратов с целью получения данных для создания нового образца или модернизации действующих машин.
- проектирование или модернизация холодильных установок и установок для кондиционирования воздуха различного назначения для нужд торговли, общественного питания, пищевой промышленности;

Ежегодная подготовка тематики ДП ведется на основании следующих источников:

- заказ предприятий питания, предприятий пищевой промышленности или соответствующих управлений;
- предложения преподавателей выпускных кафедр, которые предварительно знакомятся с планами НИР и привлекают студентов к научно-исследовательской работе, проводимой на своих кафедрах;
- предложения самих студентов дневной и заочной формы обучения, связанные с вопросами реконструкции предприятий, где они проходили практику или работают. При этом студент должен иметь письмо от руководства этого предприятия. Тема принимается к исполнению, если работа по объему и содержанию соответствует требованиям к бакалаврским работам.

Перечень рекомендуемых тем и руководителей дипломных проектов утверждается на кафедре и доводится до сведения обучающихся в начале последнего семестра.

Студент имеет право выбрать одну из объявленных тем или предложить собственную, согласовав её с руководителем.

За соответствие тематики ДП и решаемых студентом задач профилю направления, актуальность работы, руководство и организацию ее выполнения несет ответственность выпускающая кафедра и непосредственно руководитель проекта бакалавра.

Тема ДП может быть изменена или скорректирована по согласованию с руководителем проекта после прохождения бакалаврской практики.

Примерные темы ДП бакалавров представлены в приложении А.

### **3 ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

#### **3.1 Руководство дипломным проектом**

В обязанности руководителя ДП входит:

- разработка совместно со студентом задания и календарного графика выполнения ДП;

- выдача рекомендаций по подбору научно-технической, справочной литературы и иных источников информации по теме ДП;

- проведение регулярных консультаций и оказание необходимой помощи студенту в период выполнения проекта;

- осуществление систематического контроля выполнения ДП, информирование заведующего кафедрой в случае несоблюдения студентами установленного графика работ и оперативное принятие необходимых организационных решений для активизации работы студентов;

- проверка законченной ДП, оценка степени и качества выполнения разделов ДП и её оформления, составление письменного отзыва о работе;

- проверка готовности студента к защите ДП в ГЭК.

#### **3.2 Порядок выполнения дипломного проекта**

Выполнение ДП осуществляется по графику, приведённому в задании на выполнение дипломного проекта.

Контроль выполнения ДП регулярно осуществляется руководителем в ходе бесед и консультаций (в том числе не менее трех контрольных проверок с отчетом студента). Результаты контрольных проверок рассматриваются на заседаниях кафедры.

Одобренная ДП вместе с графической частью передается на рецензию специалисту из утвержденного перечня. После получения рецензии студент должен подготовиться к ответу на замечания рецензента. При наличии указаний рецензента на существенные недостатки и ошибки в конструкции или в инженерных расчетах студент должен подготовить серьезные и обоснованные возражения по тем замечаниям, с которыми он не согласен. В тех случаях, когда студент вынужден согласиться с рецензентом, он может подгото-

вить к защите дополнительные графические материалы, показывающие, как могут быть устранены конструкторские недостатки; дополнительную записку с исправленными или с вновь выполненными инженерными расчетами. Если рецензия отрицательная или содержит большое количество существенных замечаний, на заседании кафедры рассматривается вопрос о возможности доработки ДП на ту же тему, о смене темы или о переносе сроков защиты (в установленном порядке).

Подписанный графический материал, расчетно-пояснительную записку, и рецензию студент представляет заведующему кафедрой. Заведующий кафедрой на основании этих материалов, а при необходимости и их дополнительной проверки принимает решение о допуске студента-выпускника к защите ДП. При этом учитывается, что дипломный проект должен не только содержать материал, предусмотренный заданием на проектирование, но и отвечать правилам оформления, установленным требованиями, в том числе содержащимся в настоящих методических указаниях. В случае если студент не допущен к защите проекта, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя.

Не позднее, чем за 10 дней до защиты дипломных проектов, рекомендуется проводить процедуры предзащиты ДП. После предзащиты студент завершает подготовку ДП с учётом замечаний и рекомендаций, полученных в ходе обсуждения проекта.

Ответственность за нормоконтроль несет руководитель дипломного проекта. Общий нормоконтроль осуществляется заведующим кафедрой.

Отзыв руководителя должен содержать оценку:

- соответствия результатов ДП поставленным целям и задачам;
  - правильности и самостоятельности принимаемых студентом решений;
  - умения автора работать с научной, методической, справочной литературой и электронными информационными ресурсами;
- степени сформированности профессиональных компетенций у студента;
- личных качеств студента, проявившихся в процессе работы над ДП.
- Заканчивается письменный отзыв руководителя формулировкой рекомендации к защите.

### **3.3 Порядок защиты дипломного проекта**

Завершающим этапом выполнения студентом дипломного проекта является её защита. К защите допускаются студенты, успешно завершившие полный курс обучения по соответствующему направлению подготовки, сдавшие государственный экзамен (при наличии его в рабочем учебном плане направления подготовки) и представившие дипломный проект с отзывом руководителя в установленный срок.

Защита дипломного проекта осуществляется на заседании ГЭК, состоящей из преподавателей выпускающей кафедры (кафедр) и представителей работодателей. При необходимости, в состав комиссии могут быть включены

представители других кафедр, осуществляющих подготовку по данному образовательному направлению.

Председателем ГЭК назначается лицо, не работающее в ДонНУЭТ, из числа докторов наук, профессоров соответствующего профиля, а при их отсутствии – кандидатов наук и крупных специалистов предприятий, организаций и учреждений, являющихся работодателями выпускников данного направления.

Сроки работы ГЭК устанавливаются в соответствии с учебным планом направления. Продолжительность заседания комиссии не должна превышать шести часов в день.

В ГЭК до начала ее работы выпускающей кафедрой (кафедрами) представляются следующие документы:

- дипломный проект, допущенный к защите заведующим кафедрой;
- справка деканата о выполнении учебного плана с указанием полученных студентом оценок по всем дисциплинам;
- зачетная книжка студента.

В комиссию могут быть представлены и другие материалы, характеризующие научную и практическую ценность дипломного проекта (печатные статьи, макеты, образцы материалов, изделий, слайды и т.д.).

Защита ДП носит публичный характер, проводится по расписанию в установленном порядке на открытом заседании ГЭК с участием не менее двух третей ее состава и руководителя ДП. Присутствие председателя ГЭК (его заместителя) является обязательным.

На защите ДП студенты могут пользоваться иллюстративным материалом, оформленным в виде слайдов электронной презентации, служащими для облегчения и наглядности представления ДП в процессе доклада. Вместе с тем, графическая часть ДП должна быть представлена на защите в полном объеме на листах формата А1.

Заседания ГЭК открывает председатель ГЭК (его заместитель) объявлением о защите ДП, после чего секретарь ГЭК приглашает к защите студента, сообщает тему ДП и фамилию руководителя.

Защита ДП начинается с краткого сообщения автора о выполненной им работе (продолжительностью, как правило, 10-12 минут), в котором в сжатой форме обосновывается актуальность темы, ее цели и задачи, излагается основное содержание проекта по разделам, полученные результаты и выводы, определяется теоретическая и практическая значимость проекта.

По окончании доклада автор проекта отвечает на вопросы, которые могут задавать как члены комиссии, так и присутствующие на защите. После ответа на вопросы секретарь ГЭК зачитывает отзыв рецензента, и защита заканчивается. Продолжительность защиты одной дипломного проекта не должна превышать 30 минут.

Ниже приведены для примера вопросы встречающиеся при защите дипломных проектов.

1. Значение данного технологического оборудования и перспективы его развития.

2. Директивные указания по развитию пищевой промышленности и продовольственного машиностроения.

3. Суть процесса и его основные технологические параметры: температура, давление, влажность, частота вращения или скорость перемещения рабочих органов и др.

4. Термодинамика процесса.

5. Способы интенсификации процесса и принятые решения для повышения его эффективности.

6. Узкие места процесса с точки зрения возможности дальнейшего увеличения производительности установки.

7. Улучшение качества продукции, повышение экономической эффективности.

8. Что предусмотрено в проекте для сокращения металлоёмкости конструкции?

9. Какие материалы и каких марок использованы в конструкции?

10. Как рассчитана мощность привода и конкретные детали на прочность?

11. Как рассчитаны и каковы технико-экономические показатели от ожидаемого внедрения разработанного объекта?

12. Какие меры охраны труда и охраны окружающей среды предусмотрены проектом?

13. Каков порядок сборки и разборки машины?

14. Что нового внесено лично Вами в разработку отдельного узла машины, установки, механизма?

15. Какой холодильный агент используется при эксплуатации холодильной машины или установки?

16. Порядок проведения монтажных работ при установке оборудования?

Кроме того, могут быть заданы вопросы, связанные со знанием основных понятий из различных учебных дисциплин, ранее изучаемых в университете.

### **3.4 Критерии оценивания**

Результаты защиты ДП определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и выставлением рейтинга по 100-балльной шкале.

Определение уровня знаний и навыков осуществляется по следующим критериям:

- отличном уровне: 90 - 100 баллов А соответствует выявлению всестороннего и глубокого знания материала;

- хороший уровень: В (80-89) соответствует требованиям знания выше средних стандартов, но с некоторыми ошибками;

- хороший уровень С (75-79) отвечает требованиям в целом содержательная работа со значительными ошибками;

- удовлетворительный уровень D (70-74) соответствует требованиям знанием четко но со значительными недостатками;
- удовлетворительный уровень E (60-69) соответствует минимальным критериям;
- неудовлетворительный уровень FX (34-59) необходима еще определенная работа для зачисления кредита;
- неудовлетворительный уровень F (0-34) требуется большая работа в будущем.

Качество ДП и её защиты оценивается членами ГЭК с учётом:

- актуальности темы проекта;
- уровня проработки проблемы, широты и качества изученных литературных источников, логики изложения материала, глубины обобщений и выводов, а также теоретического обоснования возможных решений проблемы;
- наличия у автора навыков ведения самостоятельной работы;
- обоснованности применённых методов исследования и анализа полученных результатов;
- умения автора ДП обобщать результаты работы, формулировать практические рекомендации в исследуемой области;
- качества оформления проекта, последовательности, аккуратности изложения материала, грамотности и правильности оформления документов.

Комиссией могут быть приняты во внимание публикации и патенты автора работы, отзывы специалистов промышленных организаций, компетентных работников системы образования и научных учреждений.

По результатам защиты ДП ГЭК принимает решение о присвоении студенту квалификации «бакалавр» по соответствующему направлению и выдаче диплома о высшем профессиональном образовании.

Решения ГЭК принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании. При равном числе голосов «за» и «против», голос председателя является решающим.

Выпускающие кафедры в обязательном порядке проводят анализ качества выполнения дипломных проектов и их соответствия предъявляемым требованиям. Результаты этого анализа обсуждаются на заседании кафедры и учёного совета института.

После защиты дипломный проект сдается в архив. По истечении нормативного срока хранения дипломный проект подлежат уничтожению в установленном порядке.

## **4 СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

### **4.1 Состав и объем дипломного проекта**

Дипломный проект выполняют в форме конструкторских документов, к которым относят графические и текстовые документы, определяющие состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта [1-7].

Содержание ДП определяется заданием, которое выдается студенту руководителем на первой неделе последнего семестра. Задание на ДП составляется руководителем проекта совместно со студентом, подписывается им и студентом и утверждается заведующим профилирующей кафедрой. Как правило, задание является индивидуальным.

В общем случае ДП включает технологическую и специальную часть.

Технологическая часть дипломного проекта должна содержать литературный и патентный обзор существующих технологий, анализ производства на базовом предприятии (месте прохождения практики) и разработку предложений по оптимизации производственного процесса, обоснование выбора оптимальной машинно-аппаратурной схемы (МАС), а также разработку технологической планировки линии (участка, цеха) производства продукта [1-2].

Конструкторская часть дипломного проекта должна содержать литературный и патентный обзор существующих конструкций вида оборудования, выбранного в качестве объекта модернизации; обоснование выбора конкретной модели с указанием ее служебного назначения, технической характеристики, состава, устройства и принципа работы; разработку конструкторских предложений по модернизации выбранной машины или аппарата. Кроме того, в конструкторской части ДП должны быть представлены расчеты производительности, потребляемой мощности и выбор электродвигателя, кинематические расчеты, расчеты циклограмм, тепломассообменного оборудования, прочностные, конструктивные, динамические и прочие расчеты.

В разделе «Специальная часть» в общем случае представляются специальные расчеты: теоретические, теплотехнические гидравлические и т.д. Они условно относятся к специальным и в зависимости от содержания ДП могут выполняться на различных этапах проектирования и быть вспомогательными или определяющими. В последнем случае они тесно связаны с технологическими расчетами и могут входить в их состав. Ввиду значимости и особой роли такие расчеты могут быть выделены в расчетно-пояснительной записке (РПЗ) в отдельный раздел.

В отдельных случаях (при выполнении комплексного проекта) специальная часть может представлять собой исследования в области пищевых производств, выполненные автором в рамках студенческой научно-исследовательской работы.

При выполнении ДП в виде научно-исследовательской работы она должна содержать два раздела: 1) «Литературно-патентный обзор», в котором приводится априорная информация по теме исследований, делается обоснование их актуальности, проводится анализ достижений науки и техники в исследуемой области и обозначаются основные этапы выполнения работы; 2) «Исследовательская часть», в которой описываются проведенные аналитические исследования, приводятся их результаты, описываются методики выполнения экспериментов и обработки результатов, приводится их графический интерпретация, проводится анализ результатов исследований, делаются рекомендации по практическому использованию результатов и т.д. Раздел должен заканчиваться выводами по проведенной работе.

Таблица 4.1 – Конструкторские документы ДП

Вид (наименование) документа	Шифр (код) документа	О п р е д е л е н и е	Дополнительные указания
Рабочий чертеж	-	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля	Основной конструкторский документ для деталей
Сборочный чертеж	СБ	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. К сборочным чертежам также относят гидромонтажные, пневмомонтажные и электромонтажные чертежи	
Чертеж общего вида	ВО	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей	
Габаритный чертеж	ГЧ	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами	
Спецификация	—	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта	Основной конструкторский документ для сборочных единиц, комплексов и комплектов
Пояснительная записка	ПЗ	Документ, содержащий описание устройства и принцип действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений. В состав ПЗ включается все расчеты.	

Во всех случаях тема, объем и содержание специальной части определяются руководителем.

Результаты выполнения ДП оформляются в виде графической части и расчетно-пояснительной записки. Спецификации чертежей графической части подшиваются в конце пояснительной записки. Требования к оформлению основных структурных элементов ДП представлены в разделе 11.



## **4.2 Структура и объем пояснительной записки**

Дипломный проект состоит из расчетно-пояснительной записки (ПЗ) объемом от 60 до 80 страниц компьютерного текста, на бумаге формата А4 (210х297мм) и из чертежей на листах формата А1 (594х841 мм) [1-2].

Наименование и объем обязательных структурных элементов расчетно-пояснительной записки для ДП, выполненной в виде проекта или в комплексном виде, представлены в таблице 4.2. Наименование и объем обязательных структурных элементов РПЗ для ДП, выполненной в НИР, представлены в таблице 4.3.

Разделы «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» и «Приложения» не нумеруются.

### **РЕФЕРАТ**

Реферат содержит количественные сведения об объеме проекта, иллюстрациях, таблицах и количестве используемых источников, перечень ключевых слов. Собственно, текст реферата отражает цель проекта, объект исследования, полученные результаты и их новизну, область применения и рекомендации по внедрению результатов, основные конструкционные и технико-экономические характеристики. Объем реферата не должен превышать одной страницы текста. См. пример оформления в Приложении Д.

### **СОДЕРЖАНИЕ**

В структурном элементе пояснительной записки «Содержание» приводят наименования разделов, подразделов, список используемых источников и приложений с указанием страниц, на которых они начинаются.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Во введении необходимо обосновать актуальность и перспективность разрабатываемой темы ДП, сформулировать цели и задачи проектирования. Для этого следует кратко охарактеризовать современное состояние, уровень развития проблемы, возможные пути её решения с указанием наиболее перспективных, имеющиеся предпосылки для решения проблемы с формулировкой основных задач, подлежащих решению в проекте. Также во введении необходимо изложить краткое содержание разделов пояснительной записки ДП проекта.

При наличии в специальной части проекта теоретических или экспериментальных исследований или оригинальной конструкторской разработки следует указать цель этих работ и их связь с выполнением основной задачи проектирования.

В разделе необходимо отметить, за счет каких мероприятий предполагается достигнуть лучших технико-экономических показателей по сравнению с действующим производством, а также указать, в какой степени опыт и до-

стижения отечественной и зарубежной науки и техники могут быть использованы при выполнении проекта.

Введение должно быть написано в сжатой, лаконичной форме и содержать не более 2 страниц.

Структурные элементы должны компоноваться в указанной в таблицах 4.2 и 4.3 последовательности. При выполнении ДП в виде НИР, объем и содержание основных разделов РПЗ разрабатываются в индивидуальном порядке и утверждаются на заседании кафедры.

Таблица 4.2– Структура и объем пояснительной записки дипломного проекта

№ п/п	Структурные элементы (разделы) в расчетно-пояснительной записки	Объем, страниц
1	Титульный лист	1
2	Задание на выполнение ДП	2
3	Реферат	1
4	Содержание	1...2
5	Введение	1...2
6	Технологическая часть	16...21
7	Специальная часть	16...21
8	Экономическая часть	7..10
9	Безопасность и экологичность	7..12
10	Автоматизация, технология машиностроения, патентование (при наличии)	5
11	Заключение	1
12	Список использованных источников	2...3
Итого:		60...80

Таблица 4.3 – Структура и объем пояснительной записки дипломного проекта (ДП – НИР)

№ п/п	Структурные элементы (разделы) в расчетно-пояснительной записки	Объем, страниц
1	Титульный лист	1
2	Задание на выполнение ДП	2
3	Реферат	1
4	Содержание	1...2
5	Введение	1...2
6	Литературный и патентный обзор	18...21
7	Исследовательская часть	18...27
8	Экономическая часть	7..10
9	Безопасность и экологичность	7..12
10	Автоматизация, технология машиностроения, патентование (при наличии)	5
11	Заключение	1
12	Список использованных источников	2...3
Итого:		60...80

В случае необходимости в структуру пояснительной записки может быть добавлен структурный элемент «Приложения», размещаемый после списка использованных источников, в который обычно помещают таблицы, материалы справочного характера, листинг программ и результаты экспериментальных исследований, публикации и авторские свидетельства автора проекта, отзывы специалистов промышленных организаций, компетентных работников системы образования и научных учреждений и др.

В любом случае общее количество страниц расчетно-пояснительной записки без учета приложений должно быть не менее 60 и не более 80 страниц формата А4.

## **Раздел 1. Технологическая часть**

1.1 Обзор существующих технологий рассматриваемого пищевого производства

1.1.1 Литературный обзор

1.1.2 Патентный обзор

1.2 Анализ производства на базовом предприятии. Разработка предложений по оптимизации производственного процесса

1.3 Обоснование выбора оптимальной машинно-аппаратурной схемы производства продукта

1.4 Разработка технологической планировки линии по производству продукта

## **Раздел 2. Специальная часть**

Вторым нумерованным разделом ДП является раздел «Специальная часть».

2.1 Литературно-патентный обзор существующих конструкций технологического оборудования

2.1.1 Литературный обзор

2.1.2 Патентный обзор

2.2 Обоснование выбора модели оборудования

2.3 Разработка предложений по модернизации оборудования

2.4 Расчеты оборудования

В этом разделе нумерация и названия подразделов, пунктов и подпунктов приводятся по усмотрению автора ДП (по согласованию с руководителем).

## **Раздел 3. Экономическая часть**

Третьим нумерованным разделом ДП является раздел «Экономическая часть».

При написании экономической части дипломного проекта бакалавра студент должен продемонстрировать знания в сфере экономического анализа существующих технологий и обоснования целесообразности проектных решений, а также методику расчетов эффективности капиталовложений инженерно-организационных мероприятий.

В экономической части дипломного проекта бакалавра в соответствии с утвержденной темой проводятся расчеты ориентировочной оптово-отпускной цены оборудования, которое разрабатывается, а также дополнительных капиталовложений методом калькуляции.

Экономическая часть является завершающим этапом дипломного проекта бакалавра и подписывается консультантом после завершения выполнения инженерной части.

#### **Раздел 4. Безопасность и экологичность**

Раздел «Безопасность и экологичность» состоит из двух подразделов «Охрана труда» и «Экологичность объекта проектирования и организация защиты предприятия в чрезвычайных ситуациях».

При выполнении данной части студент получает задание в зависимости от темы дипломного проекта (ДП), которое выдается консультантом из нижеперечисленного перечня вопросов.

Согласно существующим требованиям вопросы охраны труда должны решаться на стадиях проектирования и строительства различных объектов, изготовления и монтажа оборудования, машин и аппаратов. Разрабатывая тему дипломного проекта (ДП), студент обязан предвидеть возможные причины аварии и пожаров, травматизма и профессиональных заболеваний, связанные с технологическими процессами или эксплуатацией оборудования, машин и аппаратов, принять и обосновать инженерные решения по их предупреждению.

Вопросы организации защиты предприятия в чрезвычайных ситуациях должны привязываться к объекту проектирования. При разработке ДП учитываются аспекты проекта предприятия в чрезвычайных ситуациях, а также мероприятия подготовки к чрезвычайным ситуациям, защиты от ЧС, и, если позволяет тема дипломного проекта – предупреждение чрезвычайных ситуаций[9-24].

**Подраздел 4.1 «Охрана труда»** должен касаться только проектируемых цехов, процессов, оборудования, машин и аппаратов. Инженерные решения должны базироваться на новейших достижениях науки и техники, подтверждаться расчетами, ссылками на нормативные документы, сопровождаться схемами, рисунками, диаграммами. Не допускается переписывания правил и инструкций. В тексте пояснительной записки дипломного проекта (ДП), необходимо избегать общих рассуждений и таких терминов, как «должно отвечать требованиям», «необходимо, обеспечить», «запрещается» и т.п. Применяя различные средства автоматизации, защиты, контроля и регулирования, следует называть тип и марку приспособления, прибора, механизма.

Материал дипломного проекта (ДП), по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности, должен иметь объем до 7 страниц печатного текста или 10 - 12 страниц рукописного текста. В тексте должны быть ссылки на соответствующие чертежи графической части проекта, коммуникации, средства защиты, контроля и регулирования. Если в каких-либо других разделах проекта подробно освещены отдельные вопросы

охраны труда, то на них в специальном разделе достаточно лишь сослаться без повторного описания принятых решений [9-15].

Содержание подраздела «Охрана труда» зависит от темы дипломного проекта (ДП), и должен включать четыре основных темы:

- управление охраной труда на предприятии;
- производственная санитария на предприятии;
- техника безопасности на предприятии;
- пожарная безопасность на предприятии.

Если тема предполагает проектирование или реконструкцию цеха, механизацию, автоматизацию производственных процессов, то подраздел должен включать:

- устройство производственных помещений;
- выбор в соответствии с условиями работы оборудования, машин и аппаратов;
- размещение, оборудования, машин и аппаратов в цехе;
- устройство рабочих мест;
- обеспечение безопасной эксплуатации различных видов применяемого оборудования, машин и аппаратов;
- обеспечение электробезопасности в цехе;
- защиту от шума и вибраций;
- расчет и обоснование систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- освещение помещений;
- обеспечение рационального питьевого режима в цехе;
- противопожарные мероприятия в цехе;
- методы и средства тушения случайно возникших пожаров.

Если проект посвящен проектированию торгово-технологического оборудования, машин и аппаратов, то в разделе должны быть:

- выявление в разрабатываемой конструкции возможных опасностей и вредностей;
- обоснованный выбор материалов для изготовления оборудования, машин и аппаратов;
- обоснование безопасности конструкции оборудования, машин и аппаратов;
- решение вопросов инженерной охраны труда включает защиту: от тепловых воздействий; от электрического тока; от электромагнитных полей; от шума и вибрации; от вредных веществ;
- обеспечение взрыво- и пожаробезопасности;
- обеспечение эргономических условий;
- использование сигнальных цветов и знаков безопасности.

Расчеты заземляющих устройств и виброизоляции следует производить на ВЦ ГО ВПО «ДонНУЭТ» согласно «Методическим рекомендациям по выполнению расчетов с использованием ЭВМ при решении инженерных задач охраны труда».

## **Подраздел 4.2 «Экологичность объекта проектирования и организация защиты предприятий в чрезвычайных ситуациях»**

Задачей подраздела «Экологичность объекта проектирования и организация защиты предприятия в чрезвычайных ситуациях» является разработка мероприятий по защите предприятий и окружающей среды от опасных факторов техносферы.

Подраздел включает в себя:

- анализ экологической экспертизы объекта проектирования;
- разработку плана действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера для проектируемого предприятия;
- мероприятия по инженерной защите на предприятии;
- прогнозирование и оценка обстановки в ЧС;
- материальное обеспечение защитных мероприятий в чрезвычайных ситуациях.

### **Анализ экологической экспертизы объекта проектирования**

Предприятие, загрязняющее атмосферу своими выбросами, обязано проводить такие природоохранные мероприятия, которые бы не позволяли превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) за пределами санитарно-защитной зоны.

При выполнении данного подраздела необходимо:

- проанализировать потенциально опасные факторы воздействия на окружающую среду, (характеристики выбросов в атмосферу, сбросов в водные объекты, отходов производства и потребления;
- мероприятия по защите от опасных факторов;
- расчет и выбор средств защиты;
- оценку эффективности принятых решений.

### **Виды расчетов по охране окружающей среды:**

- Защита атмосферного воздуха от загрязнения
- Защита гидросферы от загрязнения
- Защита от загрязнения отходами
- Расчет ущерба от загрязнения окружающей среды
- Анализ показателей экологического паспорта промышленного предприятия

### **Разработка плана действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера для своего предприятия.**

План состоит из двух следующих разделов.

Раздел 1 «Географическая и гидрометеорологическая обстановка, социально-экономическая характеристика и оценка возможной обстановки». В этом разделе описывается:

- расположение предприятия на местности;
- гидрометеорологическая обстановка;
- социально-экономическая характеристика (краткое описание видов деятельности, количество персонала, наличие и численность рабочих смен, обеспеченность системой оповещения);
- сведения об источниках возможных чрезвычайных ситуаций;
- оценка возможной обстановки при возникновении чрезвычайных ситуаций.

2. Раздел II «Мероприятия при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций», который состоит из следующих сведений:

- порядок оповещения и информирования;
- мероприятия по предупреждению или снижению воздействия чрезвычайных ситуаций,
- привлекаемые силы и средства к реагированию на чрезвычайные ситуации;
- мероприятия по приведению в готовность имеющихся сил и средств для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- список помещений и сооружений, которые могут использоваться для укрытия персонала;
- порядок подготовки к выдаче и выдача рабочим, служащим средств индивидуальной защиты;
- порядок проведения мероприятий по эвакуации и укрытию персонала;
- порядок проведения мероприятий по медицинской защите рабочих и служащих.

### **Инженерная защита на предприятии**

Данная тематика подраздела подразумевает обоснование следующих вопросов:

- необходимость и возможность устройства защитного сооружения на проектируемом предприятии;
- выбор и отнесение к классу защитного сооружения на объекте дипломного проектирования;
- описание всех помещений защитного сооружения;
- системы жизнеобеспечения защитного сооружения;
- запасы воды и продуктов питания в защитном сооружении;
- обеспеченность защитного сооружения средствами индивидуальной защиты;
- принципы функционирования защитного сооружения;
- правила выбора месторасположения и указательная информация защитного сооружения.

### **Прогнозирование и оценка обстановки в ЧС**

Прогнозирование и оценка обстановки при авариях на потенциально опасных объектах является обязательным для любого предприятия. Каждый объект хозяйственной деятельности обязан оценить угрозу, исходящую от потенциально опасного объекта при аварии на нем.

Прогнозирование и оценка химической обстановки включает решение следующих задач:

1. Оперативное прогнозирование:

- определение количества аварийно химически опасного вещества (АХОВ);

- определение глубины зоны заражения;

- определение площади заражения.

2. Аварийное прогнозирование:

- определение степени вертикальной устойчивости атмосферы.

- определение глубины зоны заражения;

- определение площади заражения;

- определение ширины зоны заражения;

- определение продолжительности химического заражения.

3. Определение времени подхода зараженного облака к объекту.

4. Расчет человеческих потерь при химическом заражении.

**Материальное обеспечение защитных мероприятий в чрезвычайных ситуациях**

В подразделе по данной теме должен отражаться порядок использования и содержания:

- средств индивидуальной защиты органов дыхания (фильтрующих и изолирующих противогазов, дополнительных патронов и респираторов);

- средств индивидуальной защиты кожи (фильтрующей одежды и изолирующих средств: костюмов, комплектов);

- приборов радиационной разведки и контроля (сигнализаторов радиоактивности, радиометров-рентгенметров, измерителей мощности дозы, индивидуальных дозиметров, радиометрических установок и приборов);

- приборов химической разведки и контроля (войсковых приборов химической разведки, медицинских приборов химической разведки, газоанализаторов для контроля воздуха).

**Дополнительный раздел электроснабжение и автоматизация, технология машиностроения, патентные исследования (при необходимости)**

Дополнительный раздел не является обязательным разделом ДП и зависит от тематики и направленности ДП. Дополнительный раздел может содержать такие части, как технология машиностроения, электроснабжение и автоматизация, патентование.

*В разделе электроснабжение и автоматизация* на листе формата А4, представляют схему управления технологическим оборудованием, схему электроснабжения проектируемого участка и экспликацию на используемые в системе приборы. В пояснительной записке описываются элементы управления с обоснованием их выбора.

*В разделе технология машиностроения* разрабатывают технологический процесс изготовления сборочной единицы (узла изделия) и одной входящей в нее детали.



*В разделе патентование* проводят патентные исследования согласно ГОСТ Р15.011-96 «Система разработки постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения». Исследования технического уровня и тенденций развития объектов хозяйственной деятельности, их патентной чистоты, конкурентоспособности на основе патентной и другой информации.

При работе над ДП результаты патентных исследований используют для квалифицированного решения следующего комплекса вопросов:

- а. выявление существа и уровня научных, технических, технологических и конструкторских решений в избранной области знаний;
- б. постановка цели и задач предстоящих исследований;
- в. оценка научно-технического уровня и новизны предлагаемых в ДП решений;
- г. разработка научно-технической, конструкторской, технологической, проектной документации;
- д. разработка документации, связанной с обеспечением охраны объектов промышленной собственности в стране и за границей (изобретения и заявки на получение патентов, полезные модели, промышленные образцы).

#### **4.3 Содержание и объем графической части**

Графическая часть ДП выполняется на листах формата А1 (594\*841) по ГОСТ 2.301-68. Допускается применение кратных форматов, например А23 (594\*1261 мм). Каждый документ должен иметь основную надпись (угловой штамп). Объем графической части ДП должен составлять от 4 до 6 листов формата А1. Состав и объем иллюстративной части определяется в задании на проектирование.

Масштабы изображений на чертежах и их обозначения должны соответствовать ГОСТ 2.302-68.

#### **Обозначение конструкторских документов иллюстративной части ДП**

Всем конструкторским документам по ГОСТ 2.102-2013 присваивают код, за исключением основных конструкторских документов, которыми являются чертеж детали и спецификация для сборочного чертежа.

Наиболее часто применяют документы, имеющие следующий код:

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| – пояснительная записка – ПЗ;   | – документы прочие – Д...;      |
| – чертеж общего вида – ВО;      | – габаритный чертеж – ГЧ;       |
| – сборочный чертеж – СБ;        | – теоретический чертеж – ТЧ;    |
| – монтажный чертеж – МЧ;        | – электроснабжение – ЭС;        |
| – электромонтажный чертеж – МЭ; | – технические условия – ТУ;     |
| – технология производства – ТХ; | – патентный формуляр – ПФ и др. |

Чертежам схем присваивают код по ГОСТ 2.701. Код состоит из буквы, определяющей вид схемы и цифры, обозначающей тип схемы.

Виды схем:

- электрическая – Э;      – кинематическая – К;      – технологическая – Т;
- пневматическая – П;      – гидравлические – Г;      – комбинированная – О.

Типы схем:

- структурная – 1;      – принципиальная – 3;      – подключения – 5; – общая
- функциональная – 2;      – соединений – 4;      – 6; – расположения – 7.

Эксплуатационные документы получают код по ГОСТ 2.601:

- техническое описание – ТО;      – паспорт – ПС;
- инструкция по эксплуатации – ИЭ;      – ведомость ЗИП – ЗИ.

Документы ремонта получают код по ГОСТ 2.602

Обозначение конструкторского документа состоит из обозначения изделия или сборочной единицы и кода, который записывают справа последней группы цифр.

Наименование и объем обязательных элементов графической части ДП, выполненной в виде проекта, представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Структура и объем графической части дипломного проекта

№	Наименование элементов графической части	Объем, А1
<b>Обязательные листы</b>		
1	Общий вид машины, установки или аппарата с разрезами, технической характеристикой, спецификацией сборочных единиц и базисных деталей. Чертеж общего вида сложных машин-автоматов может быть заменен габаритным чертежом	1...2
2	Чертежи сборочных единиц с необходимым количеством проекций, разрезов и сечений	1...2
3	Чертежи технически сложных деталей, оригинальность которых является результатом творчества студента и конструкция которых неясна из чертежей сборочных единиц	1
4	Схемные решения, в том числе схемы технологические (машины и линии), структурные, кинематические, электро-технические, гидравлические и др. На листе технологической схемы можно разместить и цикловую диаграмму.	1
<b>Дополнительные листы</b>		
5	Чертежи монтажные и ремонтные	1...1,5
6	Чертежи и схемы, раскрывающие конструктивные особенности модернизируемой (проектируемой) машины установки или аппарата и принцип работы	1...1,5
<b>Итого:</b>		<b>4...6</b>

Если студент разрабатывает проект реконструкции предприятия или цеха, то листы чертежей могут быть посвящены технологической части, например компоновке и размещению оборудования и строительной части проекта.

При выполнении ДП с элементами научных исследований или ДП в виде НИР, по согласованию с руководителем ДП, в графическую часть включаются листы с результатами проведенных исследований (схемы, таблицы, графики, диаграммы, чертеж экспериментальной установки и т.д.).

## **5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

При выполнении пояснительной записки необходимо придерживаться следующей нумерации разделов. Раздел «Технологическая часть» является первым из двух основных разделов. Желательно в этом разделе придерживаться указанной нумерации не только разделов, но и подразделов, пунктов и подпунктов, сохраняя указанные ниже заголовки. Рекомендуются следующее содержание раздела «Технологическая часть»:

### **5.1 Обзор существующих технологий рассматриваемого пищевого производства**

При выполнении этого подраздела необходимо решить следующие задачи:

- произвести сбор информации о существующих технологиях производства продукта путем изучения научно-технической литературы соответствующей тематики (учебников, периодических изданий, реферативных журналов, научных статей и т.д.);
- произвести сбор информации о существующих технологиях производства продукта путем проведения патентных исследований.

На начальном этапе работы студент может пользоваться рекомендациями, содержащимися в учебниках, пособиях, специальных методических разработках. Последующая работа требует дополнительного, более глубокого изучения проблемы и соответствующей работы с литературой. Поиск литературы проводится самостоятельно с использованием библиотечных систематических и алфавитных каталогов, систематических предметных и библиографических указателей по различным отраслям знаний и отдельным темам.

Обзор литературы должен носить описательный характер и включать патентный поиск по проблеме. Регламент, глубину и формы патентного поиска определяет руководитель.

Рассматривая способы производства продукта, необходимо приводить машинно-аппаратурные (МАС) или технологические (ТС) схемы с указанием позиций оборудования и подробным описанием.

Результаты литературного и патентного поиска оформляются в виде сводных таблиц (таблицы 5.1 и 5.2), которые помещают в приложение [1,2].

Таблица 5.1 – Научно – техническая литература, техническая документация

Наименование источника информации	Авторы	Издательство, год издания	Страницы
1	2	3	4

Таблица 5.2 – Справка об исследовании патентных материалов

Страна, по которой произведен поиск	Индекс патентной классификации	Использованные источники информации	Глубина поиска	Выявленные аналоги
1	2	3	4	5

Подраздел должен заканчиваться анализом описанных технологических процессов производства продуктов с выделением особенностей, преимуществ и недостатков каждого.

## **5.2 Анализ производства на базовом предприятии. Разработка предложений по оптимизации производственного процесса**

В данном подразделе выполняется описание технологического процесса производства продукта на базовом предприятии, выявляются его достоинства и недостатки. Приводятся рецептуры продукта, оценивается его качество. Определяются основные факторы, влияющие на производительность линии и качество продукта, а также на культуру и безопасность производства.

Приводятся основные технические характеристики применяемого технологического оборудования, производится его анализ, проверяется обоснованность его использования для выполнения той или иной технологической операции, описываются достоинства и недостатки.

Подраздел должен заканчиваться выбором объекта модернизации (единицы оборудования) с указанием недостатков, которые предполагается устранить в результате модернизации, новые технические возможности, которые могут появиться с его внедрением, что приведет к оптимизации производства.

## **6. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Материал специальной части оформляется в пояснительной записке отдельным разделом. Структуризация материала определяется автором совместно с руководителем. Подразделы специальной части перечисляются в общем содержании с указанием номеров страниц. В качестве основных направлений работы при выполнении раздела могут быть выбраны направления, указанные в разделе 4 настоящего пособия.

### **6.1 Обзор существующих конструкций технологического оборудования**

При выполнении этого подраздела необходимо решить следующие задачи:

- произвести сбор информации о существующих конструкциях оборудования, выбранного в качестве объекта модернизации путем изучения науч-

но-технической литературы соответствующей тематики (учебников, периодических изданий, реферативных журналов, научных статей, интернет и т.д.);

- произвести сбор информации о существующих изобретениях и предложениях по модернизации данного вида оборудования путем проведения патентных исследований.

Методика выполнения данного подраздела аналогична методике выполнения подраздела 5.1. При этом очень важно пользоваться материалами специальных исследований: обзорными статьями, обзорами по проблеме, тематическими сборниками статей трудами отраслевых институтов, обзорной информацией отраслевых центров научно-технической информации, материалами конференций (совещаний, симпозиумов) и т.д.

Просмотр периодической научно-технической литературы начинается с реферативных журналов по данной отрасли знаний. В конце каждого журнала помещается указатель статей, а в каждом последнем за год номере журнала обычно приводится перечень статей, опубликованных в течение года. Целесообразно пользоваться библиографическими списками, сносками и указателями в учебниках, обзорах, монографиях, относящихся к разрабатываемой теме.

Патентное исследование зачастую может оказать неоценимую помощь в изучении и поиске методов решения поставленных задач [2].

Оперативное использование патентной документации возможно с применением справочно-поискового аппарата.

В настоящее время изобретения классифицируют по отраслевому и функциональному признакам. По отраслевому признаку объекты распределяют в зависимости от их применения в той или иной области деятельности человека. По функциональному признаку объекты располагаются в зависимости от выполняемых функций или производимого эффекта.

Согласно международной патентной классификации (МКП) все изобретения располагаются в логической последовательности по восьми основным разделам, каждый раздел делится на подразделы. Каждый раздел объединяет родственные классы и т.д.

Собрав патентную информацию, студент анализирует ее, выбирает патенты – аналоги, оценивает их технический уровень, выявляет тенденции развития объектов-аналогов, оценивает степень новизны разрабатываемого объекта и необходимость его патентной защиты. При этом необходимо проанализировать достоинства и недостатки рассматриваемого серийно выпускаемого оборудования, а также технических решений, приведенных в описаниях к изобретениям.

При выполнении технического описания машин или аппаратов необходимо придерживаться структуры, соответствующей государственному стандарту «Назначение изделия, техническая характеристика, состав изделия, устройство и принцип работы».

При анализе серийного оборудования необходимо убедительно доказать, что выявленные недостатки не позволяют получить технологические, технические и экономические параметры, установленные в задании на вы-

полнение ДП (качество продукта, производительность, низкую себестоимость и малые габариты при их эксплуатации в проектируемых объектах).

При анализе технических решений, выявленных в описаниях к изобретениям, необходимо найти такие, которые позволили бы при дальнейшем развитии в процессе исследования, проектирования и конструктивного оформления решить задачи, поставленные в задании на ДП.

Результаты литературного и патентного поиска оформляются в виде сводных таблиц (таблицы 5.1 и 5.2), которые помещают в приложение.

## **6.2 Обоснование выбора модели оборудования**

В данном подразделе, на основании проведенных в предыдущих подразделах исследований, производится обоснование выбора конкретной модели оборудования, подходящего для модернизации. При этом подробно описываются преимущества и недостатки данной модели по сравнению с другими (необходимо аргументировано доказать, что именно эта модель наиболее подходит для модернизации с технологической и экономической точек зрения).

Далее необходимо привести подробное техническое описание машины или аппарата, которые разрабатываются в ДП. Структура технического описания должна соответствовать государственному стандарту «Назначение изделия, техническая характеристика, состав изделия, устройство и принцип работы».

В пункте «Назначение изделия» указывается полное наименование оборудования и его шифр; технологические операции, которые выполняет машина, установка или аппарат; область применения (отрасль, на предприятиях какой мощности рекомендуется эксплуатировать и т.д.); особенности эксплуатации и ограничения по применению (если таковые имеются).

В пункте «Техническая характеристика» указываются технические параметры оборудования. Первым указывается основной параметр (производительность, расход, емкость и др.), последним – габариты, размеры и масса изделия. Размерность всех параметров должна быть указана в соответствии с международной системой измерения (СИ).

В пункте «Состав изделия» приводится перечень основных сборочных единиц, из которых состоит изделие.

В пункте «Устройство и принцип работы» дается подробное техническое описание конструкции каждой крупной сборочной единицы изделия первоначально в статическом положении. Описание должно обязательно сопровождаться ссылками на рисунок общего вида, помещенный в пояснительной записке или в графической части ДП. После описания элементов изделия в статике рассматривается работа оборудования в порядке выполнения им технологических операций.

Дается подробный перечень операций по техническому и санитарному обслуживанию объекта в процессе работы с детальным описанием и инструкция по технике безопасности.

Подраздел должен завершаться выводами и постановкой цели и задач модернизации. При этом необходимо, опираясь на ранее проведенный анализ, кратко указать: почему необходима модернизация, разработка новой конструкции машины (аппарата) или проведение данных экспериментальных исследований; какие технические решения или методы исследования являются для данной темы проекта наиболее рациональными. При использовании в конструкторских разработках патентов необходимо указать в выводах и на графических листах (как правило, на чертеже общего вида аппарата или машины) их наименование, номер [24-56].

### **6.3 Разработка предложений по модернизации оборудования**

В данном подразделе проводится подробное техническое описание узла (сборочной единицы) машины (аппарата). Описание проводится по той же схеме, что и в подразделе 5.2: «Назначение изделия, техническая характеристика, состав изделия, устройство и принцип работы».

В пункте «Назначение изделия» указывается полное наименование сборочной единицы и его шифр; его служебное назначение; особенности эксплуатации и ограничения по применению (если таковые имеются).

В пункте «Техническая характеристика» указываются технические параметры сборочной единицы. Первыми указываются основные параметры (потребляемая мощность, крутящие моменты (температура или концентрация) на входе и выходе, расход, емкость и др.), последними – габариты, размеры и масса узла. Размерность всех параметров должна быть указана в соответствии с международной системой измерения (СИ).

В пункте «Состав изделия» приводится перечень основных сборочных единиц и деталей, из которых состоит узел.

В пункте «Устройство и принцип работы» дается подробное техническое описание конструкции каждой сборочной единицы узла первоначально в статическом положении. Описание должно обязательно сопровождаться ссылками на рисунок сборочного чертежа узла, помещенный в пояснительной записке или в графической части ДП. После описания элементов изделия в статике рассматривается работа узла в составе машины (аппарата) в порядке выполнения им технологических операций.

Далее приводится описание изменений в конструкции базового узла, которые планируется выполнить в ходе модернизации. Описание должно обязательно сопровождаться ссылками на рисунок сборочного чертежа модернизированного узла, помещенный в пояснительной записке или в графической части ДП.

Подраздел должен заканчиваться выводами, в которых необходимо описать, как повлияют изменения в конструкции узла на его работу и техническую характеристику, а также на техническую характеристику машины в целом.

## **6.4 Расчеты оборудования**

### **6.4.1 Расчет производительности**

Производительность машин, установок или аппаратов является основной технической характеристикой. За время обучения в институте студенты неоднократно при изучении различных дисциплин решали задачи определения производительности различных объектов. Эта задача при выполнении ДП приобретает особо важное значение, поскольку студент имеет дело зачастую с реальной темой, с разработкой реального объекта. При этом разрабатываемый или модернизируемый объект часто является составной частью определенного производственного процесса или выполняет определенную функцию в общем технологическом процессе. При этом проектируемый объект технологически либо кинематически связан с другим оборудованием для производства качественной продукции в пределах заданной производительности.

Студенты познакомились с основными видами производительности (теоретической, технологической, расчетной, фактической) при изучении дисциплин: «Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств», «Технологическое оборудование», «Холодильное торговое оборудование», «Холодильное технологическое оборудование», «Компьютерное проектирование технологического оборудования». На разных стадиях проектирования эти производительности имеют определенное значение. В дипломном проекте особое внимание уделяется фактической производительности, которая учитывает все возможные потери при эксплуатации оборудования. Для этого необходимо тщательно рассмотреть технологический процесс, реализуемый в проектируемом оборудовании, определить потери продукта (отходы, брак и т.д.), неизбежные в реальном производстве, потери времени, связанные с простоем оборудования при осмотрах, санитарном обслуживании, ремонте, из-за перебоев в подаче сырья, полуфабрикатов, из-за организационных простоев и т.д. Эти данные необходимо собирать в период производственной и особенно бакалаврской практики. Потери продукции и времени устанавливаются непосредственно на производстве по соответствующим документам, фотографии рабочего дня и т.д.

Таким образом, производительность проектируемого объекта должна быть выше фактической (номинальной) производительности поточной линии, для которой проектируется объект.

Полученная фактическая производительность является исходной для расчета параметров проектируемого объекта, отдельных его частей, рабочих объемов накопителей, габаритных размеров, формы и режима работы рабочих органов, элементов привода и т.д. От точности расчета указанных параметров существенным образом зависит работоспособность проектируемой конструкции, ее надежность и долговечность.



#### 6.4.2 Расчет потребляемой мощности и выбор электродвигателя

Методика расчета потребляемой мощности зависит от типа оборудования, особенности технологического процесса, свойств перерабатываемого материала, условий работы привода и многих других факторов. В курсе «Технологическое оборудование» рассматривались формулы и рекомендации для расчета полезной мощности различных групп технологического оборудования. В этой связи, в первую очередь, необходимо определить, к какой из известных групп оборудования относится разрабатываемое или модернизируемое оборудование, и в соответствии с аналогами определить полезную мощность. Далее необходимо определить потери мощности, обусловленные режимом работы, особенностями перерабатываемого сырья и материалов, конструкцией привода и т.д. Эти коррективы учитываются путем введения соответствующих коэффициентов: коэффициент запаса, коэффициент динамичности и т.д.

В основе методик расчета мощности привода машины или аппарата лежит общее положение: при равномерном движении потребная мощность (Вт) равна работе, совершенной в единицу времени [24-36].

$$N = A / \tau = P \cdot S / \tau = P \cdot V, \quad (1)$$

где  $A$  – работа, Дж;  $P$  – действующая сила, Н;  $S$  – пройденный путь, м;  $V$  – скорость, м/с;  $\tau$  – время, с.

Если тело совершает вращательное движение, с постоянной скоростью [24-36]:

$$N = M_{вр} \frac{\pi n}{30} = M_{вр} \cdot \omega, \quad (2)$$

где  $\omega$  – угловая скорость, рад/с;  $n$  – частота вращения вала, мин<sup>-1</sup>,  $M_{вр}$  – вращающий момент, Н м.

Таким образом, если нагрузка на рабочем органе в течение времени существенно не изменяется, то, определив ее и умножив на скорость рабочего органа, можно определить мощность для приведения в движение этого органа. Сумма всех мощностей этого органа дает общую мощность привода (полезную). Учтя все сопротивления, находят суммарную мощность, необходимую для преодоления полезных и вредных сопротивлений [24-36].

Для того чтобы звенья механизма двигались, необходимо иметь кинетическую энергию вала, равную сумме кинетических энергий всех его поступательных звеньев.

Из этого соотношения выводят зависимость инерции механизма, приведенного к его ведущему звену [1].

$$J_{np} = \sum_1^n m_i \cdot \frac{2V_i}{\omega} + J_i \cdot \left(\frac{V_i}{\omega}\right)^2, \quad (3)$$

где  $n$  – число подвижных звеньев машины;  $m_i$  – масса звена  $i$ , движущегося поступательно, кг;  $V_i$  – средняя скорость звена  $i$ , движущегося поступательно, м/с;  $\omega$  – угловая скорость ведущего звена, рад/с;  $J_i$  – момент инерции вра-

щающегося звена  $i$ ,  $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$ ;  $W_i$  – угловая скорость вращающегося звена  $i$ , рад/с;  $W_1$  – угловая скорость первого вращающегося звена, рад/с.

Для машин, у которых рабочие органы работают с переменными нагрузками (поршневые насосы, брикетирующие прессы и др.), строят диаграммы всех сил, действующих на рабочие органы, и находят пиковые нагрузки. По силовым диаграммам находят требуемую мощность привода. Для этого поступают следующим образом: если диаграмма сил была построена в функции времени, то по известной зависимости пути движения рабочего органа от времени строят диаграмму сил в функции пути. Как известно, площадь этой диаграммы за какой-то отрезок пути характеризует в определенном масштабе работу сил сопротивления, приложенных к рабочему органу на этом отрезке пути. Заменяя эту площадь равновеликой площадью прямоугольника, построенного на том же отрезке пути, будем иметь ординату этого прямоугольника в качестве движущей силы, необходимой для приведения в движение этого рабочего органа. Площадь этого прямоугольника характеризует необходимую работу движущих сил, которую можно вычислить, умножив площадь прямоугольника на масштабы пути и силы.

Зная время, за которое рабочий орган прошел отрезок пути, указанный на диаграмме, и поделив полученную работу движущих сил на это время, находят необходимую мощность для привода рабочего органа. Суммируя полученные таким же образом мощности всех рабочих органов машины, можно с учетом потерь в кинематической цепи определить требуемую мощность электродвигателя и выбрать его по справочникам (например, [36]).

После этого проверяют привод машины на плавность хода. Для этого необходимо сложить все построенные диаграммы для всех рабочих органов.

Таким образом, на одной суммарной диаграмме будем иметь суммарный график сил сопротивления и прямоугольник от суммарных движущих сил. Та часть площади этой диаграммы, которая выступает за прямоугольник, характеризует избыточную работу сил сопротивления на каком-то отрезке пути. Определив эту работу, можно найти необходимый приведенный момент инерции на главном приводном звене (первом от рабочих органов общем звене, совершающем вращательное движение)[24-36].

$$J'_{np} = A_c / \omega_{\Pi}^2 \cdot \delta, \quad (4)$$

где  $J'_{np}$  – приведенный момент инерции на главном приводном звене,  $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$ ;  $A_c$  – избыточная работа сил сопротивления, Дж;  $\omega_{\Pi}$  – среднее значение скорости главного приводного звена на отрезке пути, на котором найдена работа  $A_c$ ,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\delta$  – коэффициент неравномерности,  $\delta < 0,02$ .

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_n}. \quad (5)$$

Полученный ранее действительный момент инерции должен быть обязательно больше приведенного момента инерции  $J > J'_{np}$ . Если он получился меньше, то в привод машины надо добавить маховик с моментом инерции, достаточным для того, чтобы имело место приведенное неравенство [24-36].

После расчета потребляемой мощности с учетом условий эксплуатации и желаемого конструктивного исполнения выбирают электродвигатель. В приводах пищевых машин, как правило, используют трехфазные асинхронные электродвигатели серии 4АИР. Они имеют ряд преимуществ: простоту конструкции, малую стоимость, надежность, простоту подключения и обслуживания. После определения потребной мощности, выбора привода разрабатывается кинематическая схема и выполняется ее расчет [24-36].

### 6.4.3 Кинематический расчет

Непосредственное соединение вала машины с валом электродвигателя возможно лишь в относительно редких случаях, когда частоты вращения этих валов совпадают, например: в молотковых дробилках, центрифугах, вентиляторах.

Кинематический расчет включает расчет мощности на каждом валу, расчет крутящего момента на каждом валу. Предварительно вычерчивается по ГОСТу кинематическая схема, которая помещается в пояснительной записке ДП.

Таблица 6.1 – Некоторые обозначения условные графические в схемах элементы кинематики (выдержки из ГОСТ 2.770-68)

Наименование	Обозначение
Неподвижное звено (стойка). Для указания неподвижности любого звена часть его контура покрывают штриховкой	
Кулачки барабанные цилиндрические	
Звено рычажных механизмов - эксцентрик	
Храповые зубчатые механизмы с наружным зацеплением двусторонние	
Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста наружным зацеплением	
Передача ремнем без уточнения типа ремня	
Передача клиновидным ремнем	
Передача круглым ремнем	
Передача зубчатым ремнем	

Все элементы на схеме изображают условными графическими обозначениями по ГОСТ 2.770-68 или упрощенно в виде контурных очертаний с обязательными пояснениями, если их обозначение отсутствует в ГОСТ 2.770.

Таблица 6.2 – Некоторые обозначения условные графические в схемах элементы кинематики (выдержки из ГОСТ 2.770-68) (продолжение)

Наименование	Обозначение
Передача цепью:	
а) общее обозначение без уточнения типа цепи	
Передачи зубчатые (цилиндрические):	
а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
б) то же, с прямыми, косыми и шевронными зубьями	
Передачи зубчатые со скрещивающимися валами:	
а) червячные с цилиндрическим червяком	
в) червячные глобоидные	
в) разъемная	
Маховичок	

Механизмы, отдельно собираемые и самостоятельно регулируемые, допускается изображать на принципиальной схеме без внутренних связей. Схему каждого такого механизма изображают в виде выносного элемента на

общей принципиальной схеме изделия, в которое входит механизм, или выполняют отдельной принципиальной схемой изделия, в которое входит механизм, или выполняют отдельным документом, при этом на схеме изделия помещают ссылку на этот документ. Если в состав изделия входит несколько одинаковых механизмов, допускается выполнять принципиальную схему для одного из них, а другие механизмы изображать упрощенно.

Взаимное расположение элементов на кинематической схеме должно соответствовать исходному, среднему или рабочему положению исполнительных органов изделия (механизма). Допускается пояснять надписью положение исполнительных органов, для которых вычерчена схема. Если элемент изделия при работе меняет свое положение, то на схеме допускается показывать его в крайнем положении тонкими штрихпунктирными линиями [24-36].

На кинематической схеме, не нарушая ясности схемы, допускается:

1. Переносить элементы вверх или вниз от их истинного положения, выносить их за контур изделия, не меняя положения.
2. Поворачивать элементы в положения, наиболее удобные для изображения. В этих случаях сопряженные звенья пары, вычерченные отдельно, соединяют штриховой линией.

Если валы или оси при изображении на схеме пересекаются, то линии, изображающие их, в местах пересечения не разрываются. Если на схеме валы или оси закрыты другими элементами или частями механизма, то их изображают как невидимые. Допускается валы условно поворачивать.

Элементы схемы вычерчиваются без масштаба, но соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному соотношению размеров этих элементов в изделии.

На принципиальных схемах изделий указывают:

1. Наименование каждой кинематической группы элементов, учитывая ее основное функциональное назначение (например, привод подачи), которое наносят на полке линии – выноске, проведенной от соответствующей группы.
2. Основные характеристики и параметры кинематических элементов, определяющие исполнительное движение рабочих органов изделия или его составных частей.

Основными параметрами механических передач являются: передаваемая мощность, крутящий момент на валу, передаточное число и КПД.

#### **6.4.4 Расчет тепломассообменного оборудования**

В настоящее время широкое применение во многих отраслях промышленности находят комбинированные агрегаты, в которых осуществляется несколько технологических процессов: гидромеханических и тепловых; механических и тепломассообменных и т.д. Тепломассообменные процессы и оборудование традиционно являются ведущими в таких отраслях пищевой

промышленности, как молочная, хлебопекарная, макаронная, спиртовая, масложировая и др. Применяемое тепломассообменное оборудование весьма разнообразно по конструктивному исполнению, назначению, производительности и другим показателям. Несмотря на отмеченное разнообразие, должны выполняться общие требования: высокая производительность, экономичность, обеспечение заданных технологических условий процесса и высокого качества готового продукта, простота и компактность, надежность в работе и удобство монтажа, соответствие требованиям охраны труда и Гостехнадзора.

В основе всех проектных расчетов теплообменных аппаратов лежат основополагающие уравнения материального и теплового балансов. При этом рассчитывают площадь поверхности теплообмена, конструктивные размеры, производят прочностные расчеты основных узлов и деталей и т.д.

Различают два вида расчетов теплообменных аппаратов: 1) конструктивный и 2) поверочный. В первом случае определяются условия, обеспечивающие оптимальный режим работы аппарата, а во втором – возможность использования готовых аппаратов для заданного процесса.

Конструктивные параметры аппарата зависят, прежде всего, от способа передачи теплоты. Тепловой расчет любого аппарата основан на совместном решении уравнений теплового баланса и основного уравнения теплопередачи.

Примеры расчета расхода теплоносителей, определение поверхности теплопередачи, расчет основных конструктивных размеров теплообменных аппаратов приведены в некоторых литературных источниках.

Составной частью расчета теплообменного аппарата, агрегата с совмещенным процессом теплообмена является гидравлический расчет, который ставит своей целью определить потери давления на преодоление трения рабочих потоков теплоносителей и хладагентов о стенки машин, аппаратов либо агрегатов и в местных сопротивлениях: в трубопроводах, запорно-распределительной арматуре и т.д. Примеры таких гидравлических расчетов приведены в специальной литературе.

Расчет основных конструктивных размеров теплообменных аппаратов, размеры сечений трубопроводов, патрубков, штуцеров и каналов для прохода теплоносителей и хладагентов рассмотрен в специальной литературе. Расчет теплообменных аппаратов специального назначения, агрегатов совмещенного теплообмена выполняется либо аналогично простейшим случаям теплообмена либо по рекомендациям, приведенным в специальной литературе, в зависимости от условий проведения технологического процесса, условий эксплуатации оборудования и т.д..

Конструктивный расчет корпусов, крышек, днищ и других элементов теплообменного оборудования сводится главным образом к определению толщины стенок соответствующих элементов или, наоборот, к проверке на прочность принятой толщины стенок элементов теплообменной аппаратуры.

Расчет типовых массообменных аппаратов изложен в ряде литературных источников. Необходимость расчета массообменных и совмещенных тепломассообменных процессов и аппаратов возникает при проектировании

различных сушилок, печей, ректификационных установок, дистилляционных аппаратов, кристаллизаторов и т.д. Эти расчеты изложены в специальной литературе [24-36].

#### 6.4.5 Прочностные, конструктивные и динамические расчеты

Подлежащие к выполнению в ДП расчеты должны относиться к тем усовершенствованиям или модернизации, которые выполняются по теме ДП. Их уровень должен соответствовать требованиям высшей школы. Количество расчетов должно быть не менее пяти, из них не менее трех должны быть оригинальными – не повторяющимися у других студентов. Предпочтительно выполнение расчетов с применением ЭВМ.

В соответствии с ГОСТ 2.106 – 96 порядок изложения расчетов определяется характером рассчитываемых величин. В общем случае расчеты должны содержать:

- 1) Название расчета;
- 2) Эскиз или схему рассчитываемого объекта;
- 3) Задачу расчета (указывается, что требуется определить при расчете);
- 4) Данные для расчета;
- 5) Условия для расчета (методика расчета, увязка с применяемой программой ЭВМ)
- 6) Расчет (программа и результаты вычисления на ЭВМ);
- 7) Заключение (обсуждение результатов, анализ полученных данных и выводы).

Эскиз или схему допускается вычерчивать в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление о рассчитываемом изделии.

При **прочностных расчетах** приходится решать две задачи: 1-я сводится к выяснению сил и моментов, действующих на конструируемый объект, и к поиску комбинаций сил и обстоятельств, которые могут невыгодно отразиться на объекте; 2-я сводится к определению напряжений и запасов прочности в так называемых опасных сечениях.

В конечном счете, вся задача сводится к поиску таких размеров и форм конструкции (**конструктивные расчеты**), при которых была бы устранена вероятность разрушения. В силу этого разработчик в каждом отдельном случае определяет примерно следующие характеристики и условия работы проектируемой конструкции:

- 1) Род материала конструкции (пластичный, хрупкий и т.п.);
- 2) Характер нагрузки (постоянная, пульсирующая, знакопеременная, ударная и т.д.), ее направление, величину и расчетную комбинацию;
- 3) Температурные условия, при которых работает конструкция;
- 4) Характер и род деформаций в частях конструкции;
- 5) Габариты, за пределы которых должны выходить размеры;
- 6) Условия эксплуатации (изнашивание, выгорание, действие коррозии и т.д.), сопровождающие работу конструкции.

При выполнении ДП для проведения конструктивных расчетов рекомендуется пользоваться справочными данными, представленными в приложениях Г – М.

Кроме того, необходимо учитывать влияние технологии изготовления, характер и особенности монтажа, вопросы допусков и посадок, металлоемкости и трудоемкости конструкции. Наконец, необходимо руководствоваться стандартами при обозначении окончательных размеров элементов конструкции.

Конструктивные размеры машины чаще всего определяются по производительности, массе и длине или объему обрабатываемого продукта, однако, есть и иные решения.

Конструктивные расчеты включают в себя проверочные передачи (зубчатых, ременных, червячных, цепных и др.), подшипников, валов, редукторов и др.

*Динамические расчеты* выполняются для определения нагрузок, изменяющихся во времени, действующих на механизм машины. Необходимо также произвести расчет уравнивания машины.

Решение задачи уравнивания машины при ее конструировании имеет своей целью не допустить или, по крайней мере, всемерно уменьшить динамические давления в создаваемой машине. Нужно рассматривать отдельно уравнивание звеньев машины и уравнивание машины на фундаменте. Основное требование теории уравнивания стационарных машин при конструировании такое: центр тяжести всех звеньев во время работы машины должен оставаться неподвижным. Способы, позволяющие при конструировании машины обеспечить неподвижность ее центра тяжести, изложены в курсе теории механизмов и машин. Уравнивание машин можно обеспечить, используя специальные поступательно движущиеся или вращающиеся противовесы, перемещение или вращение которых должно компенсировать, уравнивать перемещение других звеньев машины.

Помимо перечисленных ранее расчетов при выполнении ДП могут выполняться и специальные расчеты: теоретические, теплотехнические, гидравлические и т.д. Они условно относятся к специальным и в зависимости от содержания ДП могут выполняться на различных этапах проектирования и быть вспомогательными либо определяющими. В последнем случае они тесно связаны с технологическими расчетами и могут входить в их состав. Ввиду значимости и особой роли такие расчеты выделяются в РПЗ в отдельный раздел.

Таким образом, специальные расчеты могут быть достаточно разнообразными, поэтому не представляется целесообразным приводить какие-либо общие рекомендации по их выполнению. Соответствующие рекомендации по конкретным видам расчетов можно найти в специальной или учебной литературе после консультации с руководителем проекта [24-36].



#### **6.4.6 Тепловой расчёт бытового холодильного оборудования**

Определяются теплопритоки во всех охлаждаемых помещениях. Подсчитывается тепловая нагрузка на компрессор и на камерное оборудование для всех температур кипения.

Выбор основного и вспомогательного оборудования холодильных установок, выбор охлаждения в камерах и вспомогательных помещений, находящихся в контуре изоляции.

Выбор технологического оборудования производится по укрупненным показателям, приводятся технические характеристики принятого к установке оборудования по основным параметрам (производительность, потребляемая мощность, габариты, условия монтажа).

Кроме основного холодильного оборудования приводятся схемы отопления камер и поддержания в них необходимого температурного режима если возможно понижение температуры наружного воздуха.

##### **Теоретические основы расчета теплопритоков**

Для подбора компрессора, конденсатора, испарителя необходимо произвести расчет теплопритоков в охлаждаемый объем холодильника: через ограждающие поверхности (стенки холодильного шкафа), от открывания дверцы и от хранящегося продукта.

Суммарные теплопритоки, поступающие внутрь охлаждаемого объема, определяются по формуле [37-56]:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, \text{ Вт}$$

где:  $Q_1$  - теплопритоки через ограждения, Вт;  $Q_2$  - теплопритоки от продуктов и тары, Вт;  $Q_3$  - теплопритоки вследствие вентиляции (учитывается для крупных холодильных камер), Вт;  $Q_4$  - теплопритоки эксплуатационные, Вт;  $Q_5$  - теплопритоки от хранящихся фруктов и овощей в результате «дыхания», Вт;  $Q_6$  - теплопритоки от оборудования (учитывается для крупных холодильных камер), Вт.

##### **Расчёт теплопритоков через ограждающие теплоизоляционные конструкции**

Теплоприток вследствие разности температуры внутри и снаружи холодильника определяется по формуле [37-56]:

$$Q = K \cdot F (t_{\text{окр}} - t_{\text{хк}}),$$

где:  $K$  – действительный коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $F$  – площадь теплопередающей поверхности, м<sup>2</sup>;  $t_{\text{нар}}$  – расчётная наружная температура воздуха, °С;  $t_{\text{вн}}$  – расчётная температура воздуха в камере, °С.

Коэффициент теплопередачи ограждения определяется:

$$K = \left( \frac{1}{\alpha_{нар}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right)^{-1},$$

где:  $\alpha_{нар}$  и  $\alpha_{вн}$  – коэффициент теплоотдачи стенки наружной и внутренней соответственно, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности i-го слоя многослойного ограждения;  $\delta_i$  – толщина i-го слоя ограждения, м.

Для расчёта коэффициента теплоотдачи в условиях естественной конвекции обычно пользуются зависимостью [37-56]:

$$Nu_{ж} = C \cdot (Gr \cdot Pr)_{ж}^n \left( \frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0,25},$$

где: Nu, Gr, Pr – критерии (числа) Нуссельта, Грасгофа, Прандтля соответственно.

Индексы «ж» и «с» означают, что физические свойства жидкости выбираются при температуре жидкости вдали от поверхности теплообмена и температуре стенки. При движении вдоль вертикальной стенки за определяющий размер принимается высота поверхности; поправка  $\left( \frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0,25}$  используется при расчете теплоотдачи для капельных жидкостей. Для воздуха  $\left( \frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0,25} \approx 1$ . Постоянные (C) и (n) зависят от режима свободного движения и условий обтекания поверхности. Они являются функциями (Gr·Pr) и определяются из следующей таблицы 6.3 [37-56]:

Таблица 6.3 - Постоянные

(Gr · Pr) <sub>ж</sub>	C	n	Условия движения
1 · 10 <sup>3</sup> ... 1 · 10 <sup>9</sup>	0,75	0,25	Вдоль вертикальной стенки
≥ 6 · 10 <sup>10</sup>	0,15	1/3	

Теплоотдачу горизонтальных плит можно приближенно рассчитывать по формуле.

$$(Gr \cdot Pr)_{нар.} = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l^3}{\nu^2},$$

где q - ускорение свободного падения, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$\beta$  - коэффициент объемного расширения, рассчитываемый по формуле 1/(Токр+273), К-1;

$\Delta t$  - разность температуры окружающей среды и стенки наружной, оС;

l - определяющий размер, м;

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости воздуха при определенной температуре, м<sup>2</sup>/с.

За определяющий размер при расчете горизонтальных плит берется меньшая ее сторона, а при расчете вертикальной стенка – ее высота. При этом, если теплоотдающая поверхность обращена кверху, то полученное из формулы значение коэффициента теплоотдачи увеличивается на 30%; если книзу – уменьшается на 30%.

Расчет коэффициента теплоотдачи для ограждающих поверхностей холодильника проводят по формуле:

$$C \cdot (Cr \cdot Pr) \cdot n \text{ - для вертикальных стенок,}$$

$$Nu = 1,3 \cdot C \cdot (Cr \cdot Pr) \cdot n \text{ - для горизонтальных стенок, охлаждаемых сверху;}$$

$$0,7 \cdot C \cdot (Cr \cdot Pr) \cdot n \text{ - для горизонтальных стенок, охлаждаемых снизу.}$$

Постоянные (C) и (n) берутся из вышеприведенной таблицы приведенной выше.

Для определения теплопритоков через ограждающие поверхности холодильника в зависимости от температуры задаем значение коэффициентов для воздуха: теплопроводности ( $\lambda$ ), кинематической вязкости ( $\nu$ ), критерием Прандтля (Pr) таблица 6.4 [37-56].

Таблица 6.4 - значения коэффициентов

t °C	$\nu \cdot 10^{-6}$ , м <sup>2</sup> /с	$\lambda$ , Вт/м·К	Pr
Воздух			
- 18	12,3	0,0234	0,712
5	13,93	0,0248	0,706
30	16,0	0,0267	0,701
40	16,96	0,0276	0,699

Схема распределения температуры в разрезе теплоизоляционного ограждения холодильника, таблица 6.5, приведена на рисунке 6.1

Таблица 6.5 - теплоизоляционные ограждения холодильника

Материал	$\lambda$ , Вт/м·К
Сталь	59,4
ППУ	0,025
Полистирол	2,45
Фольго картон	0,175

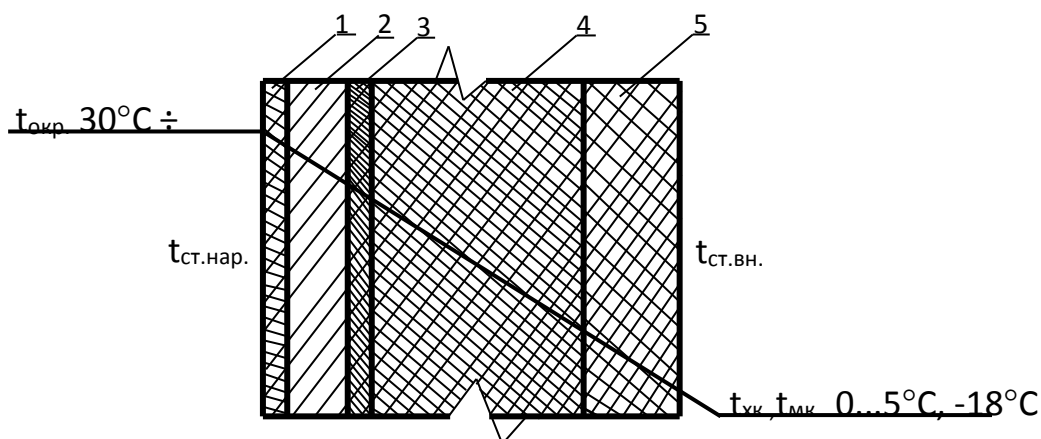


Рисунок 6.1 – Схема распределения температуры в разрезе теплоизоляционного ограждения холодильника: 1 – эмаль, 2 – сталь, 3 – фольгокартон, 4 – ППУ, 5 – полистирол  $t_{окр.}$  – температура наружного воздуха;  $t_{ст.нар.}$  – температура наружной стенки;  $t_{ст.вн.}$  – температура внутренней стенки;  $t_{хк.}, t_{мк.}$  – температура воздуха внутри охлаждаемых камер холодильника

При определении теплопритоков в охлаждаемый объем холодильника необходимо знать площади всех теплоизоляционных поверхностей.

Методика расчета теплопритоков через ограждающие конструкции следующая.

Задаемся температурой наружной поверхности стенки  $t_{ст.нар.}$ , она на 2...5°C ниже температуры окружающего воздуха. При температуре окружающего воздуха  $t_{окр.}$  определяем его параметры:  $\nu$ ,  $\lambda$ ,  $Pr$ .

Значение коэффициента  $\beta$  определяем по формуле [37-56]:

$$\beta = 1/(t_{окр.} + 273) \text{ К}^{-1},$$

где  $t_{окр.}$  – температура окружающего воздуха, °C.

Вычислим значение комплекса  $(Gr \cdot Pr)_{нар.}$  нар:

$$(Gr \cdot Pr)_{нар.} = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l^3}{\nu^2},$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$\Delta t$  – разность температуры окружающего воздуха и температуры на поверхности стенки холодильника, (2...5 °C);

$l$  – определяющий размер, для вертикальной стенки это высота, для горизонтальной стенки для меньшей стороны, м;

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости воздуха, м<sup>2</sup>/с.

Из таблицы 2 находим значения коэффициентов:  $C$ ,  $n$ .

Число Нуссельта

$$Nu = C(Gr \cdot Pr)^n.$$

Коэффициент теплоотдачи к наружной поверхности стенки холодильника определяют [37-56]:

$$\alpha_{нар} = \frac{Nu \cdot \lambda}{l}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)},$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/(мК).  
Температура внутренней поверхности стенки

$$t_{ст.вн} = t_{ст.нар} - \alpha_{нар} \cdot (t_{окр} - t_{ст.нар}) \cdot \left( \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right), ^\circ\text{C}.$$

Повторяем расчет для температуры в охлаждающем объеме.

Определяем параметры воздуха при температуре в холодильной камере  $t_{хк}$ :  $\nu$ ,  $\lambda$ ,  $Pr$ .

$$\beta = 1/(t_{хк} + 273) \text{ К}^{-1},$$

где  $t_{хк}$  – температура в охлаждаемом объеме,  $^\circ\text{C}$ .

Определяем значение комплекса

$$(Gr \cdot Pr)_{нар.} = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l^3}{\nu^2},$$

где  $\Delta t$  – разность температуры воздуха в охлаждаемом объеме и температуры на внутренней поверхности стенки холодильника, принимаем  $(t_{ст.вн.} - t_{хк})$ ,  $^\circ\text{C}$ ,

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости воздуха при температуре его в охлаждаемом объеме,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Определяем значения коэффициентов  $C$ ,  $n$ , затем число Нуссельта

$$Nu = C(Gr \cdot Pr)^n,$$

Коэффициент теплоотдачи

$$\alpha_{вн} = \frac{Nu \cdot \lambda}{l}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Коэффициент теплопередачи ограждения определяем по формуле (8):

$$K = \left( \frac{1}{\alpha_{нар}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right)^{-1}.$$

Теплоприток через стенку определяем по формуле (7).

Аналогично рассчитываем теплопритоки через другие ограждения холодильника. Результаты расчетов теплопритоков через ограждающие теплоизоляционные конструкции представим в виде таблицы 6.5.

Таблица 6.5 - результаты расчетов теплопритоков

№ ограждения	t ст.нар, °C	t <sub>ст.</sub> вн, °C	Nu нар	Nu <sub>вн</sub>	α <sub>нар</sub> , Вт/(м²К)	α <sub>вн</sub> , Вт/(м²К)	K, Вт/(м²К)	Q, Вт	ΣQ, Вт
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Заданием предусмотрено размещение испарителя холодильной камеры внутри теплоизоляционных панелей в запененном виде. Поэтому необходимо определить дополнительную тепловую нагрузку на испаритель со стороны конденсатора.

$$Q_{1don} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot F \cdot (t_{kcp} - t_{0cp}), \text{ Вт},$$

где:  $\lambda$  - коэффициент теплопроводности пенополиуретана;  $\delta$  - толщина слоя ППУ;  $t_{kcp}$  - средняя температура на поверхности теплообмена у конденсатора, ( $t_{kcp} = 37^{\circ}\text{C}$ );  $t_{0cp}$  - средняя температура на поверхности теплообмена у испарителя, ( $t_{0cp} = -23^{\circ}\text{C}$ ).

#### Расчёт эксплуатационных теплопритоков

Теплопритоки при открывании дверей рассчитываются по формуле [37-56]:

$$Q_4 = B \cdot F, \text{ Вт}$$

где:  $B$  – удельный теплоприток, отнесенный к 1 м² площади двери, Вт/м²(справочная величина,  $B = 6 \text{ Вт/м}^2$ );  $F$  – площадь двери, м².

#### Расчёт теплопритоков от хранящихся продуктов

Теплопритоки от хранящихся продуктов определяем по формуле:

$$Q_5 = G_{np} \cdot C_{np} \cdot (t_n - t_k) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ Вт}$$

где:  $G_{np}$  – суточное потребление продуктов, кг/сут;

$C_{np}$  – теплоёмкость продукта, кДж/кг;

$t_{np}$  – температура поступающих продуктов, °C;

$t_k$  – конечная температура, °C.

Продуктом хранимым в морозильнике принимаем мясо, его теплоёмкость и количество определено заданием. Мясо закладывается в морозильник с температурой  $+25^{\circ}\text{C}$  и хранится при температуре охлаждаемого объема (см. задание).

Общие теплопритоки, поступающие внутрь охлаждаемого объема, найдём по формуле (1). В расчетах можно пренебречь теплопритоками  $Q_2$ ,  $Q_3$ ,  $Q_6$ . В этом случае формула общих теплопритоков примет вид [37-56]:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_4 + Q_5, \text{ Вт}$$

Расчет параметров холодильника ведется из условия максимальной тепловой нагрузки, приходящейся на летний период. Для этого периода коэффициент рабочего времени компрессора принимаем  $KPB = 0,75$ . Тогда холодопроизводительность будет равна:

$$Q_0 = \Sigma Q / 0,75$$

### Расчет и подбор компрессора

Для определения термодинамических характеристик работы холодильной машины строим цикл ее работы в  $\lg P - i$  координатах.

Для построения цикла необходимо определить температурный режим работы компрессора:  $t_o = t_{хк} - (7...10)^\circ\text{C}$ ;  $t_k = t_{окр} + (8...12)^\circ\text{C}$ ;

$$t_{вс} = t_o + (15...30)^\circ\text{C};$$

После построения цикла необходимо заполнить таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – параметры точек цикла

Точки параметр	1	1'	2	2'	3	3'	4
P, МПа							
t, °C							
v, м <sup>3</sup> /кг							
i, кДж/кг							

Определяем удельную массовую холодопроизводительность:

$$q_o = i_{1'} - i_4, \text{ кДж/кг},$$

где  $i_{1'}$  и  $i_4$  – энтальпия в точках 1' и 4 соответственно.

Масса циркулирующего холодильного агента

$$M = Q_o / q_o, \text{ кг/с}.$$

Действительный объем пара, поступающего в компрессор

$$V_d = M \cdot v_1, \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $v_1$  – удельный объем всасывающего пара (в точке 1 диаграммы).

## Коэффициент подачи компрессора

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_n ,$$

где  $\lambda_c$  – коэффициент, отражающий влияние мертвого пространства компрессора;

$\lambda_n$  – коэффициент подогрева, учитывающий подогрев всасывающего пара и испарение жидкости.

Для коэффициента  $\lambda_c$  справедлива формула

$$\lambda_c = 1 - C \cdot \left[ \left( \frac{P_k}{P_0} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right],$$

где  $C$  – величина мертвого объема, для поршневых герметичных компрессоров ( $C = 0,04$ ),

$m$  – показатель политропы расширения пара, оставшегося в мертвом объеме. Для большинства герметичных компрессоров – близок к единице,

$P_k, P_0$  – давление конденсации и кипения холодильного агента соответственно, Па.

$$\lambda_n = T_0 / T_k ,$$

где  $T_0$  и  $T_k$  – абсолютные температуры кипения и конденсации, К.

Объем, описываемый поршнем равен [37-56]:

$$V = V_d / \lambda, \text{ м}^3/\text{с}$$

По величине объема описываемого поршнем подбираем компрессор, имеющий один цилиндр, скорость вращения вала  $n = 2950$  об/мин.

Теоретическая (адиабатная) мощность сжатия

$$N_T = M \cdot (i_2 - i_1), \text{ Вт},$$

где  $i_1$  и  $i_2$  – энтальпия в точках 1 и 2, соответственно.

Действительная (индикаторная) мощность

$$N_i = N_T / \eta_i, \text{ Вт}$$

где:  $\eta_i$  – индикаторный КПД ( $\eta_i = 0,79 \div 0,86$ ).

Эффективная мощность на валу компрессора:

$$N_e = N_i / \eta_m, \text{ Вт},$$

где:  $\eta_m$  – механический к.п.д., учитывающий потери на трение ( $\eta_m = 0,82 \div 0,92$ ).

Тепловая нагрузка на конденсатор:

$$Q_k = M (i_2 - i_3) \approx Q_0 + N_i, \text{ Вт}.$$



## Расчет и подбор конденсатора

Теплопередающая поверхность конденсатора определяется по формуле

$$F = Q_k / k_k \cdot \Delta t_{cp}, \text{ м}^2$$

где  $Q_k$  – тепловая нагрузка на конденсатор;  $k_k$  – коэффициент теплопередачи конденсатора;  $\Delta t_{cp}$  – средняя разность температур между конденсирующимся холодильным агентом и охлаждающей средой.

Коэффициент теплопередачи для конденсатора с воздушным охлаждением и проволочным оребрением принимаем равным  $k = 15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ,

Среднюю разность температур между конденсирующимся холодильным агентом и окружающей средой для холодильных машин с воздушным охлаждением принимаем равной  $\Delta t_{cp} = 8^\circ\text{C}$ ,

## Расчет испарителя

Теплопередающая поверхность испарителя определяется по формуле:

$$F = Q_o / k_i \cdot \Delta t, \text{ м}^2$$

где:  $Q_o$  – теплопритоки в охлаждаемый объем Вт;  $k_i$  – коэффициент теплопередачи испарителя ( $k_i = 7 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ );  $\Delta t$  – разность температур между кипящим хладагентом и окружающим воздухом,  $^\circ\text{C}$ .

## 6.4.7 Основы расчета холодильных камер

Исходными данными для расчета холодильных камер являются: суммарная емкость холодильника, параметры воздушной среды внутри камер (вид продукта, заложенного на хранение), город размещения, вид холодильного агента, система охлаждения. Расчет проводится в следующей последовательности: определяют число и размеры холодильных камер, назначают конструкцию ограждений холодильника, обосновывается используемый тип теплоизоляционного материала, выполняется расчет ограждающих конструкций, calorический расчет, проводится подбор холодильного оборудования.

Определение числа и размеров камер

Грузовой объем холодильных камер определяют по формуле:

$$V_{гр} = \frac{E}{q_v}, \text{ м}^3,$$

где  $E$  – емкость камер холодильника, т;  $q_v$  – норма загрузки, т/м<sup>3</sup>.

Грузовую площадь камер определяют:

$$F_{гр} = \frac{V_{гр}}{h_{гр}}, \text{ м}^2,$$

где  $h_{гр}$  – высота штабеля груза.

Строительная площадь камер определяется:

$$F_{\text{стр}} = \frac{F_{\text{гр}}}{\beta_p}, \text{ м}^2,$$

где  $\beta_p$  - коэффициент использования строительной площади камер.

Число строительных прямоугольников определяют:

$$n = \frac{F_{\text{стр}}}{f},$$

где  $f$  – строительная площадь одного прямоугольника, при определенной сетке колонн здания холодильника.

Действительная ёмкость камер определяется:

$$E_{\partial} = E \frac{n_{\partial}}{n},$$

где  $n_{\partial}$  – принятое число строительных прямоугольников.

### **Расчёт толщины изоляционного слоя ограждения.**

Перед расчетом толщины слоя теплоизоляционного материала необходимо выбрать тип теплоизоляции и назначить конструкцию ограждений (стена наружная, внутренняя, перекрытие, пол).

Толщина изоляционного слоя определяется по формуле:

$$\delta_{\text{из}} = \lambda_{\text{из}} \left[ \frac{1}{k} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) \right], \text{ м},$$

где  $k$  – нормативный коэффициент теплоотдачи ограждения Вт/(м<sup>2</sup> · К).

$\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней или более холодной поверхности ограждения, Вт/м<sup>2</sup> · К,

$\delta_i$  – толщина отдельных слоёв конструкции, м,

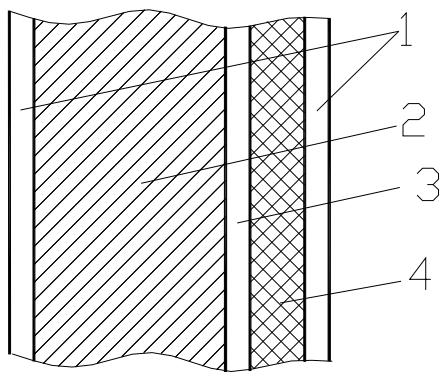
$\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности материала соответствующих слоёв, Вт/(м·К),

$\delta_{\text{из}}$  - расчётное значение толщины изоляционного слоя, м,

$\lambda_{\text{из}}$  – коэффициент теплопроводности изоляционного слоя, Вт/(м·К).

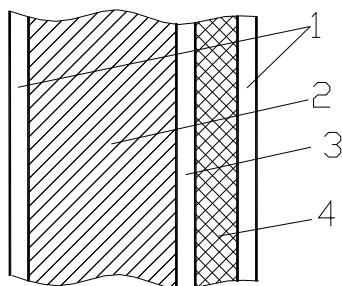
Пример строительного-изоляционных конструкций холодильника

### Стена внешняя



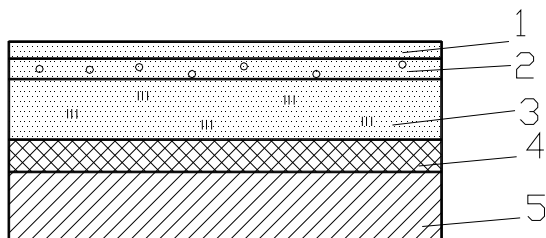
1. Штукатурка сложным раствором  
 $\delta_1 = 0,02\text{м}; \lambda_1 = 0,98 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
2. Теплоизоляция.
3. Пароизоляция - 2 шара гидро  
изоляции на битумной мастике  
 $\delta_3 = 0,004 \text{ м}; \lambda_3 = 0,3 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
4. Штукатурка цементная  
 $\delta_4 = 0,02 \text{ м}; \lambda_4 = 0,93 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
5. Кладка кирпичная 2 кирпича  
 $\delta_5 = 0,51 \text{ м}; \lambda_5 = 0,81 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
6. Штукатурка цементная  
 $\delta_6 = 0,02\text{м}; \lambda_6 = 0,93 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .

### Стена внутренняя



1. Штукатурка сложным раствором  
 $\delta_1 = 0,02\text{м}; \lambda_1 = 0,98 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
2. Теплоизоляция.
3. Гидроизоляция  
 $\delta_3 = 0,004 \text{ м}; \lambda_3 = 0,3 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
4. Штукатурка цементная  
 $\delta_4 = 0,02 \text{ м}; \lambda_4 = 0,93 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
5. Кладка кирпичная 1 кирпича  
 $\delta_5 = 0,25 \text{ м}; \lambda_5 = 0,81 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
6. Штукатурка цементная  
 $\delta_6 = 0,02; \lambda_6 = 0,93 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .

### Межэтажное перекрытие



1. Чистовая стяжка  
 $\delta_1 = 0,04\text{м}; \lambda_1 = 2,0 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
2. Армированная бетонная стяжка  
 $\delta_2 = 0,06 \text{ м}; \lambda_2 = 1,4 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
3. Ж/б плита перекрытия  
 $\delta_3 = 0,22 \text{ м}; \lambda_3 = 1,5 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .
4. Теплоизоляция.
5. Штукатурка цементная  
 $\delta_5 = 0,02 \text{ м}; \lambda_5 = 0,93 \text{ Вт/}(\text{мК})$ .

После определения толщины изоляционного слоя ограждения определяется действительное значение коэффициента теплопередачи.

$$k_d = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_b} \right) + \frac{\delta_{\text{изст}}}{\lambda_{\text{изол}}}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

где  $\delta_{\text{изст}}$  – принятая величина изоляционного слоя, м.

### Расчет теплопритоков в охлаждаемые помещения

Для определения теплопритоков в охлаждаемых помещениях и подбора холодильного оборудования производится калорический расчёт.

Количество теплоты, проникающее в холодильную камеру извне определяют по формуле:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \text{ Вт},$$

где  $Q_1$  – количество теплоты, проникающей через ограждения,

$Q_2$  – количество теплоты, поступающей в камеру вместе с продуктами и тарой,

$Q_3$  – количество теплоты, поступающей с наружным воздухом при вентиляции охлаждаемого помещения,

$Q_4$  – эксплуатационные теплопритоки,

$Q_5$  – теплопритоки от фруктов и овощей в результате их «дыхания».

Теплопритоки через ограждения определяют:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C}, \text{ Вт},$$

где  $Q_{1T}$  – теплопритоки вследствие разности температуры внутри и снаружи камеры,

$Q_{1C}$  – теплопритоки вследствие действия солнечной радиации,

$$Q_{1T} = k_d \cdot F(t_n - t_b), \text{ Вт},$$

где  $k_d$  – действительный коэффициент теплопередачи ограждения,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,

$F$  – теплопередающая поверхность ограждения,  $\text{м}^2$ ,

$t_n$  – расчётная наружная температура воздуха,  $\text{К}$ ,

$t_b$  – расчётная температура воздуха в камере,  $\text{К}$ ,

$$Q_{1C} = k_d \cdot F \Delta t_c, \text{ Вт},$$

где  $F$  – поверхность ограждения, облучаемая солнцем,  $\text{м}^2$ ,

$\Delta t_c$  – избыточная разность температуры, характеризующая действие солнечной радиации в летний период года.

Теплопритоки от продуктов определяют:

$$Q_2 = Q_{2\text{гр}} + Q_{2\text{т}}.$$

$$Q_{2\text{зр}} = G(i_{\text{зр.1}} - i_{\text{зр.2}}) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ Вт}$$

где  $G$  — суточное поступление продуктов, т,

$i_{\text{гр.1}}$  — энтальпия продукта в начале хранения, кДж/кг,

$i_{\text{гр.2}}$  — энтальпия продукта при температуре хранения, кДж/кг,

$\tau$  — время охлаждения продукта до температуры хранения, ч.

Теплопритоки от тары определяют:

$$Q_{2\text{т}} = G_{\text{т}} \cdot c(t_{\text{т.1}} - t_{\text{т.2}}) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ Вт}$$

где  $G_{\text{т}}$  — суточное поступление тары, т,

$c$  — удельная теплоёмкость тары, Дж/(кг·К),

$t_{\text{т.1}}$  — температура поступающей тары, К,

$t_{\text{т.2}}$  — температура тары при температуре хранения, К.

Количество теплоты, поступающей с наружным воздухом при вентиляции охлаждаемого помещения определяют:

$$Q_3 = V \cdot a \cdot \rho_{\text{в}}(i_{\text{н}} - i_{\text{к}}) \cdot \frac{1}{24 \cdot 3600}, \text{ Вт}$$

где  $V$  — строительный объём охлаждаемого помещения, м<sup>3</sup>,

$\rho_{\text{в}}$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>,

$a$  — кратность вентиляции,

$i_{\text{н}}$  — энтальпия наружного воздуха, кДж/кг,

$i_{\text{к}}$  — энтальпия воздуха в камере, кДж/кг.

Эксплуатационные теплопритоки определяют как сумму теплопритоков от освещения, от работающих в камерах людей и механизмов, от открывания дверей в камеру.

Теплопритоки от освещения определяют:

$$q_1 = A \cdot F, \text{ Вт},$$

где  $A$  — количество теплоты, выделяемое освещением на 1 м<sup>2</sup> площади пола, Вт/м<sup>2</sup>.

$F$  — площадь пола камеры, м<sup>2</sup>.

Теплопритоки от пребывания людей в камере:

$$q_2 = q_{\text{л}} h, \text{ Вт}$$

где  $q_{\text{л}}$  — тепловыделения одного человека, Вт

$h$  — число людей, работающих в данной камере.

Теплопритоки от работающих электродвигателей определяют:

$$q_3 = 1000 N_{\text{э}} \cdot \eta_{\text{э}}, \text{ Вт}$$

где  $N_{\text{э}}$  — мощность электродвигателя, Вт,

$\eta_{\text{э}}$  — к.п.д. электродвигателя.

Теплопритоки при открывании дверей в камеру определяют:

$$q_4 = B \cdot F, \text{ Вт},$$

где  $B$  — удельный теплоприток, приходящийся на  $1 \text{ м}^2$  площади пола камеры,

$F$  — площадь камеры,  $\text{м}^2$ .

Теплопритоки от овощей и фруктов в результате их «дыхания» определяют:

$$Q_5 = G (0,1 q_{\text{пост}} + 0,9 q_{\text{хр}}), \text{ Вт},$$

где  $G$  — ёмкость камеры, т,

$q_{\text{пост}}$  — тепловыделения овощей и фруктов при температуре поступления в камеру,  $^{\circ}\text{C}$ ,

$q_{\text{хр}}$  — тепловыделения овощей и фруктов при температуре в камере хранения,  $^{\circ}\text{C}$ .

Определение тепловой нагрузки на камерное оборудование и компрессор холодильной машины

Нагрузку на камерное оборудование определяют как сумму всех теплопритоков:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5.$$

Нагрузка на компрессор складывается из всех видов теплопритоков, но учитывается не полностью.

Тепловую нагрузку на компрессоры (потребную холодопроизводительность) автоматизированной холодильной машины определяют из уравнения:

$$Q_0 = \frac{\Sigma Q}{b \varphi},$$

где  $b$  — коэффициент рабочего времени холодильной машины,

$\varphi$  — коэффициент, учитывающий потери холодопроизводительности компрессора в трубопроводах и других элементах холодильной машины.

Удельная массовая холодопроизводительность  $q_0$ , кДж/кг

$$q_0 = i_1' - i_4.$$

Массовый расход рабочего вещества  $G_d$ , кг/с

Удельное количество тепла, отводимое в конденсаторе

$$q_k = i_2 - i_3, [\text{кДж/кг}]$$

Массу засасываемого пара при заданной холодопроизводительности и удельной массовой холодопроизводительности определяют по формуле:

$$M = \frac{Q_0}{q_0}, [\text{кг/с}]$$

где:

$Q_0$  – холодопроизводительность машины,

$q_0$  – удельная массовая холодопроизводительность.

Действительный объем засасываемых паров определяют:

$$V_g = M \cdot v_1 [\text{м}^3/\text{с}]$$

где:

$v_1$  – удельный объем пара перед всасыванием в компрессор;

$M$  – массовая холодопроизводительность.

Тепловая нагрузка на конденсатор, определяют по формуле:

$$Q_k = M \cdot q_k$$

Объем описываемый поршнями компрессора

$$V_h = \frac{V_g}{\lambda}$$

Конденсатор подбираем по величине теплопередающей поверхности

$$F_k = \frac{Q_k}{K_k \Delta t}$$

$Q_k$  - тепловая нагрузка на конденсатор

$\Delta t$  – разница температур охлаждаемой среды и конденсации холодильного агента.

$$Q_k = Q_0 + N_i$$

$Q_0$  – холодопроизводительность машины

$N_i$  – индекаторная мощность.

Расчёт испарителя

$$F_u = \frac{Q_0}{K_u \Delta t}$$

$Q_0$  – холодопроизводительность машины;

$K_u$  – коэффициент теплопередачи испарителя;

$\Delta t$  – разница температур между испаряющим хладогентом и температурой окружающей среды.

## 7 НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

При выполнении ДП с элементами научных исследований в специальной части помещаются материалы проведенной научно – исследовательской работы (НИР) (постановка цели и задач, план проведения НИР, методики проведения экспериментов, описание и протоколы проведения экспериментов, результаты и т.д.). При этом результаты научных исследований используются в ДП в следующем виде:

- в виде расчетных зависимостей для определения свойств полуфабрикатов, рабочих характеристик оборудования и т.п.
- в виде рекомендаций по выбору рациональных режимов работы и геометрических параметров оборудования, отдельных узлов и деталей;
- в виде оптимальных технологических, режимных и конструктивных параметров и т.д.

Необходимость проведения исследований обосновывается в литературно-патентном обзоре, находит отражение в выводах по обзору и формулируется в задачах и зачастую в спецчасти ДП.

В разделе согласно поставленным задачам приводятся результаты экспериментальных либо аналитических исследований. Здесь особую роль может сыграть анализ литературных данных, проработка различной технической документации, использование современных компьютерных технологий и т.д.

Анализ достижений науки и техники в исследуемой области, методика проведения исследований, схема и описание экспериментальной установки, обработка результатов исследований в виде таблиц, графиков, диаграмм и т.д. являются содержанием данного раздела.

Научно-исследовательская часть заканчивается выводами и рекомендациями по практическому или перспективному применению результатов исследований.

Содержание научно-исследовательской части определяется заданием на проектирование и указаниями руководителя. Данный раздел в ДП целесообразно размещать именно в такой последовательности, как в настоящем пособии.

Результаты научно-исследовательской работы студент оформляет в виде РПЗ. Основой для оформления служит ГОСТ 7.32-2001, однако в силу специфики учебного проекта (курсового, дипломного) возможны, а зачастую необходимы отступления от него главным образом при техническом оформлении РПЗ. В то же время оформление графиков, формул, иллюстраций, стиль изложения должны соответствовать ГОСТ 7.32-2001: четкая и логическая последовательность изложения материала; убедительность аргументации и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначности толкования; конкретность изложения результатов работы; обоснованность рекомендаций, выводов, предложений.

В данном разделе необходимо отразить обоснование выбранного направления исследования, методы решения поставленных задач и их оценку, выбор методики проведения научных исследований, анализ и обобщение



известных результатов; назначение и содержание выполненных теоретических исследований, методы исследований и расчета, обоснование необходимости проведения экспериментальных исследований, причин действия разработанных устройств, их характеристику, оценку погрешности измерений; соответствие проведенных исследований поставленным задачам, оценку достоверности полученных результатов и их сравнение с известными.

Заключение по выполненной НИР должно содержать краткие выводы по результатам работы и рекомендации по их использованию, указывают народнохозяйственную, научную, социальную ценность полученных результатов.

Результаты научных исследований, выводы по ним, рекомендации зависят существенным образом от экспериментальных методов их получения. Поэтому описание методики эксперимента, четкость, ясность, однозначность формулировок, легко читаемые схемы имеют первостепенное значение при аргументации достоверности результатов опытов.

Описание методики проведения экспериментов, экспериментальных установок и приборов должно содержать: цель эксперимента; математическое, физическое либо другое обоснование эксперимента; подробное описание схемы и ее элементов; электрические схемы, схемы управления, вывода информации и ее фиксации; сведения о сроках, времени, условиях проведения экспериментов и объектах исследования; документально подтвержденные сведения по метрологическому обеспечению всех измерительных приборов и устройств (в виде актов и протоколов); описание мероприятий по технике безопасности при проведении опытов с приложением всех необходимых схем.

Важнейшим документом, отражающим все, что относится к эксперименту, является журнал, в котором ведут записи условий эксперимента, времени его проведения, протоколов измерений, таблиц экспериментальных данных, расчетов, диаграмм и полученных выводов. От тщательности и скрупулезности в ведении журнала во многом зависит успех эксперимента и всей научной работы.

Результаты эксперимента существенным образом зависят от подготовки к нему. При этом форма фиксации результатов тщательно продумывается: заготавливаются таблицы, протоколы, бланки, предусматривается детальное описание условий опытов с указанием времени и даты.

Математическая обработка результатов опытов заключается в оценке характера и величины отклонения измеряемых величин, выявлении связи между ними в виде графиков, уравнений регрессии, алгебраических или дифференциальных уравнений. Важную роль при этом играют методы математической статистики. Кроме уравнений регрессии, для описания связи изучаемых величин используют эмпирические формулы, подобранные специальными методами, различные прикладные программы для ЭВМ.

Приобретение определенных навыков обработки экспериментальных данных вышеназванными методами позволит освоить метод оптимального планирования экспериментов и их обработки.

Анализ полученных зависимостей, построение физической картины изучаемых явлений, ее анализ, оптимизация параметров и разработка рекомендаций по их реализации являются завершающей стадией обработки экспериментов.

## **8 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

*Заключение* представляет собой обобщенные результаты проекта и является важным показателем сформированных компетенций. В нём отражают основные положения проекта, соответствие выполненной разработки заданию, техническим требованиям и современному уровню научно-технического развития объекта проектирования. Высказывается суждение о возможных путях внедрения результатов проекта, даётся оценка технико-экономической эффективности внедрения. Если определение технико-экономической эффективности невозможно, необходимо указать учебную, научную, производственную или социальную значимость проекта. Желательно отметить целесообразность дальнейших исследований по разрабатываемой автором проблеме.

## **9 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

При выполнении ДП рекомендуется пользоваться литературными источниками, представленными в разделе «Список использованных источников» данного пособия, а также другими материалами и ресурсами сети Internet.

Список использованных источников должен содержать не менее 15 литературных источников монографий, статей, патентов, авторских заявок и т.п., соответствующих тематике ДП. Список должен включать в себя только те наименования, на которые имеются ссылки в работе. Ссылки даются в тексте по порядку цитирования арабскими цифрами в квадратных скобках. В списке использованных источников ссылки располагаются по порядку номеров и должны иметь сквозную нумерацию по всей пояснительной записке. Ссылки должны содержать все необходимые выходные данные литературного источника в стандартной форме

## **10 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ДП**

*Проектирование* – это процесс составления описания, необходимого для создания еще не существующего объекта (алгоритма его функционирования или алгоритма процесса), путем преобразования первичного описания, оптимизации заданных характеристик объекта или алгоритма его функционирования, устранения некорректности первичного описания и последовательного представления описаний на различных языках (ГОСТ 22487-77). Таким образом, проектирование – это целенаправленная последовательность актов принятия проектных решений, приводящая к построению описания проектируемого объекта с заданной степенью детализации.

## 10.1 Этапы проектирования

В машиностроении стадии разработки конструкторской документации установлены ГОСТ 2.103-68: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая конструкторская документация.

Исходные данные для разработки проекта машиностроительного изделия составляет, как правило, заказчик в соответствии с ГОСТ 15.001-73. На основе изучения потребностей, современных достижений науки и техники, передового производственного опыта и т.д. заказчик разрабатывает и представляет разработчику заявку (по форме). Эта заявка содержит: цель и назначение продукции; ориентировочную потребность в заказе продукции, лимитную цену единицы продукции и т.д.

Исходные требования заказчика выполняются в виде приложения к заявке. Они содержат назначение и область применения, параметры и характеристику, условия эксплуатации, требования к монтажу, технологические и др. требования, расчет себестоимости, цены изделия.

Техническое задание (ТЗ) разрабатывается на основе заявки и исходных требований заказчика, результатов выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, экспериментальных исследований, научного прогнозирования, анализа передового технического опыта, технического уровня зарубежной и отечественной техники, изучения патентной документации с учетом базовых показателей качества.

Техническое задание является обязательным исходным документом на проектирование новых и модернизируемых изделий (машин, агрегатов, аппаратов и т.д.) в конструкторской документации на них.

Под модернизацией понимают такие изменения в конструкторской документации на изделие, которые влекут изменения основных параметров изделия и нарушают конструктивную и эксплуатационную взаимозаменяемость изготавливаемых изделий с изделиями, изготовленными ранее. Модернизируемому изделию присваивают новое обозначение.

Для ДП роль технического задания играет задание к проекту. При выполнении дипломного проекта студент обязан изучить основные положения, порядок построения и содержание разделов ТЗ по ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 2.106-96.

На основе ТЗ, согласованного с заказчиком, конструкторская организация разрабатывает техническое предложение и эскизный проект.

Техническое предложение (ГОСТ 2.103-68, ГОСТ 2.118-80) – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки документации изделия на основании анализа ТЗ и различных вариантов возможных решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующего изделий.

При разработке технического предложения выполняются следующие работы: выявление вариантов возможных решений и установления их особенностей (принцип действия, размещения и т.д.), их конструктивную прора-

ботку, проверку патентной чистоты, соответствие вариантов требованиям безопасной жизнедеятельности; сравнительную оценку рассматриваемых вариантов; выбор оптимального варианта конструктивного решения изделия и обоснование его выбора.

Эскизный проект (ГОСТ 2. 103-68, ГОСТ 2.119-73) – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия.

В общем случае при разработке эскизного проекта проводят следующие работы: выполнение вариантов возможных решений, установление особенностей вариантов, их конструктивную проработку; оценку изделия на технологичность; оценку изделия по показателям стандартизации и унификации; оценку изделия в отношении его соответствия требованиям эргономики, технической эстетики; окончательную проверку вариантов на патентную чистоту; сравнительную оценку рассматриваемых вариантов; выбор оптимального варианта; обоснование выбора, подтверждение (уточнение) предъявляемых к заданию требований (техническая характеристика, показатели качества и т.д.).

Применительно к работе над ДП стадии технического предложения и эскизного проекта условно определяют в одну – поиск конструктивного решения. На этой стадии проводят работы по анализу прототипа заданного устройства, анализу аналогичных (по назначению и конструкции) машин или аппаратов, выявлению вариантов возможных решений, сравнительной оценке вариантов, выбору оптимального варианта и т.д.

При выборе варианта конструктивного решения уточняют требования технической эстетики и эргономики к разрабатываемому изделию, формируют художественно-конструкторскую задачу.

Дальнейшая работа над ДП соответствует определенным приближениям разработки технического проекта.

Технический проект (ГОСТ 2.103-68, ГОСТ 2.120-73) – совокупность конструкторских документов, которые содержат окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации.

Так же, как и при разработке технического проекта в ДП, выполняют работы, необходимые для выполнения предъявляемых к изделию требований, соответствия техническому заданию, технологичности проектируемого изделия, возможности сборки, транспортирования, монтажа, удобства эксплуатации и т.д.

В технический проект входит пояснительная записка и ведомость включенных документов, чертежи общего вида и узлов, показывающие разработку конструктивного решения (для ДП – пояснительная записка и общий вид), а также схемы (принципиальные, общие кинематические и т.п.).

В ДП рабочая конструкторская документация также представляется частично рабочими чертежами деталей разрабатываемого узла или наиболее

сложных деталей, выполненных на 1 – 1,5 листах формата А1. При выполнении конструкторского проекта объем детализовочных чертежей может быть увеличен. При выполнении рабочих чертежей деталей необходимо особое внимание уделять выбору заготовок. Его необходимо осуществлять исходя из соображений экономической целесообразности, а также необходимо стремиться к максимальной технологичности разрабатываемой детали.

## **10.2 Проработка и выбор конструктивного решения**

Решение задач, поставленных в техническом проекте, должно быть направлено на повышение показателей технической характеристики машины или аппарата, снижение затрат времени на разработку и изготовление, улучшение эстетических, эргономических и других показателей. При решении этих и других эстетических задач необходим творческий подход, сочетающий в себе принятие новых оригинальных технических решений на основе (или с помощью) научных исследований. Инженерное творчество можно определить как мышление, ведущее за пределы известных знаний. Это творчество дополняет знания, способствует созданию устройств, ранее неизвестных. Творчески сконструированные технические устройства зачастую бывают построены на известных элементах или основаны на известных принципах, используемых в новом качестве. Инженерное творчество ближе к изобретательству, чем к научному исследованию. Однако без научного исследования зачастую невозможно создать оригинальную конструкцию, поскольку научные исследования дают исходные данные для проектирования.

При решении творческой задачи возникает зачастую необходимость анализа большого числа идей. При этом требуется тщательность, творческое воображение и внутренняя дисциплина.

Существуют различные способы формирования идей. Однако в любом случае необходимо, чтобы проблема всесторонне анализировалась по необходимым вопросам. Это будет способствовать углублению проработки конструкции, увеличению количества рассматриваемых вариантов конструктивных решений, и, как следствие, принятый вариант будет иметь наибольшее количество положительных свойств.

В ДП конструкторское решение разрабатывают на начальной стадии, соответствующей техническому проекту, анализируя имеющиеся данные: конструкцию машины или аппарата, технические и технологические параметры, условия эксплуатации и т.д. При этом намечается несколько вариантов конструкторского решения, а оптимальный вариант определяют и обосновывают с учетом ряда факторов: проекта конструкции, удобства обслуживания и ремонта, металлоемкости и стоимости, энергоемкости и др. При модернизации оборудования необходимо в зависимости от конкретных условий учитывать влияние принятых решений на все механизмы, узлы и процессы, так или иначе связанные с новым конструктивным решением.

Для определения наилучших вариантов решений составляют матрицы коэффициентов. При этом каждый фактор оценивается по своей значимости весо-

вым коэффициентом. Каждый вариант в зависимости от его соответствия требуемым факторам получает соответствующее число баллов. Далее путем расчетов определяют сумму комплексных параметров, которая показывает, какой из вариантов наилучшим образом соответствует сформулированной цели.

Для выбора наиболее оптимального варианта конструкции могут быть использованы соответствующие ЭВМ – программы. В этом случае необходимо определить критерии оптимизации, его границы и границы налагаемых ограничений на факторы оценки.

Если нельзя объективно оценить весомость каждого фактора, то используют, например, метод экспертных оценок, являющийся результатом формального способа ручного расчета или обработки на ЭВМ коллективного мнения специалистов.

Использование перечисленных методов для выбора конструктивного решения возможно при выполнении ДП.

### **10.3 Проработка конструкции сборочных единиц и деталей**

Компоновка машины или аппарата в целом, конструктивных элементов сборочных единиц неотделима от выбора конструктивного решения и проводится на всех стадиях разработки.

Компоновка предопределяет расчлененность изделия (машины, аппарата и т.д.) на сборочные единицы, взаимное их расположение, соразмерность объемов и эргономические требования, от которых зависят эстетические достоинства изделия.

Компоновку начинают с решения главных вопросов:

- выбора рациональной кинематической схемы;
- установления определяющих размеров и формы оборудования основных рядов ГОСТ 8032-84.

В максимальной степени следует использовать унифицированные стандартные или нормализованные детали в целях большего применения однотипных исполнительных сборочных устройств.

В процессе проектирования часто обнаруживаются незамеченные ранее недостатки или ошибки, для устранения которых приходится разрабатывать новые варианты или возвращаться к ранее отклоненным. Конструкции отдельных сборочных единиц не всегда получаются с первых попыток. Иногда переходят к проработке следующей сборочной единицы, выполняя необходимые расчеты. После некоторого перерыва чертеж не получившейся сборочной единицы смотрят снова, при этом недостатки, допущенные при первой проработке, станут очевидными.

Более глубокая проработка нескольких вариантов в конечном итоге дает выигрыш в стоимости, сроках изготовления и доводки, качестве и величине технико-экономического эффекта изделия.

Прочерчивание изделия в первом варианте ведут в масштабе 1:1, если допускают габаритные размеры. Это позволяет легче выбрать нужные размеры и сечения деталей, составить представление о соразмерности частей кон-

струкции, прочности и жесткости деталей и конструкции в целом. Такой масштаб облегчает дальнейшую разработку конструкции, в том числе и детализацию. Если габариты проектируемого изделия не позволяют применить масштаб 1:1, то отдельные агрегаты и узлы прочерчивают в меньшем масштабе. Узлы изделия в целом должны иметь простое конструктивное решение, не вызывающее затруднений при его сборке.

При компоновке и вычерчивании отдельных сборочных единиц или узлов изделия, машины или аппарата в целом конструктор должен мысленно представлять и доступность, и последовательность монтажа, сборки и разборки при ремонте, заранее выбрать инструменты и приспособления, при помощи которых эти операции будут осуществляться. Такой постоянный самоконтроль необходим, поскольку он позволит избежать принятия неконструктивных и нетехнологических решений, различных несогласований и ошибочных решений.

Сборка наиболее сложный и ответственный процесс в общем комплексе производства машиностроительного изделия. Технологичность сборки достигают выполнением ряда требований, которые необходимо учитывать при проектировании:

- 1) Сборочные единицы должны иметь наименьшее количество деталей.
- 2) Предусматривается возможность расчленения изделия (машины, аппарата) на отдельные сборочные единицы, которые возможно одновременно и независимо друг от друга изготавливать и монтировать на базовой детали. При компоновке изделия (машины или аппарата) необходимо предусматривать, какими средствами и как они будут транспортироваться и монтироваться.
- 3) При компоновке сборочных единиц и изделия в целом необходимо учитывать порядок их сборки, условия изготовления и сборки.
- 4) Конструкции сборочных единиц должны быть такими, чтобы при установке изделия на базовую деталь и последующей регулировке не требовалась даже частичная разборка.
- 5) Конструкция изделия должна предусматривать возможность его сборки без сложных приспособлений путем осуществления простых движений при сборке сопрягаемых деталей, подводу и отводу сборочного инструмента. Целесообразно предусматривать резьбовые отверстия для отжимных винтов, контрольные штифты и т.д.

Обеспечение сохранности качества продукта или полуфабриката крайне необходимое требование при разработке технологического оборудования для пищевой промышленности. Это условие предопределяет применение специальных материалов, снижение длительности обработки продукта, соблюдение требований санитарии и гигиены (возможность легкой и надежной очистки, промывки рабочих органов, емкостей, трубопроводов и т.д.).

Общие требования санитарии и техники безопасности на пищевых предприятиях представлены в специальной литературе[3,5,6,7,8].

Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам пищевых производств, изложены в некоторых литературных источниках.

При конструировании изделия необходимо решать частично или более глубоко целый ряд других вопросов, в частности:

- снижение материалоемкости; - повышение технологичности изготовления; - повышение эксплуатационной технологичности; - улучшение обслуживания и ремонта; - улучшение технической эстетики.

## **11 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

### **11.1 Обозначение дипломного проекта**

ДП должна оформляться в соответствии с требованиями государственных стандартов (ЕСКД) и ГОСТ 7.32 – 2001 (в части требований к структуре и правилам оформления НИР) и требованиями настоящего пособия.

ДП присваивается обозначение. Оно проставляется на титульном листе, всех листах пояснительной записки и на всех листах графической части, имеющих основные надписи. Обозначение документа состоит из центральной цифровой части, предшествующей и последующей буквенных групп.

Обозначение ДП должно быть указано на каждом листе иллюстративной части, в штампах основной надписи в полном и сокращенном исполнении.

При выполнении ДП и присвоении обозначений изделиям рекомендуется пользоваться предметной системой обозначений.

Под предметной системой обозначения принято понимать систему, при которой в обозначении содержится информация о входимости составных частей изделий и их порядковый номер, назначаемый в пределах конкретного наименования.

Таким образом, обозначение изделия состоит из буквенной и цифровой индексации и имеет вид **XXX 00.00.00.**,

где **XXX** – буквенная индексация, состоящая из трех букв.

**Первая буква** обозначает присвоенный индекс отрасли промышленности, для которой разрабатывается проект:

А – оборудование общее для пищевой промышленности;

Б – оборудование для мукомольно–крупяной промышленности;

В – оборудование для бродильно–спиртовой, винодельческой, пивоваренной, безалкогольной и дрожжевой промышленности;

Д – оборудование для комбикормовой промышленности;

Л – оборудование для макаронной промышленности;

У – оборудование для элеваторов;

Ч – оборудование для чайной и табачной промышленности;

Х – оборудование для хлебозаводов;

Ш – оборудование для кондитерской промышленности;

Т – оборудование для общественного питания и торговли;

Ж – оборудование для переработки жиров;

И – оборудование для рыбной промышленности;

К – оборудование для консервной, пищеконцентратной и витаминной промышленности;



- М – оборудование для масложировой промышленности;  
О – оборудование для молочно-маслодельной промышленности;  
П – оборудование для сахарной и крахмало-паточной промышленности;  
С – оборудование для жестянобаночного производства;  
Ф – оборудование для мясной промышленности;  
Э – оборудование для эфиромасличной и парфюмерной промышленности.

**Вторая буква** характеризует технологическую сущность изделия (машина, аппарат, автомат и т.п.), функциональное назначение.

**Третья буква** характеризует конструктивные особенности изделия.

**00.00.00** – цифровая индексация обозначения, состоящая из трех групп цифр, разделенных точкой. Каждая группа – две цифры.

В зависимости от сложности изделия последняя группа может состоять из трех цифр.

**Первая группа** – номер сборочной единицы изделия **первой** входимости (**02.00.00**).

**Вторая** – номер сборочной единицы **второй** входимости, входящей в состав сборочной единицы изделия (**02.01.00**).

**Третья** – номер детали в изделии или соответствующей сборочной единицы.

Например, деталь **МЭШ 00.00.01** входит в состав сборочной единицы всего изделия, что отражено в ее обозначении и подтверждено записью в спецификации – **МЭШ 00.00.00**.

В состав сборочной единицы, имеющей обозначение **МЭШ 02.03.01**, входят только детали.

## 11.2 Правила оформления пояснительной записки

Текст пояснительной записки должен быть выполнен с использованием шрифта TimesNewRoman (допускается применение других аналогичных шрифтов):

- шрифт 12-14 – при написании текста;
- шрифт 12-14 (полужирный) – при написании заголовков подразделов;
- шрифт 14-16 (полужирный) – при написании заголовков разделов;
- межстрочный интервал – полуторный.

Текст пояснительной записки оформляют на листах в рамке: поле слева – 20 мм, справа, сверху и снизу – по 5 мм.

Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк – **не менее 3 мм**.

Расстояние от верхней и нижней строки текста до верхней и нижней рамки должно быть **не менее 10 мм**.

**Абзацы** в тексте начинаются отступом, **равным 8 мм**.

Расстояние между **заголовком и текстом**, между **заголовками раздела и подраздела** должно быть **равно 2 интервалам**.

На листе пояснительной записки, следующем за титульным листом, выполняется основная надпись **формы 2** по ГОСТ 2.104-2006 (приложения В).

На последующих листах пояснительной записки оформляются основные надписи **формы 2а** по ГОСТ 2.104-2006 (приложения В).

Основная надпись, дополнительные графы к ней и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

Выбор основных надписей осуществляется профилирующей кафедрой.

Если тема ДП является частью научно-исследовательской работы, пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 (без рамок). Однако титульный лист и основная надпись на следующей за титульным листом странице, в отличие от ГОСТ 7.32-2001, должны быть выполнены в соответствии с требованиями настоящего пособия (приложения В, Н и П). При написании текста записки на листах необходимо оставлять поля следующих размеров: для подшивки слева – 20 мм, справа – 10 мм, сверху – 20 мм, снизу – 20 мм.

**Программные документы** должны оформляться в соответствии с требованиями стандартов ЕСПД и включать:

- текст программы, оформленный по ГОСТ 19.401-78;
- описание программы, выполненное по ГОСТ 19.402-78;
- описание применения, приведенное согласно ГОСТ 19.502-78, ГОСТ 19.701-78;
- другие программные документы (в случае необходимости).

Текст пояснительной записки разделяют на разделы и подразделы, а в случае необходимости – пункты и подпункты (см. п. 4.3 настоящего пособия).

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, обозначенные арабскими цифрами **без точки** и записанные с **абзацевого отступа**.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела **точка не ставится**.

«Введение», «Реферат», «Содержание», «Заключение», «Список использованных источников» **не нумеруются**.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Количество номеров в нумерации структурных элементов пояснительной записки **не должно превышать четырех**.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления **следует ставить дефис** или, при необходимости ссылки в тексте записки на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример

- а) \_\_\_\_\_
- б) \_\_\_\_\_
- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- в) \_\_\_\_\_

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

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

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов и подразделов.

Заголовки следует печатать, **отделяя от номера пробелом**, начиная с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая (см. п. 4.3 настоящего пособия). При этом номер раздела (подраздела) печатают **после абзацного отступа**. В заголовках **не допускаются переносы** слов, применение **римских цифр, математических знаков и греческих букв**. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Заголовки разделов (подразделов) **выделяют полужирным шрифтом**. При этом заголовки разделов **выделяют увеличенным размером шрифта** (16 шрифт).

**Расстояние** между заголовком и текстом, между заголовками раздела и подраздела должно быть **равно 2 интервалам**.

Каждый раздел записки должен начинаться с нового листа (страницы). Не следует помещать заголовки разделов или подразделов на отдельных листах.

**Нумерация** листов пояснительной записки **должна быть сквозной** в пределах всей записки. Первой страницей является титульный лист. Вторая и третья страницы – это задание. На титульном листе и задании **номера страниц не проставляются**.

Номера страниц проставляются в основной надписи «Лист». В графе основной надписи «Листов» указывается количество страниц во всей пояснительной записке.

На листах без рамки и основной надписи номер страницы, в соответствии с ГОСТ 7.32-2001, проставляется в центре нижней части листа без точки.

### 11.3 Изложение текста

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте записки должно быть одинаковым с наименованием его в основном конструкторском документе.

Наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть, по возможности, кратким. Наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, напри-

мер: «Машина тестомесильная». В наименование изделия, как правило, не включают сведения о его назначении и местоположении.

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение (имя прилагательное), а затем – наименование изделия (имя существительное). Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Текст записки должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

В записке должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Если в записке принята специфическая терминология, то в конце ее (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание пояснительной записки.

В тексте документа **не допускается**:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и соответствующими государственными стандартами;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, **не допускается**:

- применять математический знак (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак «» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «»;
- применять без числовых значений математические знаки, например: > (больше), < (меньше), = (равно), ≤ (меньше или равно), ≥ (больше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-2002. **Не следует обозначения единиц называть размерностями.**

Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин *не допускается*.

Буквенные обозначения единиц должны печататься прямым шрифтом, что позволяет легко отличить их от обозначений физических величин, которые по международным соглашениям всегда печатаются наклонным шрифтом (курсивом).

В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят.

Определяющие слова следует присоединять к наименованию величины, а единицу обозначать в соответствии со стандартом. Например, объем газа, приведенный к нормальным условиям,  $10 \text{ м}^3$ , масса условного топлива  $100 \text{ т}$  и т.д.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения, например,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только одна черта: косая или горизонтальная. При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе следует помещать в строку, произведение обозначений в знаменателе следует заключать в скобки.

Обозначения единиц следует применять после числовых значений величин и помещать в строку с ними. Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел, равный минимальному расстоянию между словами. Пробел не оставляют, если в виде обозначения используется знак, поднятый над строкой, например,  $20^0$ , но  $20^0\text{С}$ .

При указании значений величин с предельными отклонениями следует заключать числовые значения с предельными отклонениями в скобки и обозначение единицы помещать после скобок или проставлять обозначения единиц после числового значения величины и после предельного отклонения, например,  $(1000 \pm 50)\text{С}$  или  $1000^0\text{С} \pm 50^0\text{С}$ .

Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами.

Примеры:

1 Провести испытания пяти труб, каждая длиной 5 м.

2 Отобрать 15 труб для испытаний на давление.

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах всей записки должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например: 1,50; 1,75; 2,00 м.

Если в тексте приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обо-

значение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона, за исключением знаков «%», «°C», «°».

Интервалы чисел записывают со словами: «от» «до» (имея в виду: «от... до... включительно»), если после чисел указана единица величины, или через тире, если эти числа являются безразмерными коэффициентами.

Примеры

1 . . . от 1 до 5 мм.

2 . . . от 10 до 100 кг.

3 . . . от 63 до 75%.

4 . . . от 10 до 15°C.

Если интервал чисел охватывает порядковые номера, то для записи интервала используют тире.

Пример – ... рисунки 1-14.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (*переносить их на разные строки или страницы*), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах.

Помещение обозначений единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимость между величинами или между числовыми значениями, представленными в буквенной форме, *не допускается*.

Числовые значения величин в тексте следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой.

Округление числовых значений величин до первого, второго, третьего и т.д. десятичного знака для различных типоразмеров, марок и т.п. изделий одного наименования должно быть одинаковым.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей. При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби, допускается записывать в виде простой дроби в одну строку через косую черту, например:  $5/32$ ;  $(50A-4C) / (40B+20)$ .

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него, с абзаца.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак « $\times$ ».

В расчетах перед каждой формулой записывается наименование рассчитываемой величины. Формулы записываются в символах, затем знаки равенства, затем числовые значения этих символов и конечный результат.

Промежуточные расчеты не приводятся. Числовые значения величин должны занимать место, которое занимают в формуле соответствующие символы.

При расчете величин, определяемых сложными формулами, в состав которых входят параметры, требующие предварительного расчета, рекомендуется вначале последовательно, в порядке появления в формуле, записать и определить все эти параметры в последовательности, исключающей многоступенчатость и для промежуточных расчетов, а уже затем приводить формулу и расчет искомой величины.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны **нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами**, которые записывают в круглых скобках на уровне формулы справа, в конце строки, например:

$$I = \frac{U}{R},$$

где  $I$  – сила тока, А;  $U$  – разность потенциалов (напряжение), В;  $R$  – сопротивление, Ом.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул даются в скобках, например, «... в формуле (1)».

Формулы, помещенные в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, «...формула (В.1)».

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, «(3.1)».

Порядок изложения математических уравнений такой же, как и формул.

## 11.4 Оформление иллюстраций и приложений

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются, или на следующей странице. Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например, Рисунок А.3 (т.е. рисунок находится в приложении А).

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например, Рисунок 1.1.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование *помещают после пояснительных данных* и располагают симметрично рисунку следующим образом:

Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема

Материал, дополняющий текст записки, допускается помещать в приложениях. Приложения оформляют как продолжение записки на последующих ее листах, после списка использованных источников, или выпускают в виде самостоятельного документа.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху *посередине страницы слова «Приложение» полужирным шрифтом*, записанное строчными буквами с первой прописной, и его обозначения.

*Допускается* размещение на одной странице двух (и более) последовательно расположенных приложений, если их можно полностью разместить на этой странице.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой, под словом «Приложение» с обозначением. Заголовок печатают строчными буквами с первой прописной и *выделяют полужирным шрифтом*.

Приложения обозначают прописными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А43, А44, А2 и А1 по ГОСТ 2.301. 57.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения.

Приложения должны иметь общую с основной частью пояснительной записки сквозную нумерацию страниц.

В тексте пояснительной записки *должны быть даны ссылки на все приложения*.

Все приложения *должны быть перечислены в содержании документа* с указанием их номеров и заголовков.

## 11.5 Построение таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей через тире после номера таблицы.



При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделённых точкой.

На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте записки, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы сверху, слева, справа и снизу ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Высота строк таблицы должна быть **не менее 8 мм**.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к документу.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой, рядом или на следующей странице, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки и первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева с абзачного отступа над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы **нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.**

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте документа имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу.

При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных, порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – над каждой ее частью.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать после ее наименования.

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы. Обозначение единицы физической величины допускается выносить в отдельную строку или графу.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов **не допускается.**

При отсутствии отдельных данных в таблице **следует ставить прочерк** (тире).

В интервале, охватывающем числа ряда, между крайними числами ряда в таблице допускается ставить тире.

## 11.6 Правила оформления графических документов

К графическим документам относятся чертежи, эскизы и схемы изделий, графики, таблицы обработки экспериментальных материалов и т.п.

Графические документы следует выполнять с применением графических устройств вывода ЭВМ. С разрешения руководителя проектирования допускается выполнение этих документов чертежными карандашами или тушью.

При выполнении чертежей, схем, эскизов должны быть соблюдены правила, установленные государственными стандартами ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, СПДС.

Графические документы должны быть выполнены на листах стандартных форматов с основной надписью в правом нижнем углу по ГОСТ 2.104-2006, ГОСТ 2.109-73.

Формат А1 с размерами сторон 1189×841 мм, площадь которого равна 1 м<sup>2</sup>, и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать указанным в табл. 11.1.

Таблица 11.1. Размеры сторон основных форматов

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

Наименование изделия в основной надписи чертежа, как и на титульном листе пояснительной записки проекта, записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное.

Оформление чертежей, то есть виды и комплектность, формат, масштаб, чертежные шрифты, линии, должны выбираться согласно ГОСТ 2.102-2013, ГОСТ 2.103-68, ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.301-68, ГОСТ 2.302-68, ГОСТ 2.303-68, ГОСТ 2.304-81.

Таблица 11.2 Масштабы изображений на чертежах

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д.

Чертежи общего вида на стадии эскизного и технического проектирования должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.119 и ГОСТ 2.120 с присвоением в обозначении документа шифра «ВО».

Чертеж общего вида – это документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Наименование и обозначение составных частей изделия (экспликация) указывают в таблице, размещаемой на поле чертежа или на отдельных листах формата А4.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля, должен выполняться в соответствии с требованием ГОСТ 2.109-73.

Изображения на чертежах должны быть выполнены согласно ГОСТ 2.305.

К изображениям относятся: виды, разрезы, сечения и выносные элементы. Количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным для полного представления о проектируемом устройстве.

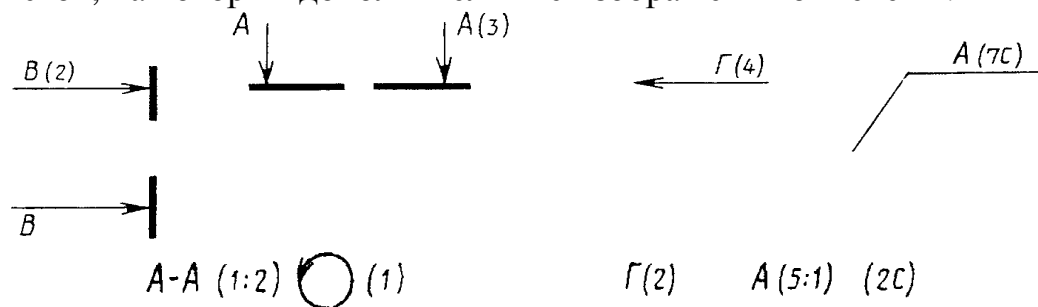
Названия разрезов (продольный разрез, поперечный разрез, горизонтальный разрез) и их условные буквенные обозначения, написанные ниже названия (А-А, Б-Б и т.д.), пишутся над изображением симметрично разрезу, без подчеркивания.

При этом на других изображениях (других проекциях) должны указываться секущие плоскости путем нанесения разомкнутых линий со стрелками, указывающими направление взгляда на сечение. У стрелок (снаружи) ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита: А...А, Б...Б и т.д. Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков. При сложных разрезах наносятся места перехода от одной секущей плоскости к другой. Стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от внешнего конца штриха. Начальный и конечный штрих не должны пересекать контур соответствующего изображения. Название видов на чертежах подписывать не следует, если они находятся в непосредственной проекционной связи (на одном листе с главным видом).

Над дополнительными изображениями в этих случаях справа от их обозначений в круглых скобках указываются номера листов или обозначения зон, на которых расположены исходные изображения со ссылками на эти изображения.

Если чертеж изделия выполнен на двух и более листах, то дополнительные изображения отмечают путем указания номеров листов, на которых эти изображения помещены, например,

А(3) ↓ ↓ А(3) (разрез А-А размещен на третьем листе чертежа). В этих случаях над дополнительными изображениями у их обозначения указывают номера листов, на которых дополнительные изображения отмечены.



Графические обозначения материалов на чертежах, нанесение размеров и предельных отклонений, обозначение допусков и посадок необходимо выполнять в соответствии с ГОСТ 2.306-68, ГОСТ 2.307-2011, ГОСТ 25.346, ГОСТ 25.347.

Указания предельных отклонений формы и расположения поверхностей должны соответствовать ГОСТ 2.308-2011. См. приложение Е.

Обозначения шероховатости поверхностей на рабочих чертежах деталей – согласно ГОСТ 2.309-73.

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 11.1

При наличии в обозначении шероховатости только значения параметра (параметров) применяют знак без полки.

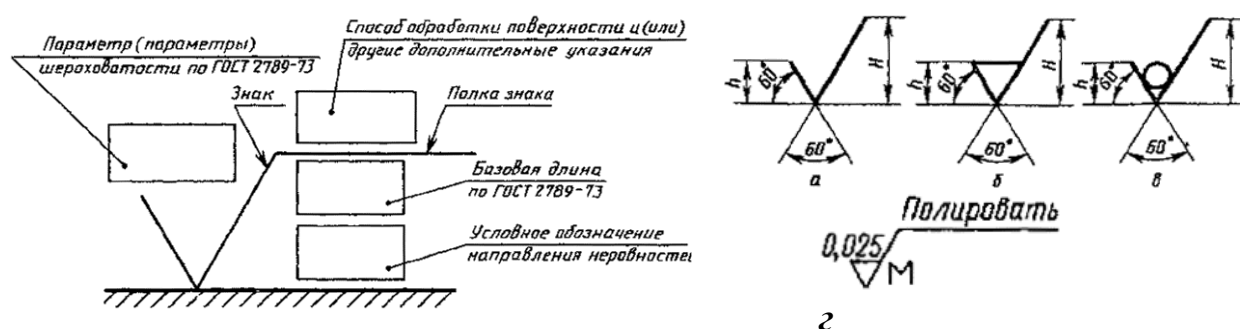


Рисунок 11.1 – Структура обозначения шероховатости поверхности:

а - способ обработки поверхности конструктором не устанавливается,

б - поверхность, которая должна быть образована только удалением слоя материала,

в - поверхность, которая должна быть образована без удаления слоя материала,

г - вид обработки поверхности указывают только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности

Высота  $h$  должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота  $H$  равна  $(1,5...3)h$ . Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже. Поверхности детали, изготавливаемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены знаком  $\nabla$  без указания параметра шероховатости.

Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

Допускается при недостатке места располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию. Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак

имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 11.2.

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят. Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении.

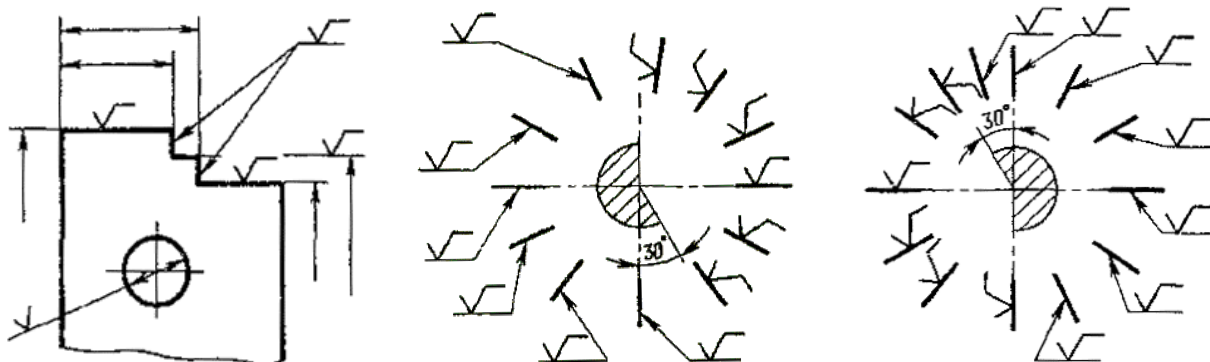


Рисунок 11.2 – Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т. п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности (рис. 11.3а, б, в), а для глобоидных червяков и сопряженных с ними колес - на линии расчетной окружности (рис. 11.3 г).

Нанесение на чертежах покрытий, термической и других видов обработки – по ГОСТ 2.310. Изображение резьбы на чертежах выполняется по ГОСТ 2.311; неразъемных соединений – по ГОСТ 2.313.

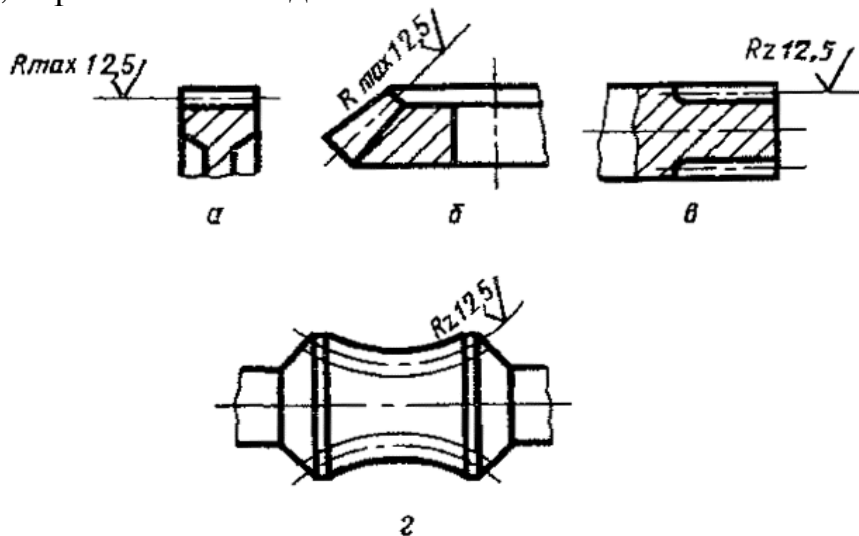


Рисунок 11.3 – Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев

Обозначение швов сварных соединений и условные изображения – по ГОСТ 2.312, спецификации – по ГОСТ 2.106, ГОСТ 21.501.

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов приведены в таблице 11.3. В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями. Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Таблица 11.3 - Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов.

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов по замкнутой линии Диаметр знака - 3...5 мм.		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер, который наносят:

а) на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (рис. 11.4а);

б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с лицевой стороны (рис. 11.4б);

в) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с оборотной стороны (рис. 11.4в);

Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (см. рис. 11.4а).

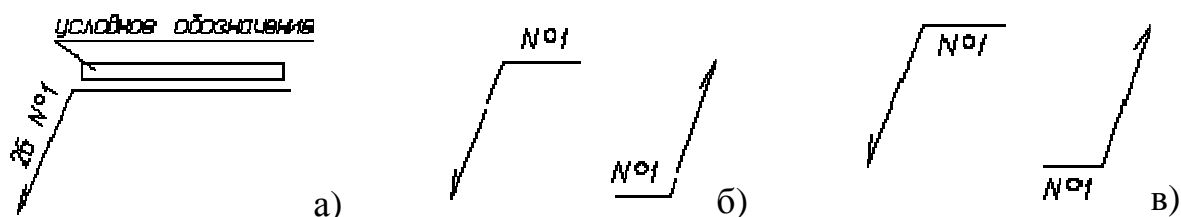


Рисунок 11.4 – Обозначение одинаковых швов

**Примечание.** Швы считаются одинаковыми, если: одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении; к ним предъявляются одни и те же требования.

Таблица 11.4 – Некоторые примеры обозначения сварочных швов

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Условное обозначение шва, изображенного на чертеже	
		с лицевой стороны	с оборотной стор.
Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии			
Шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва 22 мм			
Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой			
Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый дуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм.			
Шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по незамкнутой линии. Катет шва 5 мм.			



На чертеже симметричного изделия, при наличии на изображении оси симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и изображать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия.

На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, эти швы допускается отмечать линиями-выносками и обозначать только у одного из изображений одинаковых частей (предпочтительно у изображения, от которого приведена линия-выноска с номером позиции)

Допускается не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания о сварке записью в технических требованиях чертежа, если эта запись однозначно определяет места сварки, способы сварки, типы швов сварных соединений и размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении и расположение швов.

Одинаковые требования ко всем швам или группе швов, приводят один раз - в технических требованиях или таблице швов.

Условия применения указанных стандартов для строительных чертежей регламентируются ГОСТ 21.101.

Размеры на чертежах проставляются в миллиметрах, без указания единицы измерения. Высотные отметки проставляются в метрах с точностью до третьего знака после запятой, также без указания единицы измерения.

Отметки помещают на выносных линиях или линиях контура и обозначают знаком " ", выполненным сплошными тонкими линиями, длина штрихов 2 – 4 мм под углом 45 к выносной линии или линии контура, например, . +4,320

На виде сверху отметки следует наносить в рамке непосредственно на изображении, например, . 450 ,12

Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для полного представления об изображении.

Кроме изображения предмета с размерами, чертеж может в соответствии с ГОСТ 2.316 содержать:

- текстовую часть, состоящую из технических требований и (или) технических характеристик;
- надписи с обозначением изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия;
- таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, условными обозначениями и т.д.

Текстовую часть, надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями.

Текст на поле чертежа, таблицы, надписи с обозначением изображений, как правило, располагают параллельно основной надписи чертежа.

Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью. Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т.д. Текст можно размещать в од-

ну, две и более колонок; ширина одной колонки не должна быть больше 185 мм.

Пункты технических требований должны быть со сквозной нумерацией; каждый пункт записывают с новой строки; заголовок «Технические требования» не пишут.

В случае, если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований, с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика». При этом и над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркиваются.

На каждую сборочную единицу, комплекс и комплект составляют спецификацию на листах формата А4 по форме 1 и 1а ГОСТ 2.106 (приложение В), в которую вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его не специфицируемым составным частям.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наименование каждого раздела записывают в виде заголовка с прописной буквы в графе «**Наименование**» и подчеркивают сплошной тонкой линией.

Выше каждого заголовка должно быть оставлено не менее одной свободной строки, ниже – одна свободная строка.

В разделе «**Документация**» записывают сведения о документах основного комплекта изделия. Для дипломного проекта основными документами являются:

- пояснительная записка;
- сборочный чертеж;
- монтажный чертеж;
- схемы (кинематические, электрические, технологические и др.).

Раздел «**Сборочные единицы**».

В разделе «Сборочные единицы» записывают сведения о сборочных единицах, непосредственно входящих в данное специфицируемое изделие.

В разделе «**Детали**» записывают сведения о деталях, непосредственно входящих в данное специфицируемое изделие. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, – наименование, материал и необходимые для изготовления размеры с предельными отклонениями в миллиметрах без указания единиц измерения. Каждое сведение приводится в отдельной строке. При за-

писи материала в виде дроби, числитель и знаменатель записывают в разных строках. Линию дроби не допускается совмещать с линией строки.

Например:

*Сталь 45 ГОСТ 1050-88*  
*Ст.3 ГОСТ 380-88*  
*Уголок  $\frac{20 \times 20 \times 3 \text{ ГОСТ } 8509-93}{\text{Ст.3 ГОСТ } 535-88}$*   
*Круг  $\frac{40 \text{ ГОСТ } 1133-71}{10 \text{ ГОСТ } 1434-74}$*

Размеры должны быть приведены через буквенные обозначения по ГОСТ 2.321-82, например:

$D=28h14$

$H=150h16$

$L=47h16$

Масса для деталей без чертежа – с указанием размерности, например: 25 кг; 47,5 кг.

В разделе «**Стандартные изделия**» запись сведений в каждой категории стандартов производится по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению, в пределах каждой группы – в порядке возрастания основных параметров изделий или их условных обозначений.

В графе «Наименование» дают наименования и условные обозначения изделия в соответствии со стандартами на эти изделия. Графа «Обозначение» не заполняется.

В разделе «**Прочие изделия**» записываются сведения об изделиях, применяемых по техническим условиям.

В графе «Наименование» дают наименование и условное обозначение изделия в соответствии с техническими условиями и его обозначение.

В разделе «**Материалы**» записывают сведения о материалах, самостоятельно входящих в состав специфицируемого изделия. Сведения о материалах вспомогательного характера (смазочные материалы, материалы покрытий, клеи, электроды и т.п.) в спецификации не приводятся, сведения о них записывают в технических требованиях сборочного чертежа.

В графе «**Наименование**» дают обозначение материала, установленное в стандарте или технических условиях на этот материал.

Графа «**Обозначение**» не заполняется.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия.

Спецификацию подшивают в конце пояснительной записки проекта (после приложений).

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4. При этом ее располагают над

основной надписью и заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах.

Обозначение сборочного чертежа (общего вида) и его спецификации должно быть одинаковым, за исключением кода. Сборочному чертежу присваивается буквенный код «СБ» («ВО» для общего вида), проставляемый в конце обозначения; спецификации код не присваивается. Сборочному чертежу, совмещенному со спецификацией, код не присваивается.

При выборе вида и типа схем необходимо руководствоваться ГОСТ 2.701, который определяет общие требования к их выполнению.

Схемы должны выполняться в соответствии с действующими стандартами (ГОСТ 2.702-2011, ГОСТ 2.703-2011, ГОСТ 2.704-2001, ГОСТ 2.721-2001, ГОСТ 2.747-2002 и др.).

При оформлении общих архитектурно – строительных чертежей (фасадов, планов и разрезов здания) следует руководствоваться ГОСТ 21.101-78, ГОСТ 21.501-78.

**Диаграммы.** Результаты научно-исследовательских работ представляются, как правило, в виде диаграмм, изображающих функциональную зависимость двух или более переменных величин в системе координат. Диаграммы должны выполняться в соответствии с рекомендациями Р 50-77-88. Примеры показаны в приложении Д.

Значения величин, связанных изображаемой функциональной зависимостью, следует откладывать на осях координат в виде шкал.

В прямоугольной системе координат независимую переменную следует откладывать на горизонтальной оси, положительные значения величин – вправо и вверх от точки начала отсчета.

Оси координат в диаграммах без шкал и со шкалами следует заканчивать стрелками, указывающими направления возрастания значений величин. В диаграммах со шкалами оси координат следует заканчивать стрелками за пределами шкал.

Значения переменных величин следует откладывать на осях координат в линейном и нелинейном, например, логарифмическом, масштабах изображения.

Масштаб, который может быть разным для каждого направления координат, выражается шкалой значений откладываемой величины.

В качестве шкалы следует использовать координатную ось или линию координатной сетки, которая ограничивает поле диаграммы.

Координатные оси, как шкалы значений изображаемых величин, следует разделять на графические интервалы координатной сеткой, делительными штрихами или их сочетанием. Шкалы, расположенные параллельно координатной оси, следует разделять только делительными штрихами.

Рядом с делениями сетки или делительными штрихами, соответствующими началу и концу шкалы, должны быть указаны соответствующие числа (значения величин). Если началом отсчета шкал является нуль, то его следует указывать один раз у точки пересечения шкал.

Числа у шкал следует размещать вне поля диаграммы и располагать горизонтально.

Диаграммы следует выполнять линиями по ГОСТ 2.303-68.

Оси координат, оси шкал, ограничивающие поле диаграммы, следует выполнять сплошной основной линией, а линии координатной сетки и делительные штрихи – сплошной тонкой линией.

На диаграмме одной функциональной зависимости ее изображение следует выполнять сплошной линией толщиной 2 пт. В случае, когда в одной общей диаграмме изображаются две или более функциональные зависимости, допускается изображать эти зависимости линиями различных типов (сплошная, штриховая и т.д.).

Точки диаграммы, полученные путем измерения и расчетов, допускается изображать графически, например, кружком, треугольником, крестиком и т.д. Обозначения точек должны быть разъяснены в пояснительной части диаграммы.

Переменные величины следует указывать одним из следующих способов:

- символом;
- наименованием;
- наименованием и символом;
- математическим выражением функциональной зависимости.

В диаграмме со шкалами обозначения величин следует размещать у середины шкалы с ее внешней стороны, а при объединении символа с обозначением единицы измерения в виде дроби – в конце шкалы после последнего числа.

В диаграмме без шкал обозначения величин следует размещать вблизи стрелки, которой заканчивается ось.

Обозначения в виде символов и математических выражений следует располагать горизонтально, обозначения в виде наименований и наименований и символов – параллельно соответствующим осям.

В случае, когда в общей диаграмме изображаются две или более функциональные зависимости, у линий, изображающих зависимости, допускается проставлять наименование или символы соответствующих величин или порядковые номера. Символы и номера должны быть разъяснены в пояснительной части диаграммы.

Единицы измерения в диаграмме следует наносить одним из следующих способов:

- в конце шкалы между последним и предпоследним числами шкалы;
- вместе с наименованием переменной величины после запятой;
- в конце шкалы после последнего числа вместе с обозначением переменной величины в виде дроби, в числителе которой наносят обозначение переменной величины, а в знаменателе – обозначение единицы измерения.

Плакаты являются демонстрационным графическим материалом. К ним относятся: упрощенные изображения устройств, показывающие их конструкцию или принцип действия; таблицы технико-экономических показателей или других характеристик проектируемого объекта и т.д.

Иллюстративный материал, оформляемый отдельно от пояснительной записки (в виде диаграмм, схем, плакатов, таблиц, графиков), должен иметь наименование, выполняться на чертежной бумаге стандартных форматов с рамкой и основной надписью установленного образца (приложения Н и П).

Наименование иллюстративного материала *пишется крупным чертежным шрифтом над изображением.*

Плакаты должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.605, отвечать требованиям наибольшей наглядности, свободно просматриваться с расстояния 3 – 3,5 м.

## **12 ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ И САПР ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДП**

Современный уровень программных и технических средств вычислительной техники позволяет перейти от традиционных ручных методов проектирования технологических процессов и оборудования к новым информационным технологиям с применением персональных компьютеров на базе автоматизированной системы подготовки конструкторской документации, которая удовлетворяет стандартам ЕСКД [2].

Несмотря на значительное количество однообразных типовых операций, которые формируют этапы процесса проектирования, его формализация достаточно сложная и относительно трудоемкая. Только с появлением достаточно дешевой и доступной микропроцессорной техники этот процесс стал объективной реальностью, что и привело к возникновению и широкому распространению систем автоматизированного проектирования (САПР), которые сегодня объединяют практически весь спектр проблем, которые связаны с проектной деятельностью (графических, аналитических, экономических, эргономических и т.д.).

В машиностроительных отраслях промышленности в САПР принято выделять системы функционального, конструкторского и технологического проектирования. Первые из них называют системами расчетов и инженерного анализа или системами CAE (ComputerAidedEngineering). Системы конструкторского проектирования называют системами CAD (ComputerAidedDesign). Проектирование технологических процессов составляет часть технологической подготовки производства и выполняется в системах CAM (ComputerAidedManufacturing). Функции координации работы систем CAE/CAD/CAM, управления проектными данными и проектированием возложены на систему управления проектными данными PDM (ProductDataManagement).

Современные системы конструкторского проектирования CAD предназначены для выполнения расчетов машин, механизмов и конструкций и полноценного инженерного анализа, оборудование, создается с целью выбора его оптимальных параметров, а также оформления и хранения конструкторской документации.

Возможности инструментального обеспечения решения инженерных задач позволяют выполнить расчет:

- энергетических и кинематических параметров;
- прочности, жесткости и устойчивости;
- выносливости при переменных режимах нагрузки;
- достоверности, надежности и износостойкости;
- динамических характеристик.

В состав систем входят параметрический чертежно-графический редактор, информационная и графическая база данных, модули инженерных расчетов, средства анализа динамического состояния механических конструкций и их устойчивости, т.д. Все это в конечном итоге позволяет выполнить весь комплекс необходимых вычислений и в полном объеме подготовить конструкторскую документацию.

Большинство таких систем построено по модульному принципу, причем каждый из модулей может работать как самостоятельно, так и в комбинации с другими.

Сейчас в практике проектирования технических систем применяются различные программные продукты, в том числе зарубежные.

При этом наиболее используемыми для инженерных расчетов являются Mathcad, APM WinMachine и "Компас".

Элементы САПР в проектировании предусматривают конкретные цели, которые реализуются путем практического решения ряда частных единичных задач.

Целью САПР в проектировании является:

- совершенствование структуры и повышение творческого потенциала студентов при выполнении квалификационных работ за счет сокращения сроков выполнения типовых проектных процедур и операций;
- повышение уровня и качества работ за счет синтеза большинства альтернативных вариантов технологических и технических решений и реализации оптимального проектирования;
- существенное улучшение оформления квалификационных работ и их экспериментальной и графической частей.

Задача:

- ускорение технологических расчетов, синтеза и анализа проектных решений путем применения математического обеспечения, объединяет математические модели, методы и алгоритмы для выполнения типовых проектных процедур, и программно-информационного обеспечения (базы данных, электронные справочники, каталоги оборудования, типичные алгоритмы, пакеты расчетных программ);
- повышение скорости и точности выполнения графической части работы за счет использования доступных и простых в освоении графических систем автоматизированного проектирования (AutoCAD, КОМПАС – ГРАФИК);
- повышения качества оформления графической части при использовании автоматизированных печатных устройств (плоттер) вне зависимости от индивидуальных особенностей проектировщика.

Структура комплекса САПР включает семь видов обеспечения: математическое, программное, информационное, методическое, лингвистическое, техническое и организационное, компоненты которых представлены в таблице 12.1 [2].

В учебной практике зарекомендовал себя диалоговый (интерактивный) режим, при котором все процедуры выполняются с помощью ЭВМ, а участие человека проявляется в оперативной оценке результатов проектных процедур или операций, в выборе продолжений и корректировке хода проектирования.

ПК используются при проведении студентами лабораторных и практических работ по всем дисциплинам, читаемым в соответствии учебного плана специальности, при приеме государственных экзаменов по специальности и отдельных дисциплин, в дипломном и курсовом проектировании.

В научных целях ПК используются при обработке экспериментальных и теоретических данных, полученных в результате научных исследований, а также для оформления научных статей, дипломных, магистерских, диссертационных работ, отчетов по госбюджетной и хоздоговорной тематикам.

ПК используются для подготовки и оформления методической литературы, кафедральной и университетской документации.

В кабинетах компьютерного проектирования на общинженерных и выпускных кафедрах также выполняется студентами самостоятельная работа, курсовые и дипломные проекты.

Краткая характеристика приложений, которые могут быть использованы при выполнении магистерских работ приведены в таблице 12.2. По всем программам разработаны методические указания по их использованию.

На кафедре оборудования пищевых производств ГО ВПО «ДонНУЭТа» разработаны и внедрены в ЭВМ дисплейных классов вычислительного центра (ВЦ) программы расчетов, предназначенные для использования студентами при дипломном проектировании. Так разработана программа по проектному и проверочному расчёту элементов механических передач привода, включающая расчеты следующих передач:

- 1)цилиндрическая зубчатая;
- 2)коническая зубчатая;
- 3)червячная;
- 4)клиноременная;
- 5)поликлиноременная;
- 6)цепная.

Разработаны также программы для расчетов и конструирования корпусов, крышек и днищ сосудов, работающих под давлением; механизма подъема груза, поворота стрелового крана, тяговый ленточного и пластинчатого конвейеров; первого кипятильника кожухотрубного типа, теплообменников пластинчатого и кожухотрубного, вакуум-выпарного аппарата, трубчатых электронагревателей, оптимальной толщины слоя изоляции. Кроме того, имеются программы по обработке результатов полного трехфакторного эксперимента.



Применение математических методов и ЭВМ при проектировании способствует повышению технического уровня и качества проектируемых объектов, сокращению сроков их разработки и освоения их в производстве.

Использование ЭВМ для вычислений, а средств машинной графики для чертежных работ и получения проектной документации, возможно на всех этапах дипломного проектирования при наличии соответствующей базы и достаточного количества разработанных программ [2].

Таблица 12.1 - Компоненты САПР

<i>ОБЕСПЕЧЕНИЕ</i>	<i>КОМПОНЕНТЫ</i>	<i>ОСНОВА ПОСТРОЕНИЯ</i>
Математическое	Математические модели проектируемых объектов, теория, методы, алгоритмы	Перспективные методы проектирования; методы построения моделей (корреляционный анализ, имитационное моделирование, аппроксимация и экстраполяция, аналитический расчет и др.); методы и алгоритмы - векторного и скалярного оптимального проектирования; теория принятия решений и др.
Программное	Программы и пакеты прикладных программ с необходимой программной документацией	Методы реализации адаптированности для разных конфигураций ЭВМ и их операционным системам; модульность; обеспечение мультипрограммной работы, режим диалога и др.
Информационное	Базы данных и средства управления базами данных	Принципы многократного использования данных при их введении; методы анализа и синтеза информационных потоков; методы построения логических и физических структур данных, схем и подсистем базы; гибкость организации и открытость структуры и др.

Продолжение таблицы 12.1.

<i>ОБЕСПЕЧЕНИЕ</i>	<i>КОМПОНЕНТЫ</i>	<i>ОСНОВА ПОСТРОЕНИЯ</i>
Методическое	Нормативы, документы, правила подбора и эксплуатации средств автоматизации проектирования, обеспечения построения моделей проектирования	Методические рекомендации, методические указания, ГОСТы, ОСТы, ТУ, методики и др.
Лингвистическое	Совокупность специальных условий, обеспечивающих методологию проектирования в САПР (языки программирования, проектирования, диалоговые)	Языки проектирования программ, логических схем алгоритмов
Техническое	Устройства вычислительной и организационной техники, обеспечивающих функционирование САПР	Серийные средства вычислительной техники общего назначения и специальные технические средства
Организационное	Документы, регламентирующие организационную структуру САПР	

Таблица 12.2 - Каталог программных продуктов САПР

№	НАЗВАНИЕ ПРОГРАММЫ	ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ	ТИП ПРОГРАММЫ
1	2	3	4
1	<b>EDI001</b>	Обработка результатов экспериментальных исследований МОК, МНО, МНЗ	расчетная
2	<b>NOG</b>	Расчет серповидных ножей хлеборезок	расчетная
3	<b>F1, F2</b>	Определение параметров виброперемещения	расчетная
4	<b>mexpod</b>	Расчет механизма подъема	расчетная
5	<b>mex роб</b>	Расчет механизма поворота	расчетная
6	<b>L.konv</b>	Тяговый расчет ленточного конвейера	расчетная
7	<b>kp_rashe</b>	Тяговый расчет пластинчатого конвейера	расчетная
8	<b>tormoz</b>	Расчетно-графическая работа, обработка лабораторных данных	расчетная
9	<b>NN</b>	Проектные и проверочные расчеты	расчетная
10	<b>ENEX</b>	Обработка результатов лабораторных работ	расчетная
11	<b>isolyac</b>	Расчет оптимальной толщины изоляции теплообменного аппарата	расчетная
12	<b>tkb</b>	Расчет вертикального кожухотрубного теплообменника	расчетная
13	<b>PLTO</b>	Расчет пластинчатого теплообменника	расчетная
14	<b>perem</b>	Расчет вакуум-выпарного аппарата	расчетная
15	<b>REZ</b>	Расчет режима резания металлорежущих станков	расчетная
16	<b>Cena kovanki</b>	Расчет стоимости ковальной заготовки	расчетная
17	<b>Cenaotlivki</b>	Расчет стоимости литой заготовки	расчетная
18	<b>Pripusk</b>	Расчет припуска деталей на обработку	расчетная
19	<b>HG</b>	Определение высоты полета грубодисперсных частиц	расчетная
20	<b>HW</b>	Определение высоты полета высокодисперсных частиц	расчетная
21	<b>Прям-орт.</b>	Расчет прямозубой ортогональной передачи	расчетная
22	<b>Прям-цил.</b>	Расчет цилиндрической прямозубой передачи	расчетная
23	<b>Клинорем.</b>	Расчет клиноременной передачи	расчетная
24	<b>Косоз-цил.</b>	Расчет косозубой цилиндрической передачи	расчетная
25	<b>Орт-коло.</b>	Расчет ортогональной передачи с круглыми зубьями	расчетная
26	<b>Поликл.</b>	Расчет поликлиноременной передачи	расчетная
27	<b>Цепная</b>	Расчет цепной передачи	расчетная
28	<b>Червяч-п.</b>	Расчет червячной передачи	расчетная
29	<b>Sosud 1.3</b>	Расчет и проектирование вертикального автоклава для стерилизации овощей в стеклянных банках	расчетная

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Учебная и справочная литература

1. Баришев А.И., Заплетников И.Н. Дипломное проектирование оборудования пищевых перерабатывающих и пищевых производств: Уч. пособие. – Донецк: ДонГУЭТ, 2004 – 211 с.
2. Поперечний А.М. Магістерська робота. Методологія її виконання. Напрямок «Машинобудування та матеріалобробка»: навч. посіб. для студ. Спец. 8.05050313 «Обладнання переробних та харчових виробництв» – Львів: «Магнолія 2006», 2012. – 204 с.
3. Кошевой Е. П. Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых производств. – СПб: ГИОРД, 2005. – 232 с.
4. Ботов М.И., Кирпичников В.П. Оборудование предприятий общественного питания. В 3-х т., Т.2. Механическое оборудование. – М.: Академия, 2010. – 496 с.
5. Гуляев В.А. Оборудование предприятий торговли и общественного питания. – М.: Инфа-М., 2002. – 234 с.
6. Ситников Е.Д. Практикум по технологическому оборудованию консервного и пищевых концентратного производств. 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 416 с.
7. Курсовое проектирование деталей машин / С.А. Чернавский, Г.М. Ицкович, К.Н. Боков и др. – М.: Машиностроение, 1979. – 351 с.
8. Поперечный А.Н. Процессы аппараты пищевых производств, Донецк, ДонДУЕТ, 1999. – 240 с.
9. Закон Донецкой Народной Республики «Об Охране труда». Принят Народным Советом Донецкой Народной Республики 03 апреля 2015г (Постановление № 1-118П-НС).
10. Закон Донецкой Народной Республики «О пожарной безопасности» Принят Народным Советом Донецкой Народной Республики 13 февраля 2015г (Постановление № 1-57П-НС).
11. Закон Донецкой Народной Республики «Об отпусках» Принят Народным Советом Донецкой Народной Республики 06 марта 2015г (Постановление № 1-80П-НС).
12. Закон Донецкой Народной Республики «Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения» Принят Народным Советом Донецкой Народной Республики 10 апреля 2015г (Постановление № 1-123П-НС).
13. Закон Донецкой Народной Республики «Об основах обязательного социального страхования» Принят Народным Советом Донецкой Народной Республики 30 апреля 2015г (Постановление № 1-167П-НС).
14. Закон Донецкой Народной Республики «О внесении изменений в Закон Донецкой Народной Республики «Об отпусках» Принят Народным Советом Донецкой Народной Республики 29 мая 2015г (Постановление № 1-187П-НС).

15. Осокин В.В., Сорока И.В. Селезнева Ю.А. Охрана труда в торговле: Учебник для студентов торгово-экономических и коммерческих вузов. – Киев – Донецк: ДонГУЭТ, 2002. – 228с.

16. Горин А.Н., Ржесик К.А., Карнаух В.В., Брюшков Р.В. Охрана труда на предприятиях пищевых производств. Учеб. пособие. – Донецк: ДонНУЭТ, 2014. – 176с.

17. Промислова екологія харчових виробництв : підручник / Горин А.Н., Ржесик К.А., Карнаух В.В., Брюшков Р.В. – 2-ге вид., допов. І перероб. Донецьк: ДонНУЕТ, 2014. – 208с.

18. Приказ Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики № 399 от 22.06.2015 г. «Об утверждении Положения по разработке Плана действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера для предприятий, учреждений и организаций».

19. Приказ Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики № 354 от 09.06.2015 г. «Об утверждении Методики прогнозирования масштабов заражения аварийно химически опасными веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объекте и транспорте. Порядка действий должностных лиц химически опасного объекта в случае возникновения аварии с выливом (выбросом) аварийно химически опасных веществ на нем и Методических рекомендаций по проведению классификации административно-территориальных единиц и объектов химической опасности».

20. Приказ Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики № 318 от 22.05.2015 г. «Об утверждении Рекомендаций об организации укрытия в простейших защитных сооружениях гражданской обороны во время проведения боевых действий на территории Донецкой Народной Республики».

21. Приказ Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики № 266 от 07.05.2015 г. «Об утверждении Правил использования и содержания средств индивидуальной защиты, приборов радиационной, химической разведки и контроля».

22. Толстих А.С. Цивільний захист. Навчальний посібник. "Для виконання розділу "Цивільний захист" в дипломних роботах". / А.С. Толстих, О.О. Васильев, І.В. Перкун, А.В. Погребняк. - Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. – 79 с.

23. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С., Цивільна оборона. Навчальний посібник / За ред. полковника В.С. Франчука. – Львів, Афіша, 2000 – 336 с.

24. Оборудование предприятий общественного питания В 3-х т. Т 1: Механическое оборудование / В.Д. Елхина, А. А. Журин, Л.П. Проничкина и др. – М.: Экономика, 1987. – 447с.

25. Машины и аппараты пищевых производств: В 2 кн.: учебник для вузов / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; Под ред. акад. РАСНХ В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001.– Кн. 1. –703 с.
26. Машины и аппараты пищевых производств: В 2 кн.: учебник для вузов / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; Под ред. акад. РАСНХ В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001.– Кн. 2. –680 с.
27. Анурьев А.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – М.: Машиностроение, 1980. – Т. 1.–728 с.
28. Анурьев А.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – М.: Машиностроение, 1979. – Т. 2.–559 с.
29. Анурьев А.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – М.: Машиностроение, 1979. – Т. 3.–557 с.
30. Допуски и посадки: Справочник: В 2 т. /В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1982. – Т. 1. – 543 с.
31. Допуски и посадки: Справочник: В 2 т./В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1983. – Т. 2. – 448 с.
32. Единая система конструкторской документации. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1988.–276 с.
33. Общие правила выполнения чертежей. ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 240 с.
34. Правила выполнения различных чертежей. ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 152 с.
35. Правила выполнения схем.ЕСКД.–М.:Изд-во стандартов,1987.–136с.
36. Виноградов Ю.Н. Проектирование предприятий мясомолочной отрасли и рыбообрабатывающих производств: Теор. основы общестроит. проектирования [текст] / Ю.Н. / Виноградов, В.Д. Косой, О.Ю. Новик. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 378 с.
37. Олейникова А.Я. Проектирование кондитерских предприятий: [текст]: Учебник / А.Я. Олейникова, Г.О. Магомедов. – 2-е изд., испр. и доп.. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 411 с.
38. Пучкова Л.И. Проектирование хлебопекарных предприятий с основами САПР. М.: Колос, 1997. – 223 с.
39. Остриков А.Н. и др. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. Учебник для вузов. – 2-изд., перераб и доп. – СПб.:Изда-тельство РАПП, 2009. – 408 с.
40. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств / В.И. Соколов.– М.:Машиностроение,1983.– 447 с.
41. Драгилев А.И. Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное и кондитерское: Учебник / А.И. Драгилев. – М.: Академия, 2004. – 432 с.
42. Кошевой Е.П. Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых производств / Е.П. Кошевой. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 226 с.

43. Хромеев В.М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик/ В.М. Хромеев. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 496 с.
44. Драгилев А.И. Сборник задач по расчету технологического оборудования кондитерского производства: Учеб. пособие / А.И. Драгилев, М.Д. Руб. – М.: ДеЛипринт, 2005. – 244 с.
45. Драгилев А.И. Технологические машины и аппараты пищевых производств: А.И. Драгилев, В.С. Дроздов. – М.: Колос, 1999. – 376 с.
46. Технологическое оборудование сахарных заводов. Учебник / С.М. Гребенюк, Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов и др. – М.: Колос, 2007. – 520 с.
47. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Ч.1. Оборудование для убой и первичной обработки / В.И. Ивашов – М.: Колос, 2001. – 552 с.
48. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. Учеб. пособие / Е.П. Кошевой – СПб.: ГИОРД, 2002. – 368 с.
49. А.И. Зеликовский. Малые холодильные машины и установки. Малые установки. Справочник.- М.:Машиностроение,1986.
50. Ф.Е. Мещеряков. Основы холодильной техники и холодильной технологии.-М.: Пищевая промышленность, 1975.
51. М.А. Михеев, Н.М. Михеева. Основы теплопередачи. - М.: Энергия. 1972.
52. Г.З. Свердлов, Б.К. Явнель. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. - М.: Пищевая промышленность, 1978 – 264с.
53. В.Б. Якобсон. Малые холодильные машины. – М: Пищевая промышленность, 1977.
54. В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. Теплопередача. – М: Энергия, 1969.
55. Е.С. Вайнберг, Л.Н. Вайн. Бытовые компрессионные холодильники. – М: Пищевая промышленность, 1974.
56. Бабакин Б.С., Выгодин В.А. Бытовые холодильники и морозильники. Справочник – М.: Колос, 1998. – 631 с.

### **Нормативная литература**

57. ГОСТ 2.002-72 ЕСКД. Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании.
58. ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатных и графических устройствах вывода ЭВМ.
59. ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
60. ГОСТ 2.103-68 ЕСКД. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки.
61. ГОСТ 2. 104-2006 ЕСКД. Основные надписи.

62. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
63. ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации  
Текстовые документы.
64. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
65. ГОСТ 2.111-68. ЕСКД. Нормоконтроль
66. ГОСТ 2.119-73 ЕСКД. Эскизный проект.
67. ГОСТ 2.120-73 ЕСКД. Технический проект.
68. ГОСТ 2.201-80 ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов
69. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
70. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.
71. ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии.
72. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные.
73. ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.
74. ГОСТ 2.306-68 ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах.
75. ГОСТ 2.307-2011 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
76. ГОСТ 2.308-2011 ЕСКД. Указания допусков формы и расположения поверхностей.
77. ГОСТ 2.309-73 ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей.
78. ГОСТ 2.310-68 ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.
79. ГОСТ 2.311-68 ЕСКД. Изображение резьбы.
80. ГОСТ 2.312-72. ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
81. ГОСТ 2.313-82 ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.
82. ГОСТ 2.316-2008. ЕСКД. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах.
83. ГОСТ 2.420-69 ЕСКД. Упрощенные изображения подшипников качения на сборных чертежах
84. ГОСТ 2.601-95 ЕСКД. Эксплуатационные документы
85. ГОСТ 2.602-95 ЕСКД. Ремонтные документы
86. ГОСТ 2.605-68 ЕСКД. Плакаты учебно-технические. Общие технические требования.
87. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
88. ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
89. ГОСТ 2.703-2011 ЕСКД. Правила выполнения кинематических схем.
90. ГОСТ 2.704-2011 ЕСКД. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.
91. ГОСТ 2.704-2001 ЕСКД. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.



92. ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
93. ГОСТ 2.747-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.
94. ГОСТ 2.770-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики.
95. ГОСТ 2.782–68 ЕСКД. Обозначения условные графические. Насосы и двигатели гидравлические и пневматические
96. ГОСТ 2.783–80 Элементы привода и управления общего применения
97. ГОСТ 2.793–79 ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств
98. ГОСТ 2.794–79 ЕСКД. Обозначения условные графические. Устройства питающие и дозирующие
99. ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.
100. ГОСТ 7.1-2003 СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.
101. ГОСТ 7.32-2001 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
102. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы физических величин.
103. ГОСТ 19.401-78 ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.
104. ГОСТ 19.402-78 ЕСПД. Описание программы.
105. ГОСТ 19.502-78 ЕСПД. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению.
106. ДБН В.2.2.5-97 «Захисніспорудицивільної оборони»
107. РД 52.04.253-90 «Методика прогнозування масштабів зараження сильнодіючими ядовитими речовинами при аваріях (разрушениях) на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті».

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Примерная тематика дипломного проекта направления**  
**15.03.02 «Технологические машины и оборудование»**

1	Реконструкция цеха (отделения, участка...) предприятия по производству макарон (колбас, консервов, булочных изделий...).
2	Механизация погрузо-разгрузочных работ транспортных складских и вспомогательных операций с разработкой конструкции отдельных машин или механизмов
3	Разработка комплексов машин и поточных линий для фасовки сыпучих жидких и мелкоштучных товаров
4	Модернизация технологического оборудования (молокозаводов, хлебозаводов, кондитерских фабрик, ресторанного хозяйства)
5	Модернизация холодильного оборудования с целью улучшения эксплуатационных характеристик
6	Проект оборудования линии производства хлеба (макаронных изделий, пшеничной муки, пастеризованного молока, вареной колбасы, растительного масла, ....) производительностью .... тонны в час.
7	Модернизация оборудования общественного питания
8	Проектирование и модернизация цеха по производству быстрозамороженных продуктов, пищевых полуфабрикатов, пищевых концентратов и т.п.;
9	Проектирование и модернизация холодильников торговых, распределительных и производственных;
10	Проектирование и модернизация холодильное торгово-технологическое оборудование;
11	Проектирование и модернизация предприятия, цеха и поточные линии по ремонту торгово-технологического оборудования;
12	Проектирование и модернизация холодильной установки специального назначения (испытательные камеры, исследовательские и лабораторные комплексы и т.п.);
13	Проектирование и модернизация бытовых и торговых холодильных приборов с целью снижения их энергопотребления, улучшения их эргономических и эксплуатационных показателей.
<b>Примерная тематика научно-исследовательских работ</b>	
8	Сушка плодов и овощей в псевдооживленном слое
9	Экстрагирование в системе «твердое тело-жидкость»
10	Исследование виброакустических характеристик оборудования
11	Исследование процессов сушки растительного сырья (СВЧ-сушки, СВЧ-экстрагирования, ИК-сушки)
12	Исследование процесса вибромойки пищевых продуктов
13	Исследование параметров воздушной среды в охлаждаемой камере хранения пищевых продуктов
14	Исследование технологических процессов заморозки пищевых продуктов
15	Исследование режимов работы бытового холодильника с целью разработки холодильника климатического класса ST с энергетической эффективностью А+

# **ПРИЛОЖЕНИЕ Б** **Основные надписи для конструкторских документов**

Форма 1 (ГОСТ 2.104-2006) – Основная надпись для чертежей и схем

Форма 2 (ГОСТ 2.104-2006) – Основная надпись для заглавных листов текстовых конструкторских документов

Форма 2а (ГОСТ 2.104-2006) – Основная надпись для последующих листов чертежей и текстовых конструкторских документов

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б ГРАФЫ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ

*Графа 1* – наименование изделия и наименование документа, если он имеет код.

*Графа 2* – обозначение документа (код дипломного проекта).

*Графа 3* – обозначение материала, которое вносят в основную надпись только на чертеже детали.

*Графа 4* – колонки литер. Литерами указывают стадии разработки документации (для ДП литера У – учебная работа).

*Графа 5* – масса изделия по ГОСТ 2.109.

*Графа 6* – масштаб изображения по ГОСТ 2.302 и ГОСТ 2.109.

*Графа 7* – порядковый номер листа документа; на документах, состоящих из одного листа, графу не заполнять.

*Графа 8* – общее количество листов данного документа.

Графу заполняют только на первом листе графического документа и в основной надписи пояснительной записки.

*Графа 9* – наименование или различительный индекс предприятия, выпустившего документ (наименование университета, факультета, группы).

*Графа 10* – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ. (Разраб. – дипломник; Пров. – консультант или руководитель ДП на чертежах и в записке; Т.контр. – в ДП не заполняется; Н.контр. – нормоконтролер или руководитель проекта, если кафедрой нормоконтролер не назначен; Утв. – зав. кафедрой). Свободную графу заполняют по усмотрению разработчика.

*Графа 11* – фамилии лиц, подписывающих документ.

*Графа 12* – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11. Подписи выполняются тушью или пастой.

*Графа 13* – дата подписания документа выполняются тушью или пастой.

*Графы 14-18* – таблицы изменений, вводимых в документы после их утверждения (в ДП не заполняются).

*Графа 30* – дополнительная графа, данные, заполняемые заказчиком (тема дипломного проекта).

### Примечания

1 При использовании для последующих листов и схем *формы 1* графы 1, 3, 4, 5, 6, 9 не заполняются.

2 Для ДП с литерой У допускается в пояснительной записке основные надписи *формы 2а*, начиная с третьего листа, после заглавного не выполнять графы 14, 15, 16, 17, 18.

Форма 1 (ГОСТ 2.106-2006) – Форма спецификаций изделий (заглавный лист)

Форма 1а (ГОСТ 2.106-2006) – Форма спецификаций изделий (последующие листы)

101

ПРИЛОЖЕНИЕ В продолжение  
Пример спецификации сборочного чертежа (заглавный лист)

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чение
						<u>Документация</u>		
					КНП.00.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
						<u>Сборочные единицы</u>		
Справ. №	11	1	КНП.01.03.00		Механизм загрузки	1		
	11	2	КНП.01.05.00		Блок звездочек	1		
	11	3	КНП.01.00.00		Устройство натяжное	1		
	11	4	КНП.01.17.00		Кронштейн	2		
	11	5	КНП.01.18.00		Кожух	1		
	11	6	КНП.00.32.00		Карусель	1		
	11	7	КНП.00.34.00		Вариатор	1		
	11	8	КНП.00.57.00		Ограждение	2		
	11	9	КНП.02.23.00		Кронштейн	2	Примен	
						<u>Детали</u>		
Взам. инв. №	11	12	КНП.02.24.00		Кольцо 390-400-522-1	1	Примен	
	11	13	КНП.01.00.04		Направляющая	2		
	11	14	КНП.01.00.12		Палец	1		
	11	15	КНП.01.00.43		Ниппель	1		
	11	16	КНП.02.25.00		Подвеска	4	Примен	
Подп. и дата	11	17	КНП.03.02.02		Шайба	1	покрыт КВЭ,ХР	
И-В. № посл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	КНП.00.00.00.СБ		
	Разраб.	Иванов				Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Поперечный				Д	1	2
	Н.контр.	Поперечный				ДонНУЭТ		
Утв.		Заплетников				кафедра ОПП		
Машина для наполнения пастообразными продуктами консервных банок								
Копировал						Формат А4		

[illegible]

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное)

## Таблицы патентного поиска

### Технико-экономические показатели данного вида техники

Наименование и единица измерения	Значения технико-экономических показателей						
	Базовый образец	Разновидность технических объектов *					
1	2	3	4	5	6	7	8

Количество граф определяется количеством объектов-аналогов.

### Анализ применимости в разработке известных прогрессивных решений

Наименование и номера* охранных документов (страна выдачи, дата подачи заявки и выдачи документов)	Сущность технического решения с указанием решаемой задачи	Наименование объекта или его составных частей, в которых могут быть использованы технические решения	Возможность использования технического решения или причина отказа от использования	Ожидаемый результат
1	2	3	4	5

\* При отсутствии номера - ссылка на источник.

### Сопоставимый анализ использованных технических решений, защищенных действующими патентами

Наименование объекта техники, его составных частей и элементов, подлежащих экспертизе	Страна выдачи охранного документа номер документа	Сопоставимые признаки		Выводы		
		Объекта по охранному документу (с указанием номера и содержанием пункта формулы с разбивкой ее на признаки)	исследованного объекта техники	по каждому признаку пункта формулы	по пункту формулы	по охранному документу в целом
1	2	3	4	5	6	7

### Поиск проведен по следующим материалам:

Предмет поиска (объект, его составные части)	Страна поиска	Классификационные индексы	Источники информации	
			Научно-техническая литература (наименование, дата публикации и т.п.)	патентная документация (наименование патентного бюллетеня, номера охранных документов)
1	2	3	4	5



**ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное)**  
**Пример оформления реферата**

Перв. примен.	<p align="center"><i>РЕФЕРАТ</i></p> <p><i>Пояснительная записка 80 с., 17 рис., 12 табл., 53 источника</i></p> <p><i>Графическая часть 6 листов форм. А1</i></p> <p align="center"><i>КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА</i></p> <p><i>Пивная дробина, фильтрование, процесс, сушка, вакуум</i></p> <p><i>Исследование процесса вакуумного фильтрования пивной дробины</i></p> <p><i>В работе приведены результаты экспериментального исследования процесса фильтрования пивной дробины под воздействием разных режимов вакуума. Обусловлена актуальность темы, определена цель исследований, показана перспективность, научная и практическая ценность работы. Приведены результаты экспериментальных исследований фильтрования пивной дробины на основании которых предложена оптимальная фильтровальная установка. Работа дополнена экономическими расчетами, которые подтверждают целесообразность выполненной работы, актуальность темы и перспективы применения в хлебопекарном и пивном производстве.</i></p>													
	Стор. №													
Инд. № подл.		Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата										
Инд. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	УФС.000.000.000 ПЗ							
							Разраб.	Мельников			Исследование процесса вакуумного фильтрования пивной дробины	Лит.	Лист	Листов
							Пров.	Поперечный						1
							И.контр.	Поперечный				Пояснительная записка	ДонНУЭТ кафедра оборудования	
Утв.	Заплетников													
Копировал							Формат А4							

## Образцы оформления диаграмм

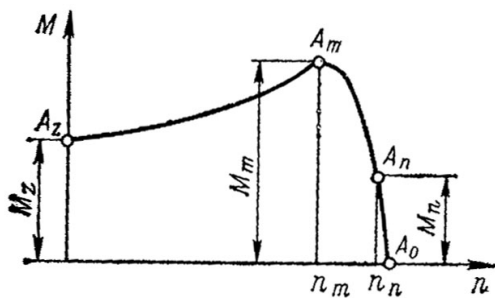


Диаграмма без шкал для информационного изображения функциональных зависимостей



### Диаграмма со шкалами для изображения функциональных зависимостей

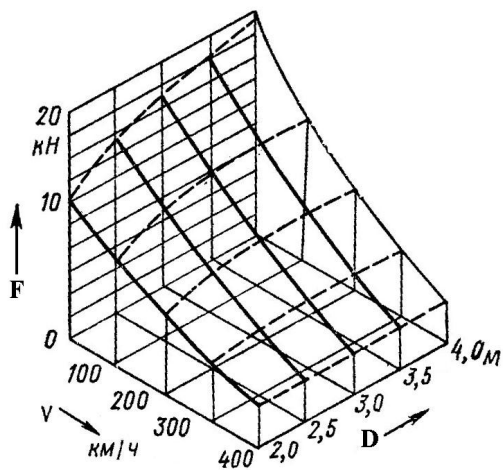


Диаграмма для изображения функциональных зависимостей в прямоугольной (пространственной) системе трех координат

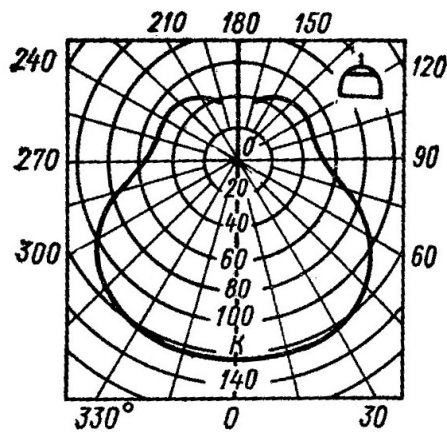


Диаграмма для изображения функциональных зависимостей в полярной системе координат

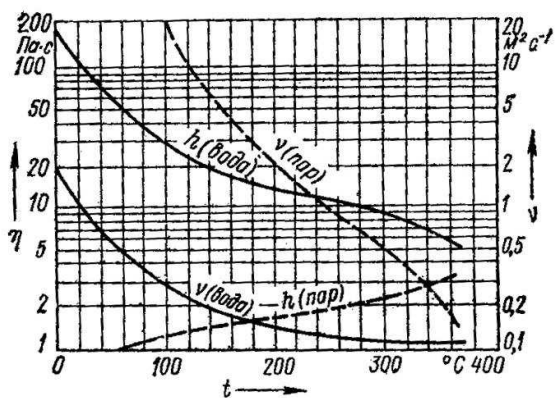


Диаграмма для изображения функциональных зависимостей, выполненная в нелинейном (логарифмическом) масштабе

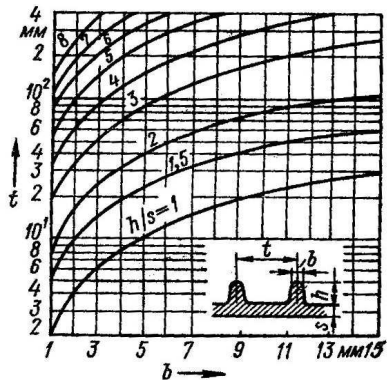
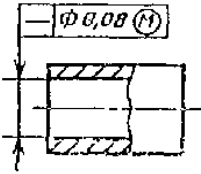
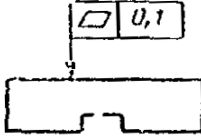
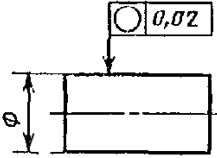
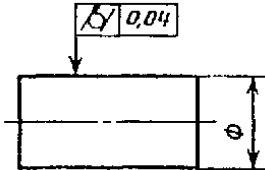
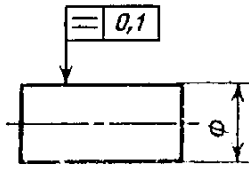
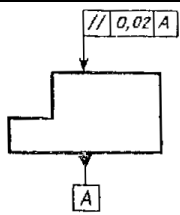
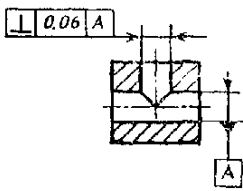
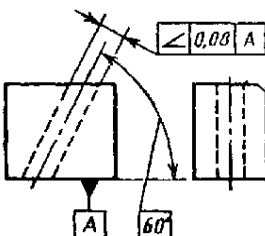
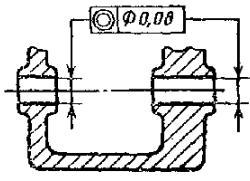
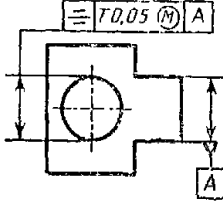
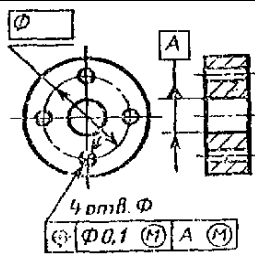
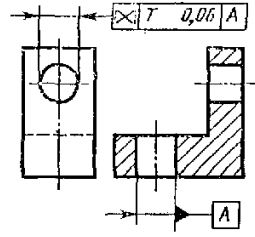
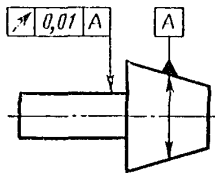
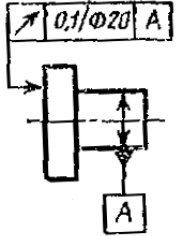


Диаграмма для изображения нескольких функциональных зависимостей с поясняющим рисунком на поле диаграммы

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
**Примеры указания на чертежах допусков формы и**  
**расположения поверхностей**

Вид допуска	Указания допусков формы и расположения условным обозначением	Пояснение
1. Допуск прямолинейности		Допуск прямолинейности оси отверстия $\varnothing 0,08$ мм (допуск зависимый).
2. Допуск плоскостности		Допуск плоскостности поверхности 0,1 мм.
3. Допуск круглости		Допуск круглости вала 0,02 мм.
4. Допуск цилиндричности		Допуск цилиндричности вала 0,04 мм.
5. Допуск профиля продольного сечения		Допуск профиля продольного сечения вала 0,1 мм.
6. Допуск параллельности		Допуск параллельности поверхности относительно поверхности <i>A</i> 0,02 мм.
7. Допуск перпендикулярности		Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно оси отверстия <i>A</i> 0,06 мм.
8. Допуск наклона		Допуск наклона оси отверстия относительно поверхности <i>A</i> 0,08 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е продолжение  
Примеры указания на чертежах допусков формы и  
расположения поверхностей

Вид допуска	Указания допусков формы и расположения условным обозначением	Пояснение
9. Допуск соосности		Допуск соосности отверстия относительно отверстия $\varnothing 0,08$ мм.
10. Допуск симметричности		Допуск симметричности отверстия $T 0,05$ мм (допуск зависимый). База - плоскость симметрии поверхности A.
11. Позиционный допуск		Позиционный допуск осей 4-х отверстий $\varnothing 0,1$ мм (допуск зависимый). База - ось отверстия A (допуск зависимый).
12. Допуск пересечения осей		Допуск пересечения осей отверстий $T 0,06$ мм
13. Допуск радиального биения		Допуск радиального биения вала относительно оси конуса 0,01 мм.
14. Допуск торцового биения		Допуск торцового биения на диаметре 20 мм относительно оси поверхности A 0,1 мм

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**  
**Некоторые неметаллические материалы, наиболее часто применяемые**  
**в машинах и аппаратах пищевой промышленности и**  
**разрешенные Минздравом**

Материалы, ГОСТ, марка	Предел прочности <i>B, МПа</i>	Назначение
Капрон ОСТ 6-06-14-71 Капронит	80-90	Сита ситовечных и просеивающих машин (для муки, манной крупы и т.д.), шестерни, втулки, кольца и т.д.; шнеки, направляющие и т.д.
Винипласт ГОСТ 9639-71 ВИ (листовой)	56	Детали машин, контактирующие с суслом и ординарными винами (емкости, направляющие и т.д.)
Полипропилен ТУ 6-05-1105-78 ОЧП	35	Формы для расстойных шкафов хлебозаводов, крышки форм для прессования сырной массы, детали машин и аппаратов, контактирующие с пищевыми средами (молоком, вином, коньяком и др.); для изготовления под пищевые продукты
Полистирол ударопрочный ОСТ 05-406-80 УПМ-0503	40	Детали, контактирующие с мясным фаршем, и т.д.; для приготовления стаканчиков, баночек, предназначенных для упаковки рыбопродуктов, молочных продуктов (сметаны, творога и т.д.), лотки для замораживания пельменей и т.д.
Полиэтилен высокого давления и низкой плотности ГОСТ 16337-77, ГОСТ 10803-020 и ГОСТ 15803-020	32	Емкости (температура от -15 до + 60°C), пленочные изделия (от -15 до + 80°C) для контакта с пищевыми продуктами (хлебом, кондитерскими изделиями, рыбой, молочнокислыми продуктами, овощами, фруктами, мясом и т.д.). Пробки для укупорки вин и растительного масла
Полиэтилен низкого давления и высокой плотности ГОСТ 16338-77, ГОСТ 20508-007	12,5	Детали машин, насосов, аппаратов, резервуары, футеровка резервуаров и бункеров, трубопроводы и т.д. Тара открытого типа: лотки, ящики для упаковки и хранения хлебобулочных изделий, фруктов и овощей, рыбы и рыбной продукции (свежей, мороженой, копченой)
Фторопласт ГОСТ 10007-80ЕЧ	25	Прокладки, детали машин и аппаратов винодельческой, пивобезалкогольной и молочной промышленности; детали, контактирующие с хлебом, тестом (в тестоделителях, закаточных машинах и т.д.), дрожжевыми и крахмальными суспензиями; подшипники, втулки, трубки; электроизоляционные детали
Резина ГОСТ 17133-71 ИР-106 ИрМ-36А 52-498	- -	Детали оборудования винодельческой, безалкогольной и консервной промышленности (прокладки в кронен-пробках для укупорки безалкогольных напитков) и т.д. Детали насосов, втулки, подпятники. Детали оборудования и шланги в безалкогольной, винодельческой, консервной и молочной промышленности

**ПРИЛОЖЕНИЕ И**  
**Значения параметров шероховатости**

Класс шероховатости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Ra</i>	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16
<i>Rz</i>	320	160	80	40	20	10	6,3	3,2	1,6	0,8

**ПРИЛОЖЕНИЕ К**  
**Типовые поверхности и их показатели шероховатости**

Параметры шероховатости, мкм	Типовые поверхности и детали
<i>Rz</i> = 320 и <i>Rz</i> = 160	Нерабочие контуры деталей
<i>Rz</i> = 80	Отверстия на проход крепежных деталей. Выточки, проточки. Отверстия масляных каналов на силовых валах. Разделка кромок под сварку
<i>Rz</i> = 40	Внутренний диаметр шлицевых соединений (нешлифованных). Свободные несопрягаемые торцовые поверхности валов, муфт, втулок
<i>Rz</i> = 20	Торцовые поверхности под подшипниками качения. Поверхности втулок, колец, ступиц, прилегающие к другим поверхностям, но не являющиеся посадочными
<i>Ra</i> = 2,5	Шаровые поверхности ниппельных соединений. Канавки под уплотнительные резиновые кольца для подвижных и неподвижных торцовых соединений. Радиусы скруглений на силовых валах. Поверхности осей для эксцентриков
<i>Ra</i> = 1,25	Поверхности разъема герметичных соединений без прокладок или со шлифованными металлическими прокладками. Наружные диаметры шлицевого соединения. Отверстия подшипников скольжения. Трущиеся поверхности малонагруженных деталей
<i>Ra</i> = 0,63	Притираемые поверхности в герметичных соединениях. Поверхности зеркала цилиндров, работающие с резиновыми манжетами. Трущиеся поверхности нагруженных деталей. Посадочные поверхности второго класса точности: оси эксцентриков, точные червяки, зубчатые колеса. Рабочие шейки распределительных валов. Штоки и шейки валов в уплотнениях
<i>Ra</i> = 0,32	Валы в пригоняемых и регулируемых соединениях (шейки, шпиндели, золотники). Отверстия пригоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников). Трущиеся элементы сильно нагруженных деталей. Цилиндры, работающие с поршневыми кольцами
<i>Ra</i> = 0,16	Поверхности, работающие на трение, от износа которых зависит точность работы механизмов

**ПРИЛОЖЕНИЕ Л**  
**Образцы выполнения технической характеристики и**  
**технических требований**

Техническая характеристика

1. Назначение.
2. Объем номинальный, м<sup>3</sup>; рабочий, м<sup>3</sup>.
3. Производительность.
4. Площадь поверхности теплообмена, м.
5. Давление рабочее, МПа (кгс/см<sup>2</sup>).
6. Температура среды, °С.
7. Привод.
8. Частота вращения, с<sup>-1</sup>(об/мин).
9. Габаритные размеры, мм (длина, ширина, высота).
10. Масса изделия в рабочем состоянии, кг.

Технические требования

1. При изготовлении аппарата руководствоваться ГОСТ 26-01-112-79, ГОСТ 12.2.003-74.
2. Материал основных деталей: Вст 3 сп 4 ГОСТ 380-88, Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-80 и т.д.
3. Основные сварочные материалы: Проволока св-08г2с ГОСТ 2246-70, электрод МР-3, ЦЛ-11 ГОСТ 9466-80 и т.д.
4. Общие допуски по ГОСТ: Н14, h14, ±IT14/2.
5. Действительное расположение штуцеров дано: на схеме, виде А, разрезе Б-Б и т.д.
6. Произвести гидравлическое испытание корпуса аппарата пробным давлением... МПа, змеевик... МПа.
7. Произвести обкатку привода на холостом ходе в течение ... минут.
8. Покрытие наружной поверхности аппарата произвести в один слой грунтовкой коричневой ГФ-0195.
9. Покрытие аппарата производить краской ....
10. Аппарат поставляется частями (какими) ...
- 11\*. Размеры для справок.

## ПРИЛОЖЕНИЕ М

### Рекомендации по назначению допусков и посадок

Посадки выбирают в зависимости от назначения и условия работы оборудования и механизмов, их точности, условия сборки.

**Посадки с зазором.** Скользящие посадки (сочетание отверстия  $H$  с валом  $h$ ) применяют главным образом в неподвижных соединениях при необходимости частой разборки (сменные детали), если требуется легко передвигать или поворачивать одну деталь относительно другой при настройке или регулировании, а также для центрирования неподвижно скрепляемых деталей.

Посадку  $H6/h5$  применяют: а) для сменных зубчатых колес в станках; б) соединения деталей, которые должны легко передвигаться при затяжке; в) центрирования корпусов под подшипники качения в оборудовании и различных машинах. Посадку  $H8/h7$  используют для центрирующих поверхностей при пониженных требованиях к соосности.

Посадки  $H8/h8$ ;  $H9/h8$ ;  $H9/h9$  применяют для неподвижно закрепляемых деталей при невысоких требованиях к точности механизмов, небольших нагрузках и необходимости обеспечить легкую сборку (зубчатые колеса, муфты, шкивы и другие детали, соединяющиеся с валом на шпонке; корпуса подшипников качения, центрирование фланцевых соединений).

Посадку  $H7/h7$  применяют в подшипниках скольжения при умеренных и постоянных скоростях и нагрузках.

**Переходные посадки** предназначены для неподвижных соединений деталей, подвергающихся при ремонтах или по условиям эксплуатации сборке и разборке. Взаимная неподвижность деталей обеспечивается шпонками, штифтами, нажимными винтами и т.д. Менее тугие посадки назначают при неудобствах разборки и возможности повреждения соединенных деталей; более тугие – если требуется высокая точность центрирования, при ударных нагрузках и вибрациях.

Посадка  $H7/n6$  (**типа глухой**) дает наиболее прочные соединения. Примеры применения: а) для зубчатых колес, муфт, кривошипов и других деталей при больших нагрузках, ударах или вибрациях в соединениях, разбираемых обычно только при капитальном ремонте; б) посадки кондукторных втулок, установочных пальцев, штифтов. В приборостроении используется для передачи небольших нагрузок без дополнительного крепления (посадки осей, втулок, шкивов и др.), сборка производится под прессом.

Посадка  $H7/m6$  (**типа тугой**) несколько слабее посадки типа глухой (меньше натяги, повышается вероятность получения зазора), ее применяют при необходимости изредка разбирать соединение.

Посадка  $H7/k6$  (**типа напряженной**) в среднем дает незначительный зазор (1-5 мкм) и обеспечивает хорошее центрирование, не требуя значительных усилий для сборки и разборки. Применяется чаще других переходных посадок для посадки шкивов, зубчатых колес, муфт, маховиков (на шпонках), для втулок подшипников и вращающихся на валах зубчатых колес и др.



## ОКОНЧАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ М

Посадка *H7/j6 (типа плотной)* имеет большие средние зазоры, чем предыдущая, и применяется взамен ее при необходимости облегчить сборку.

**Посадки с натягом.** Выбор посадки производится из условия, чтобы при наименьшем натяге была обеспечена прочность соединения и передача нагрузки, а при наибольшем натяге – прочность деталей. Для применения посадок с натягом, особенно в массовом производстве, рекомендуется опытная предварительная проверка.

Посадку *H7/p6* применяют при сравнительно небольших нагрузках (например, посадки на вал уплотнительного кольца, фиксирующего положение внутреннего кольца подшипника у крановых и тяговых двигателей).

Посадки *H7/r6; H7/s6; H8/s7* используют в соединениях без крепежных деталей при небольших нагрузках и с крепежными деталями при больших нагрузках (посадки на шпонке зубчатых колес и муфт в прокатных станах, нефтебуровом оборудовании и др.).

Посадки *H7/u7* и *H8/u8* применяют в соединениях без крепежных деталей при значительных нагрузках; с крепежными деталями при очень больших нагрузках, при небольших нагрузках, но малой длине сопряжения.

Посадки *H8/x8* и *H8/z8* характеризуются относительно большими натягами и допусками натяга, применяются в тяжело нагруженных соединениях или при материалах с относительно небольшим модулем упругости.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Н

### Международная система единиц (СИ)

Единицы измерения длины	Единицы измерения плотности
1 мкм = $10^{-6}$ м,	1 т/м <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup> ,
1 дюйм = $2,540 \cdot 10^{-2}$ м.	1 кгс·с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup> = 9,81 кг/м <sup>3</sup> .
Единица измерения линейной скорости	Единица измерения момента инерции (динамического)
1 м/мин = $1,67 \cdot 10^{-2}$ м/с.	1 кгс·м·с <sup>2</sup> = 9,81 кг/м <sup>2</sup> .
Единицы измерения массового расхода	Единицы измерения мощности
1 кг/ч = $278 \cdot 10^{-6}$ кг/с,	1 (кгс·м)/с = 9,81 Вт,
1 т/ч = 0,28 кг/с,	1 эрг/с = $10^{-7}$ Вт,
1 кг/мин = $16,67 \cdot 10^{-3}$ кг/с	1 л.с. = 736 Вт,
Единицы измерения динамической вязкости	1 ккал/ч = 1,16 Вт,
1 П = $10^{-1}$ Па·с,	1 кал/с = 4,19 Вт.
1 сП = $10^{-3}$ Па·с,	Единицы измерения работы, энергии, количества теплоты
1 кгс·с/м <sup>2</sup> = 9,81 Па·с	1 кгс·м = 9,81 Дж,
Единица измерения кинематической вязкости	1 эрг = $10^{-7}$ Дж,
1 Ст = $10^{-4}$ м <sup>2</sup> /с.	1 Вт·ч = $3,6 \cdot 10^3$ Дж,
Единицы измерения давления	1 кал = 4,19 Дж,
1 дин/см <sup>2</sup> = $10^{-1}$ Па,	1 ккал = 4186,8 Дж.
1 кгс/м <sup>2</sup> = 9,81 Па,	Единицы измерения удельного количества теплоты
1 бар = $10^5$ Па,	1 ккал/кг = $4,1868 \cdot 10^3$ Дж/кг,
1 мм рт.ст. = 133 Па,	1 кал/г = $4,1868 \cdot 10^3$ Дж/кг,
1 кгс/мм <sup>2</sup> = $9,81 \cdot 10^6$ Па.	Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи
Единицы измерения удельной теплоемкости	1 ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·К) = 1,163 Вт/(м <sup>2</sup> ·К),
1 ккал/(кг·К) = $4,1868 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	1 кал/см <sup>2</sup> ·с·К = $4,1868 \cdot 10^2$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
1 кал/(г·К) = $4,19 \cdot 10^3$ Дж/(г·К)	
1 ккал/(м <sup>3</sup> ·К) = 4186,8 Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	
1 кал/(см <sup>3</sup> ·К) = $4,1868 \cdot 10^6$ Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	
Коэффициенты теплопроводности	
1 ккал/(м·ч·К) = 1,163 Вт/(м·К)	
1 кал/(см·с·К) = $4,1868 \cdot 10^2$ Вт/(м·К)	

## Учебное издание

**Заплетников** Игорь Николаевич – докт. техн. наук, профессор,  
**Поперечный** Анатолий Никитович – докт. техн. наук, профессор,  
**Горин** Александр Николаевич – докт. техн. наук, профессор  
**Гладкая** Алла Дмитриевна – канд. техн. наук, доцент,  
**Ржесик** Константин Адольфович – канд. техн. наук, доцент,  
**Пильненко** Антон Константинович – канд. техн. наук., доцент,  
**Боровков** Сергей Александрович – канд. техн. наук., доцент,  
**Демин** Михаил Владимирович – канд. техн. наук., доцент,  
**Погребняк** Андрей Владимирович – канд. техн. наук., доцент,  
**Нестерова** Наталья Анатольевна – канд. экон. наук, доцент

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Методические указания по выполнению и оформлению дипломного проекта  
для студентов всех форм обучения  
по направлению 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»  
профиль «Оборудование перерабатывающих и пищевых производств»