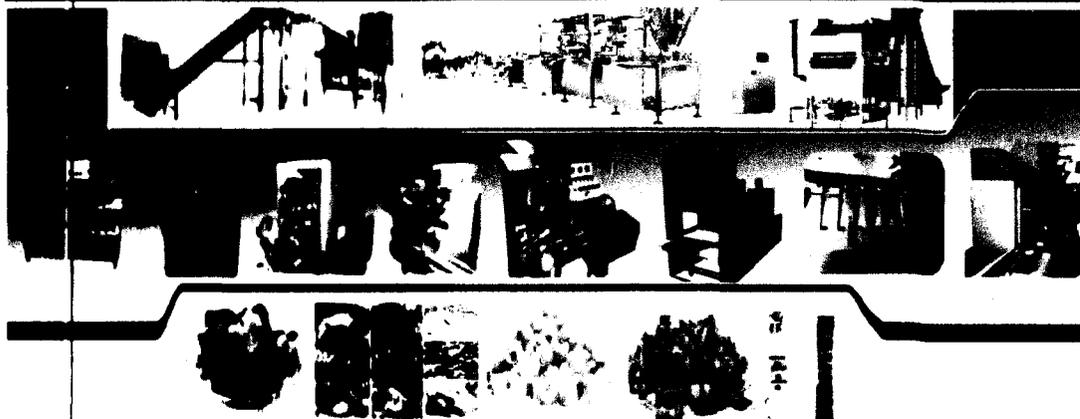


Кочнева С. В. Садиева А. Э.
Тилеминова Н. Т.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА



Бишкек 2015 г.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**

Кочнева С.В., Садиева А.Э., Тилемишова Н.Т.

Выпускная квалификационная работа

**Учебно-методическое пособие к выполнению выпускной
квалификационной работы бакалавра направления
650400 "Технологические машины и оборудование"
очной и заочной (с применением ДОТ) форм обучения,
профиль «Пищевая инженерия»**

Бишкек 2015

УДК.: 664.002.5(072)

ББК.:36.81 я73

*Рекомендовано к печати решением Ученого совета КГТУ им. И.Раззакова
Протокол № 3 от 28.10.2015г.*

Рецензенты: Директор Института Машиноведения
НАН КР д-р. техн. наук, академик Джуматаев М.С.
Начальник управления МСХиМ КР
канд. сел.-хоз. наук, доцент Мамаев С.Ш.
канд. техн. наук., доцент Абдраимов С.А.

Кочнева С.В., Садиева А.Э., Тилемишова Н.Т.

Выпускная квалификационная работа. Учебно-методическое пособие к выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра направления 650400 "Технологические машины и оборудование" очной и заочной (с применением ДОТ) форм обучения, профиль «Пищевая инженерия». /КГТУ им. И. Раззакова; / - Б.: ИЦ «Техник», 2015. - 58 с.

Изложены порядок, логика и акценты выполнения .

Предназначено для студентов направления 650400 «Технологические машины и оборудование» при выполнении ими выпускной квалификационной работы бакалавра, очной и заочной (с применением ДОТ) форм обучения. Определены объем и структура выпускной квалификационной работы бакалавра, ее направленность, порядок подготовки и организации процесса защиты. Приведены организация работы над выпускной квалификационной работой (ВКР), тематика, состав и объем, правила оформления, рекомендации по использованию ПК, порядок представления на защиту и защиты, пример расчета. Может быть использовано студентами при выполнении курсовых проектов.

Рис.15 Табл.4 Библиогр.25 наим.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа выполняется студентами направления 650400 "Технологические машины и оборудование", профиль «Пищевая инженерия» на заключительном этапе обучения в ВУЗе.

Целью выполнения выпускной квалификационной работы (далее ВКР) является:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков по направлению и применение их при решении конкретных научных, технических, экономических и производственных задач, а также задач культурного назначения;

- развитие навыков ведения и экспериментирования при решении разрабатываемых в ВКР проблем и вопросов;

- выяснение подготовленности студента к самостоятельной работе в условиях современного производства, науки, техники, культуры, а также уровня его профессиональной компетенции;

- применение в ВКР современных организационных и экономических мероприятий с целью улучшения производственной деятельности предприятий пищевой отрасли;

- использование научно-технической литературы и специальных информационных материалов;

- применение в расчётах ПЭВМ, графопостроителей, составление алгоритмов, блок-схем и программ для расчетов, использование существующих стандартных программ и т.д.

ВКР представляет обобщение результатов самостоятельного изучения актуальной проблемы соответствующей отрасли пищевой науки, выполняется под руководством руководителя и включает в себя следующие задачи:

- подбор и изучение информационных, справочных и научных источников по теме, включая зарубежные;

- самостоятельный анализ основных концепций по изучаемой проблеме, предлагаемых отечественными и зарубежными специалистами;

- разработка обоснованной программы выполнения ВКР;

- обоснование актуальности рассматриваемой проблемы;

- уточнение основных понятий по изучаемой теме, формулирование объекта и предмета разработки;

- проведение, обработка научных или расчетных данных и их интерпретация;

- резюмирование полученных выводов, разработка вариантов решения поставленных проблем.

За принятие в проекте технические решения, методики расчётов, обоснованные эмпирические данные, обоснованность и достоверность

выводов, а также за правильность всех приводимых вычислений, качество оформления графической документации и пояснительной записки ответственность несет студент-автор проекта.

Глубокий анализ темы и условий работы проектируемого объекта, продуманность и самостоятельность при рассмотрении возможных вариантов, выбор оптимального решения на основе технико-экономического сравнения вариантов - таковы обязательные условия выполнения полноценной ВКР.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ НАД ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТОЙ

Для выполнения ВКР по представлению кафедры за каждым студентом закрепляется руководитель из числа наиболее опытных преподавателей. Руководителями могут быть высококвалифицированные специалисты других организаций.

Руководитель ВКР:

- выдаст задание для выполнения ВКР;
- оказывает студенту помощь в разработке календарного графика работы на весь период проектирования;
- рекомендует студенту необходимую литературу, справочные и архивные материалы, типовые проекты и другие информационные источники по теме;
- устанавливает объем всех разделов ВКР и координирует работу выпускника и консультантов;
- контролирует своевременное выполнение установленного объема работ по графику и при наличии отставания студента - выпускника сообщает об этом на кафедру для принятия решения;

Согласно календарного графика (табл.1), с указанием очередности выполнения отдельных разделов, дат промежуточных аттестаций, студент отчитывается перед кафедрой о стадии выполнения ВКР, составляются сроки защиты ВКР перед Государственной аттестационной комиссией.

График выполнения ВКР

Таблица 1

| Наименование раздела | Процент выполнения | Срок выполнения | Контрольная проверка |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Работа ГАК | | | |

Выпускники, не явившиеся на кафедру в указанные сроки поэтапного проектирования и не имеющие подписанных кафедрой листов, к защите не допускаются. Они решением кафедры могут быть отстранены от выполнения ВКР.

Основаниями для недопуска студента к защите также являются:

- недостаточный объём всей ВКР или ее разделов;
- низкое качество всей ВКР или ее частей (графической части и разделов пояснительной записки (ПЗ));
- несамостоятельное выполнение ВКР (копирование защищённых ранее ВКР, расчётов, исследований, выполнение работы другими лицами);
- несоответствие содержания работы заданию на ВКР, несоответствие фамилий руководителя, консультантов и рецензента приказу.

Выполненная (законченная) ВКР со всеми графическими листами и пояснительной запиской (в переплетённом виде) представляется на кафедру для предварительного просмотра (предзащиты). ВКР (графическая часть со спецификациями и титульный лист пояснительной записки) должна быть подписана самим исполнителем, руководителем выпускной работы и консультантами. Предварительный просмотр ВКР на кафедре проводится не позже, чем за 10 дней до начала работы ГАК. При положительном результате предварительного просмотра (предзащиты) выносится решение кафедры о допуске студента - выпускника к защите в ГАК.

Выпускная квалификационная работа направляется на нормоконтроль и при соблюдении требований стандартов и уровня унификации представленных документов, подписывается преподавателем, ответственным за нормоконтроль и графе «Н.контр» в пояснительной записке и листах графической части.

Далее ВКР представляется на рассмотрение заведующему кафедрой, который выносит окончательное решение о допуске студента к защите и утверждает работу.

Допущенная к защите ВКР передается по направлению кафедры рецензенту - специалисту в данной отрасли для рецензирования работы и её оценки. Студент предъявляет рецензенту направление установленной формы, выданное ему секретарём ГАК, пояснительную записку в переплетённом виде и чертежи. В конце составленной рецензии, после предлагаемой оценки работы, должно быть выражено мнение рецензента о возможности присвоения студенту выпускнику академической степени бакалавра направления. После получения рецензии исправления в ВКР не допускаются.

Руководитель - выпускной работы, по окончании работы со студентом-выпускником, направляет на кафедру окончательный отзыв о работе студента за период проектирования с оценкой ВКР и выражает своё мнение о возможности присвоения ему искомой академической степени - бакалавра направления. Если отзыв руководителя или рецензия отрицательные, за студентом сохраняется право защиты результатов работы в ГАК.

Как рецензия, так и отзыв руководителя, должны поступить секретарю ГАК до защиты ВКР.

3. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Тематика ВКР должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и культуры, по своему содержанию отвечать задачам, изложенным выше.

При определении тематики ВКР необходимо учитывать реальные задачи и проблемы пищевых производств и соответствовать профилю подготовки бакалавров.

Тематика ВКР разрабатывается выпускающей кафедрой «Пищевая инженерия», рассматривается и утверждается Советом технологического факультета, с ежегодным обновлением тематики, не менее чем на 30%.

Студенту предоставляется право выполнять ВКР на тему, не содержащуюся в утвержденной на кафедре тематике. В этом случае студент представляет на кафедру подробное обоснование целесообразности разработки предлагаемой темы ВКР или письмо сторонней организации на выполнение заказной темы.

Студентам, обучающимся на заочной (с применением ДОТ) форме обучения, разрешается выбрать тему в соответствии с производственной необходимостью.

Рассматривая ВКР различной тематики, с точки зрения особенностей методологии ее выполнения, можно выделить несколько основных направлений проектирования:

1. проекты, связанные с модернизацией существующих моделей технологического оборудования пищевых производств, с подробной разработкой конструкций отдельных сборочных единиц и наиболее сложных деталей, направленные на повышение эффективности работы оборудования;

2. проекты, направленные на создание новых по принципу действия машин и аппаратов, применительно к малым предприятиям, основанные на использовании достижений науки и техники;

3. проекты, связанные с механизацией разгрузочно-погрузочных, вспомогательных, транспортных операций, с разработкой отдельных механизмов для цехов малых предприятий;

4. проекты, связанные с созданием экспериментального оборудования малой мощности, установок и стендов для исследования различных пищевых продуктов;

5. проекты, направленные на создание оборудования малой производительности для переработки продуктов сельского хозяйства и животноводства на малых предприятиях.

В случае выполнения ВКР комплекса технологического оборудования, либо компоновки поточной механизированной или автоматизированной линии для малого предприятия практикуется комплексное выполнение выпускной работы несколькими студентами.

4. СОСТАВ И ОБЪЕМ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Объем выпускной квалификационной работы составляет 70-90 листов машинописного текста, на бумаге формата А 4 (210x297 мм) и графической части, состоящей из 5-6 листов чертежей формата А1 (594x841 мм).

Структурными элементами ВКР, каждая из которых составляет неотъемлемую часть работы, являются:

- расчетно-пояснительная записка;
- графическая часть.

Расчетно-пояснительная записка

Включает в себя следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- задание по выполнению ВКР;
- содержание;
- введение;
- литературный анализ и патентный поиск по разрабатываемому или модернизируемому объекту (машине, аппарату) и техническое обоснование темы выпускной квалификационной работы;
- технологические приемы и характеристика вырабатываемого продукта;
- основная часть;
- автоматизация разрабатываемого (модернизируемого) объекта;
- мероприятия по охране труда и техноферной безопасности объекта разработки;
- расчет экономической эффективности разработки или модернизации (машины, аппарата)
- заключение (выводы);
- список использованных источников;
- приложения.

Приложения в указанный объем пояснительной записки не включаются.

В зависимости от темы ВКР содержание разделов может незначительно меняться.

Если ВКР содержит исследовательскую часть, то некоторые разделы работы по решению кафедры могут быть опущены.

При этом исследовательская часть ВКР должна включать в себя:

- цели и задачи (основы теории рассматриваемого вопроса);
- описание экспериментальной установки;
- методику проведения эксперимента;
- результаты опытов и их обработку;
- обобщение, рекомендации, выводы

Объем исследовательской части может составлять 50-60% объема пояснительной записки.

Графическая часть

Объем и содержание графического материала определяет руководитель задания на ВКР. Это могут быть:

1. машинно-аппаратурная схема производства пищевого продукта;
2. общий вид разрабатываемого или модернизируемого оборудования;
3. основные узлы и детали данного оборудования;
4. кинематическая схема разрабатываемого или модернизируемого оборудования;
5. таблица основных технико-экономических показателей разработки или модернизации (машины, аппарата).

Закрепление за студентом темы ВКР по представлению кафедры оформляется приказом декана технологического факультета перенаправлением студента на предквалификационную практику.

По завершению практики тема ВКР при необходимости может быть изменена, уточнена или скорректирована по представлению кафедры.

4.1. Изложение разделов расчетно-пояснительной записки

Как указано ранее, пояснительная записка (далее ПЗ) должна содержать 70-90 страниц компьютерного текста формата А4, набранного 14 шрифтом интервалом 1,5. Первыми страницами ПЗ являются Титульный лист, Задание и Содержание которые подшиваются в общий том. При необходимости допускается представлять иллюстрационный материал или таблицы на листах формата А3.

Все последующие страницы ПЗ должны быть оформлены в рамки с штампом.

Титульный лист, Задание и Содержание учитываются в общей нумерации, без номера страницы. Страницы нумеруются арабскими цифрами (сквозная нумерация по всему тексту).

Приложения содержат дополнительный материал к описательной части.

Перечисленные выше разделы расчетно-пояснительной записки должны в кратком виде, но с необходимой полнотой, содержать следующую информацию.

• Титульный лист

Титульный лист - стандартный имеет название «Пояснительная записка выпускной квалификационной работы бакалавра». Типографский бланк титульного листа выдается кафедрой одновременно с заданием.

Оформленный титульный лист должен иметь требуемые записи и подписи, согласно своей форме (рис. 1). Наличие подписи заведующего кафедрой или назначенного им лица свидетельствует о допуске ВКР к защите.

• Задание

Типографский бланк задания (рис. 2.1, 2.2, 2.3) выдает руководитель.

Задание содержит основные сведения о ВКР. В нем указывают исходные данные, основные разделы ПЗ, перечень и названия графической части, графики выполнения

• Содержание

Заголовок «СОДЕРЖАНИЕ» пишется заглавными буквами посередине строки. Содержание включает в себя наименование всех разделов, подразделов, приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти структурные элементы работы. Примером оформления может быть «Содержание» данного учебно-методического пособия.

При оформлении остальных разделов ПЗ, графического и табличного материала необходимо руководствоваться ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» или ГОСТ 2.105-95 ЕСКД «Общие требования к текстовым документам».

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА

Фамилия

Кафедра

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ**

Выполнил студент группы

(Фамилия, имя, отчество)

(подпись)

Руководитель ВКР

(Фамилия, имя, отчество)

(подпись)

Консультанты по:

1)

(Фамилия, имя, отчество)

(подпись)

2)

(Фамилия, имя, отчество)

(подпись)

3)

4)

5)

6)

7)

Принят в печать _____

Заведующий кафедрой _____

(Фамилия, имя, отчество)

(подпись)

Рецензент

(Фамилия, имя, отчество)

(подпись)

Бишкек 2011 г.

Рис.1 Форма титульного листа

И.РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ
КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИ
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им.И.РАЗЗАКОВА

_____ минбэры (кафедрасы)
кафедра _____

«БЕКНТЕМ»
«УТВЕРЖДАЮ»

Минбарын (кафедранын) башчысы
Зам.кафедрой _____

« _____ » _____ 201 _____ г.

тобууну студенти _____

Будуруучу квалификациялык иш _____

(Иш. № _____)

ТАПШЫРМА

ЗАДАНИЕ

индивидуальную квалификационную работу студенту группы _____

(ИФМББББ, ИИИ, ОИИИИИИ)

1. Долбоордун нуктасы:

Тема проекта: _____

« _____ » _____ № _____ факультеттин буйругу менен бекитилген
свержена приказом по факультету № _____ от « _____ » _____ г.

2. Студенттин долбоорду тапшыруу мөөнөтү: _____

Срок сдачи студентом законченного проекта _____

3. Долбоорго карата алгачкы маалымат: _____

Исходные данные к проекту: _____

Айрым бөлүктөрү боюнча кеңеш берүүлөр
(жетекчисинен тышкары)
Консультации по отдельным разделам
(помимо руководителя)

| Катар № № п. п | Бөлүктөрү (атагычы) Раздел (наименование) | Кеңеш берүүчүлөрдүн аты, ата-теги Ф.И.О. консультанта |
|-------------------------|--|--|
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| 6. | | |
| 7. | | |
| 8. | | |
| 9. | | |
| 10. | | |

Ганшырма берген күнү _____

Таптырма берген күнү _____

Жетекчи _____

Руководитель _____

Аты, ата-теги, окумуштуу даражасы
наамы, кол белгиси

Ф.И.О., ученая степень, звание _____ подпись _____

Ганшырманы алган күнү _____

Задание принята к исполнению (дата) _____

студенттин колу _____

(воинис студента)

Эскертүү: Бул ганшырма бүткөн долбоорго тиркелет жана долбоор менен бирге мамлекеттик ымтыканга көрсөтүлөт.

Примечание: Это задание прилагается к законченному проекту и вместе с работой представляется на ГАК.

Рис. 2.2. Форма бланк-задания (4 стр.)

• **Введение**

Введение должно содержать обоснование необходимости и актуальности ВКР, научной новизны и практической значимости. При этом необходимо показать место и роль решаемых задач в ряду проблем, состоящих перед экономикой республики, пищевой промышленностью, производством, а также должны быть указаны цель, задачи и объект ВКР, теоретическая методологическая основа и практическая база написания работы.

• **Литературный анализ и патентный поиск по разрабатываемому или модернизируемому объекту (машине, аппарату) и технические обоснование темы выпускной квалификационной работы**

Этот раздел представляет собой анализ истории вопроса и его состояние на сегодняшний день. В нем дается краткий и критический обзор работ наиболее близких по своему характеру содержанию к результатам данной работы. Патентный поиск позволяет выявить новизну и оригинальность разрабатываемой темы. Глубина поиска 10-15 лет.

При выполнении исследовательского выпускного проекта дается краткий литературный обзор опубликованных материалов по разрабатываемому вопросу, анализ существующих теоретических разработок с доказательствами необходимости исследований. Проводятся также патентные исследования.

По тексту приводятся схемы (графики фотографии) устройств наиболее близких по конструкции или параметрам, производится их анализ с выявлением достоинств и недостатков.

Все иллюстрации по тексту обозначаются общим словом «Рис.», которые должны быть пронумерованы. Пояснительную надпись (Рис.3.1, Рис.3.2) к рисунку располагают в середине строки без точки.

В конце этой части излагаются: общий вывод, подтверждающий целесообразность разработки машины или аппарата по теме работы, а также приводится техническое обоснование необходимости разработки преимуществ нового решения по сравнению с уже существующими.

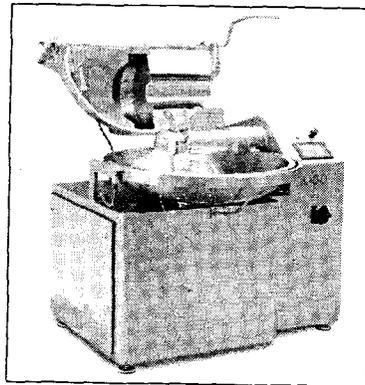


Рис. 3.1 Пример оформления надписей к фотографиям пояснительной записки

Технико-экономические показатели проекта

Таблица 2

| Показатели | Ед. изм. | Величина показателя |
|-----------------------------|----------|---------------------|
| Годовая производительность | тонн | 415,0 |
| Стоимость линии | тыс. сом | 2644,8 |
| Стоимость разработки машины | тыс. сом | 63,0 |
| Выручка от реализации | тыс. сом | 275,6 |
| Полная себестоимость | тыс. сом | 196,4 |
| Балансовая прибыль | тыс. сом | 79,2 |
| Ц/С (12%) | тыс. сом | 33,07 |
| Налог с продаж (2%) | тыс. сом | 5,51 |
| Налог на прибыль (10%) | тыс. сом | 4,06 |
| Чистая прибыль | тыс. сом | 36,56 |
| Точка безубыточности | тонн | 113 |
| Срок окупаемости | лет | 2 |
| Рентабельность продукции | % | 19,0 |

Рис. 4.2 Пример оформления надписей к таблицам пояснительной записки

Далее приводится общее описание машины или аппарата, принципа работы, подробно излагаются вопросы, касающиеся внешнего вида объекта разработки, основных сборочных единиц, особенностей или сути проводимой модернизации.

В случае разработки поточной линии для малого производства приводится ее компоновка в виде машинно-аппаратурной схемы (МАС) с подборкой оборудования. Указываются виды основного оборудования, параметры, его работа, приводятся сведения о системе контроля и автоматизации линии.

В графической части выпускной работы выполняется чертёж, на котором схематически изображаются машины и аппараты, связанные технологической цепочкой последовательности обработки сырья, полуфабрикатов, с указанием основных технологических трубопроводов и транспортных устройств.

• **Технологические приемы и характеристика вырабатываемого продукта**

В данном разделе приводится описание сырья, материалов, готовой продукции, требования к ней, упаковка и маркировка готового продукта. Составляется рецептура изготавливаемого продукта. Описывается технология, на основании которой разрабатывается технологическая схема производства продукта. Приводятся ее органолептические, физико-химические и другие показатели.

• Основная часть

Основная (рабочая) часть проекта в каждом конкретном случае имеет конкретные наименования, в соответствии с конкретной темой, например: «Исследование ...», «Проектирование ...», «Анализ ...», «Оптимизация ...», «Организация...», «Разработка...», «Расчет...» и т.п. Этот и другие разделы могут содержать текст, формулы, таблицы, рисунки, графики, диаграммы, которые должны иметь нумерацию и поясняющие подписи.

➤ Технологический расчёт

Под технологическим расчетом проектируемого оборудования понимается совокупность расчетов, связанных непосредственно с особенностями и рабочими параметрами технологического процесса.

Основной целью технологического расчета является определение исходных значений величин, необходимых при выполнении конструкторской проработки проектируемого оборудования, а также для проведения последующих специальных расчетов его отдельных элементов. Важнейшей характеристикой технологического оборудования является его производительность.

Она является исходной для расчета всех остальных необходимых параметров проектируемого объекта. Производительностью определяются размеры самого объекта, так и отдельных его частей, рабочих объемов накопительных или активных емкостей, габариты и форма, а также режимы работы рабочих органов. Кроме того, от величины производительности зависят кинематические и силовые характеристики приводных механизмов, а также величины потребляемой мощности привода.

Единой методики определения мощности привода не существует ввиду большого разнообразия их типов, а также технологических процессов и операций, предназначенных для переработки продуктов, различных по своим физико-механическим свойствам.

В основе всех методик расчета мощности N (в Вт) привода машин лежит положение исходящее из самого понятия мощности: при равномерном движении потребная мощность N для осуществления равной работы совершенной в единицу времени и рассчитываемая в общем случае произведение силы и скорости.

$$N = \frac{A}{t} = \frac{P \cdot S}{t} = P \cdot V, \text{ Вт}$$

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

Далее, по найденной расчетной мощности подбирается электродвигатель для чего должны быть известны также условия эксплуатации (диаграмма нагрузки, температура и влажность окружающей среды, требуемая мощность, частота вращения вала). В соответствии с этими данными, выбирается из каталогу ближайший большой по мощности электродвигатель.

В приводах машин обычно используются трехфазные электродвигатели переменного тока: синхронные и асинхронные.

➤ Теплотехнические расчеты

В случае проектирования аппаратов проводятся **теплотехнические расчеты**. Различают два вида расчетов аппаратов: конструктивные и энергетические. **Конструктивный расчет** производится тогда, когда известны параметры теплоносителей на входе и выходе из него и их расход (производительность аппарата). В этом случае выбирается конструкция аппарата, затем определяется общая поверхность теплообмена, конструктивные особенности поверхности теплообмена и основных элементов, а затем рассчитываются на прочность основные детали аппарата.

Энергетические расчеты выполняются для определения возможности использования готовых аппаратов для заданного процесса. Подбирается также необходимое комплектующее оборудование (насосы, вентиляторы, диффузоры и т.д.).

Сложные расчеты рекомендуется выполнять с использованием ПЭВМ и программ, имеющихся в компьютерном классе кафедры. Программы, блок-схемы, расчетные таблицы, графики, затрудняющие чтение текстовой части проекта, приводятся в приложениях к пояснительной записке. Блок-схема составленной программы отдельных расчетов может приводиться на отдельных листах графической части ВКР.

В приложениях даются протоколы исследований, таблицы, графики, блок-схемы программ расчета на ПЭВМ по обработке экспериментальных данных и др.

➤ Кинематический расчет

В кинематическом расчете определяют кинематические (частота вращения или угловая скорость) и силовые (мощность и вращающий момент) параметры на валах привода.

Основные кинематические параметры рабочих органов необходимо знать для того, чтобы получить единицу продукции (или единицы промежуточного продукта) в строго определенный отрезок времени – рабочий цикл, который является величиной, обратной производительности. Поэтому, обрабатывая продукт (непрерывно и периодически) рабочие органы должны иметь заданный ритм движения, перемещаясь с необходимой скоростью или частотой вращения. Установив рабочий цикл конструкции, можно найти нужный ритм работы ее отдельных рабочих органов, а при известных конструктивных параметрах последних вычислить их необходимые скорости.

Кинематическая схема представляет собой чертеж, на котором в соответствии с ГОСТ 2.770-68 (СТ СЭВ 2519-80) с помощью условных графических обозначений приводится изображение всех элементов привода, начиная от электродвигателя до рабочих органов, их соединение и взаимное положение, направленное на осуществление, управление, регулирование и контроль заданных законов движения.

При проектировании оборудования автоматического действия кинематическая схема должна быть увязана с циклограммой его работы.

Циклограмма дает наглядное представление о согласованной работе отдельных механизмов, приводящих в движение рабочие органы при выполнении технологических операций. Кинематические схемы и циклограммы входят в состав графической части ВКР. Производят подбор электродвигателя редуктора и расчет передаточных механизмов.

➤ Расчет гидро- и пневмоприводов

Если таковые имеются в выполняемой ВКР, производятся с изложением теоретических основ, с учетом местных и других сопротивлений. Работе предшествует разработка принципиальной схемы, включающей аппарат управления и регулирования. Схема должна быть приведена в пояснительной записке.

➤ Разработка и расчет специального узла разрабатываемого (модернизируемого) объекта

Отдельные виды расчетов, условно относимых к специальным, расчетного характера, теплотехнические, гидравлические и др.), выполняемые при проектировании, могут быть и определяющими, основными (в этом смысле они особенно тесно связаны с технологическими расчетами, могут даже входить в их состав), и выполнять вспомогательную, проверочную роль. Естественно, зависит от конкретного задания на проектирование. Такого рода расчеты, ввиду их значимости, могут быть выделены в пояснительной записке отдельный раздел.

➤ Расчеты на прочность

В расчетах на прочность подробно излагаются выполненные проектные прочностные расчеты разрабатываемых основных узлов, элементов и деталей машины или аппарата.

Расчет следует начинать с выбора конструкционных материалов проектируемых машин и аппаратов в зависимости от рабочих условий (температура, давление, среда).

При выборе конструкционных материалов должны обязательно учитываться коррозионные процессы, протекающие в оборудовании, имеющие целый ряд особенностей. После анализа условий эксплуатации в справочниках и производственным данным осуществляется выбор соответствующих конструкционных материалов, даётся их краткая характеристика и приводятся необходимые мероприятия по защите от коррозии с обоснованием прибавок на коррозию. В пищевом производстве в качестве конструкционных материалов широко используются как углеродистые легированные стали, так и большая номенклатура неметаллических материалов.

Проводится выбор прокладочных и набивочных материалов с указанием их стойкости в соответствующих средах и в рабочих условиях проектируемого оборудования со ссылками на нормативные документы.

➤ Конструирование оборудования

При конструировании приводятся подробные обоснования и расчеты конструкции оборудования, принятого к разработке.

Расчеты иллюстрируются схемами и эскизами всех рассчитываемых узлов. Ссылки на графическую часть работы могут носить лишь общий характер. Конкретные схемы и эскизы рассчитываемых узлов и деталей приводятся в форматах размером 203x288 и включаются в записку.

При наличии нормализованных методик прочностных расчетов основных узлов или деталей машин и аппаратов, расчеты следует производить по действующим методикам.

Детали и узлы, воспринимающие нагрузки (обечайки, крышки, днища, корпусы аппаратов высокого давления и их крышки, трубные решётки, сварные соединения труб и частей аппаратов, опорные балки, лапы, опорные диски, лопасти мешалок, валы, оси, штоки, цилиндры, подшипники и т. п.) подлежат расчёту на прочность, жёсткость и виброустойчивость. Рассчитываются также приводы машин (барabanов, насосов, мешалок и др.) и определяется необходимая мощность на валу приводов. Нормализованные методы рассчитывают не следует, их принимают по справочным данным.

При конструировании обязательно использование официально утвержденных нормализованных, стандартизованных узлов, деталей машин и аппаратов пищевой промышленности. В отдельных случаях, при создании элементов выпускником особо оригинальных конструкций допускается их использование в проекте по согласованию с руководителем.

Расчёты рекомендуется выполнять на ЭВМ с использованием как стандартных, так и оригинальных программ. Блок-схемы используемых программ, полученные графические и табличные материалы приводятся в пояснительной записке.

➤ Научно-исследовательская часть

В случае выполнения студентом научно-исследовательской части ВКР, в пояснительной записке подробно излагаются задачи, поставленные автором при выполнении теоретических или экспериментальных исследований, обосновывается необходимость проведения этой части работы. Следует отметить оригинальность предложенного исследования и отличие его от других исследований подобного характера (например, в смежных отраслях).

В первом приближении общее построение настоящего раздела может быть выполнено в следующем порядке:

- постановка задачи, ее обоснование, предложенные методы решения;
- основные теоретические предпосылки. Здесь подробно рассматриваются вопросы теории, относящиеся к изучаемой теме, излагаются существующие концепции, физические представления, аналитические подходы, инженерные методы расчета;
- техника и методика экспериментального исследования. В этой части работы описываются установки, используемые для проведения экспериментов (включая схемы, эскизы, рисунки, фотографии), излагаются методики проведения экспериментов, задаваемые и получаемые параметры.
- экспериментальные исследования и его результаты. Это - центральная часть научно-исследовательской работы. В ней приводится последовательность проведенных экспериментов, полученные результаты и их анализ.

В итоге работы следует привести обобщения и выводы, а также математической обработки результатов.

- В случае необходимости приводится аналитическое описание исследуемых процессов в виде эмпирических формул, их коэффициентов и показателей степеней.

- **Автоматизация разрабатываемого (модернизируемого) объекта**

Прежде чем приступить к разработке или выбору схемы автоматического управления механизмами машины, студент должен детально рассмотреть содержание машинного технологического процесса. Автоматически могут быть выполнены следующие операции управления: пуск, остановка машины, включение одной или нескольких машин в установленной последовательности, отключение работающей машины при нарушении режима работы, автоматическое регулирование параметров процесса (t, C, P, ϕ), проходимость аппаратов (например: выпарка, сушка, ректификация). Студент должен привести данные, характеризующие принципы автоматизации изучаемого процесса, применяемую аппаратуру и используемые схемы.

Основными схемами являются:

- функциональная схема автоматизации процесса, работы линии, машины, аппарата;
- принципиальная электрическая схема регулирования, управления, блокировки, защиты и сигнализации;
- принципиальная пневматическая схема.

Если в проекте преобладает автоматизированный электропривод, то электрические исполнительные механизмы, а контроль технологических параметров сведен к минимуму, то основное внимание уделяется принципиальной электрической схеме.

Если же существенное значение для нормальной работы машины, аппарата или процесса, разрабатываемого в ВКР, имеет контроль и автоматическое регулирование, а управление электрическими исполнителями механизмов осуществляется по типовым схемам, то детально прорабатывается функциональная схема автоматизации.

Функциональная схема автоматизации, определяющая принятый принцип построения систем автоматического контроля и управления объектом, а также уровень автоматизации, является основным чертежом, который входит в состав пояснительной записки.

В основе функциональной схемы автоматизации лежит технологическая схема производственного процесса, аппарата, на которую в условных обозначениях по ГОСТ наносятся приборы и аппаратура автоматического регулирования, управления, контроля и сигнализации с основными функциональными связями между ними.

- **Мероприятия по охране труда и техносферной безопасности объекта разработки;**

В данном разделе выполняется анализ опасности технологического процесса производства продукта, разрабатываются мероприятия по улучшению условий и безопасности труда. Освещаются вопросы техники безопасности

машинной санитарии, противопожарной безопасности, выбора безопасного оборудования и средств защиты обслуживающего персонала (вопросы техники безопасности должны находить своё отражение во введении, разделах пояснительной записки и графического материала при проектировании отдельных агрегатов, машин).

В этом разделе должны быть особо освещены следующие вопросы: выявление опасных и вредных свойств применяемых веществ (продуктов) с учетом мероприятий, обеспечивающих безопасность их производства; особенности устройства помещений, водопровода для пожарных целей, средств пожаротушения, вентиляции, электрооборудования; определение категории помещений и оборудования;

основные мероприятия по организации безопасности разрабатываемого технологического процесса производства, противопожарные мероприятия по защите от статического электричества, выбора взрывозащищенного оборудования;

мероприятия, уменьшающие вредное воздействие на человека; обеспечение герметичности оборудования и трубопроводов;

обеспечение средствами индивидуальной защиты и местной защиты рабочих мест машин и аппаратов;

наличие планов ликвидации и локализации аварийных ситуаций; оценка уровня безопасности опасного производственного объекта;

меры безопасности при пуске оборудования установки.

Осуществляется оценка и мониторинг воздействия текущей деятельности на техносферную безопасность. Прогнозируется воздействие возможных аварийных ситуаций и их последствий на окружающую среду и человека.

Осуществляются природоохранные мероприятия по снижению загрязнения окружающей среды, защиты атмосферы, гидросферы и почвенного покрова от выбросов.

Осуществляются природоохранные мероприятия по снижению загрязнения окружающей среды, защиты атмосферы, гидросферы и почвенного покрова от выбросов.

Осуществляются природоохранные мероприятия по снижению загрязнения окружающей среды, защиты атмосферы, гидросферы и почвенного покрова от выбросов.

Осуществляются природоохранные мероприятия по снижению загрязнения окружающей среды, защиты атмосферы, гидросферы и почвенного покрова от выбросов.

- **Расчет экономической эффективности разработки или модернизации (машины, аппарата)**

В этом разделе излагаются расчёты основных технико-экономических показателей, определяющих эффективность от разработки или модернизации объекта.

Не обязательно, чтобы все вопросы, связанные с экономикой и организацией производства, были полностью помещены в этом разделе. Часть материала может быть изложена во введении или других разделах расчетно-пояснительной записки. Например, экономическое обоснование выбора какой-либо конструкции аппарата или машины может быть помещено вместе с описанием этой машины, а экономическое обоснование технологической схемы производства объединено с её описанием; экономика и организация ремонта - в разделе ремонта и т. п.

Особое внимание необходимо уделить оценке эффективности инвестиционного проекта. При этом рассчитываются объемы первоначальных

инвестиций, приводится расчёт прибыли и критериев эффективности инвестиций. Излагаются вопросы организации производства в целом, рассчитывается численность производственного и вспомогательного персонала, фонд оплаты труда, выполняется калькуляция себестоимости, приводятся расчёты и сравнительные данные по величине капитальных затрат, расходу амортизационных фондов, определяются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые расходы, общезаводские расходы и т.д.

Приводятся расчёты ожидаемого условного экономического эффекта от внедрения разработанных и предлагаемых автором выпускной работы к внедрению технических решений.

Следует учитывать, что экономический эффект от внедрения новой модернизацию существующей машины оценивают методом сравнения базовым образцом машины. Расчет экономической эффективности производится в соответствии с методическими указаниями консультирующей кафедры «Экономика и бизнес» КГТУ.

• Заключение

В заключении расчетно-пояснительной записки отмечаются основные результаты работы, выделяются главные особенности спроектированного изделия или объекта, дается оценка технико-экономической эффективности выполненной разработки.

• Список использованных источников

Список использованных источников включает основную и дополнительную литературу, использованную при работе над выпускной работой. Сведения о каждом документе в списке использованных источников оформляют в виде библиографического описания в соответствии с ГОСТ 2003.

Список литературы составляют в порядке ее упоминания в тексте и в алфавитном порядке при сквозной нумерации, который должен включать не менее 20-25 наименований, включая интернет-источники.

• Приложения

В приложениях к пояснительной записке ВКР могут приводить материалы, дополняющие основные разделы проекта – таблицы, протоколы исследований, иллюстрации вспомогательного характера, программы расчетов на ПЭВМ и результаты работы программ и т. д. Решение о вынесении того или иного материала в «Приложение» принимается самим студентом. Обязательная часть приложения - спецификации на проектируемое оборудование.

4.2 Указания по выполнению графической части ВКР

По заданию руководителя, как отмечалось выше, ВКР вычерчивают

1. Машинно-аппаратурная схема производства пищевого продукта.
2. Общий вид разрабатываемого или модернизируемого оборудования.
3. Кинематическая схема разрабатываемого или модернизируемого оборудования.
4. Основные узлы и детали данного оборудования.

5. Таблица основных технико-экономических показателей разработки модернизации (машины, аппарата).

Графическая часть ВКР должна оформляться в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Студент должен хорошо ознакомиться с требованиями стандартов, которые положения которых содержатся в данных методических указаниях.

Графические материалы ВКР содержат следующие чертежи, выполненные карандашом от руки или с помощью компьютера (графических программ «АКАД», «КОМПАС», установленных в ПЭВМ) и распечатанных на стандартные листы плоттером:

• комплекты конструкторских документов на разрабатываемые аппараты; графические материалы к технологической части проекта (технологические, принципиальные или структурные схемы установки или её узлов).

• графическую схему алгоритма рабочей программы по расчёту на ПЭВМ.

• графические материалы (диаграммы, таблицы, графики, формулы и т.п.), полученные в результате исследовательских работ;

• шпикаты с экономическими показателями работы установки, блока проектируемого оборудования.

► Виды изделий и конструкторских документов

Выпускникам с академической степенью - бакалавр на производстве приходится проектировать простое и сложное оборудование. ГОСТ 2.101 - 68 устанавливает виды изделий всех отраслей промышленности.

Под изделием понимают любую продукцию, изготавливаемую по конструкторской документации.

При проектировании используют следующие виды изделий:

- детали;
- сборочные единицы;
- комплексы;
- комплекты.

Различают также покупные (в том числе стандартные) изделия, к которым относят изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а приобретаемые им в готовом виде.

Простым изделием считают такое, которое состоит не более чем из 20+30 деталей. На такое изделие вычерчивается сборочный чертёж и рабочие чертежи деталей по указанию руководителя.

Спецификация этого сборочного чертежа будет состоять только из одних деталей.

Изделие, которое состоит из большого количества деталей, нужно считать сложным и при составлении спецификации разбивать на комплексы, комплекты, сборочные единицы и детали.

На такое изделие должны быть даны следующие чертежи: чертёж общего вида, чертежи сборочных единиц и (при необходимости) габаритный или

монтажный чертёж. Спецификация этого чертежа будет состоять из сборочных единиц, а также деталей, непосредственно входящих в изделие (т.е. входящих ни в одну из сборочных единиц).

При проектировании применяют следующие основные конструкторские документы (более подробно см. ГОСТ 2.102 - 68):

➤ *Машинно-аппаратурная схема* (код МАС) – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений аппаратное технологическое оборудование и связи между ними. (Пример см. приложение 1.)

➤ *Чертеж общего вида* (код ВО) должен содержать изображения изделия с видами, разрезами, сечениями, текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия и взаимодействия его основных частей и принципа работы. (Пример см. приложение 2.)

Главный вид машины, аппарата, сборочной единицы или детали вычерчивается обязательно в рабочем положении.

➤ *Кинематическая схема* (код КЗ) – документ, на котором показаны в виде условных обозначений последовательность передачи движения от двигателя через передаточный механизм к рабочим органам машины и взаимосвязь.

На кинематических схемах изображают только те элементы машинного механизма, которые принимают участие в передаче движения (зубчатые колеса, ходовые винты, валы, шкивы, муфты и др.) без соблюдения размеров и пропорций. (Пример см. приложение 4.)

➤ *Сборочный чертёж* (код СБ) – документ, содержащий изображения сборочной единицы и другие данные, по которым можно судить о расположении и взаимной связи составных частей, а также о возможности осуществления её сборки, изготовления и контроля. (Пример см. приложение 5.)

➤ *Чертеж детали* – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля. (Пример см. приложение 7.)

➤ *Спецификация* – документ, определяющий состав сборочной единицы или комплекса. (Пример см. приложения 3,6)

➤ *Пояснительная записка* (код ПЗ) – документ, содержащий описание разрабатываемых аппаратов, а также обоснования принятых технических и технико-экономических решений, сопровождаемые необходимыми расчётами.

К основным конструкторским документам относятся: для деталей – чертёж детали; для сборочной единицы или комплекса – спецификация. Основным документам код не присваивается.

Документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные (техническое предложение, эскизный проект, технический проект) и рабочие (рабочая документация на деталь, сборочную единицу), с присвоением им соответствующей литеры.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Текст пояснительной записки оформляется с соблюдением следующих размеров полей: левое — 30 мм (20 мм), верхнее — 20 мм (15 мм), правое — 10 мм (10 мм), нижний колонтитул - 20 мм. На каждом листе должна быть очерчена рамка, отстоящая от левого края на расстоянии 20 мм; справа, сверху и снизу — 5 мм. При этом каждый лист текстовой работы должен быть оформлен согласно требованиям ГОСТ 2.106-96.

Разрешается использовать компьютерные возможности, акцентирование внимания на определенных терминах, формулах, теоремах применяя шрифты разной фурнитуры. Качество напечатанного текста пояснительной записки и качество иллюстраций, таблиц, распечаток с ПЭВМ должно удовлетворять требованиям их четкого воспроизведения. Опечатки, опiski и графические ошибки, обнаруженные в процессе подготовки выпускной квалификационной работы, допускается исправлять закрашиванием белой краской и нанесением исправленного текста тушью или машинописным способом.

Наименования учреждений, организаций, фирм, названия изделий и фамилии автора собственные по тексту приводятся на языке оригинала.

К основным правилам можно также отнести следующее:

- Наименование структурных элементов выпускной работы: «Введение», «Введение», «Литературный обзор и патентный поиск по выбранному или модернизируемому объекту...», «Основная часть», «Заключение», «Список использованных источников» являются заголовками структурных элементов работы.

- Пояснительная записка ВКР включает наименования всех разделов, подразделов и пунктов с указанием номеров страниц, на которых размещается материал, разделов. Каждый раздел и подраздел должен содержать определенную информацию, а наименование разделов в совокупности — отражать тему проекта, подразделов - раскрывать соответствующий раздел.

- Наименования разделов и подразделов должны четко и кратко отражать содержание. Их следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точек в конце, не подчеркивая. Если наименование состоит из двух слов, их разделяют точкой.

- Страницы пояснительной записки необходимо нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Титульный лист и содержание включаются в общую нумерацию страниц, однако номера страниц на них не проставляются.

- Иллюстрации и таблицы, представленные на отдельных листах, включаются в нумерацию страниц пояснительной записки ВКР. Иллюстрации, таблицы на листе формата А3 учитываются, как одну страницу.

- Разделы пояснительной записки должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, обозначенные арабскими цифрами без

точки с абзацными отступами. Подразделы — иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Подразделы могут включать два и более подраздела.

Пример

1. **Нормативные ссылки**

- 1.1. }
- 1.2. } Нумерация подразделов первого раздела документа
- 1.3. }

2. **Кинематические расчеты**

- 2.1. }
- 2.2. } Нумерация подразделов второго раздела документа
- 2.3. }

Каждый раздел ВКР необходимо начинать с нового листа (страницы). Подразделы внутри одного раздела разделяются между собой отступом в две строки от текста.

• Иллюстрации (чертежи, карты, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) располагаются в пояснительной записке работы непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

Иллюстрации могут быть выполнены в компьютерном исполнении (в цвете и цветном). На все иллюстрации даются ссылки в пояснительной записке работы. Иллюстрации по тексту нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. Чертежи, графики и т.д., размещенные в работе должны быть выполнены в соответствии с требованиями Государственных стандартов.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах разделов. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например: рис. 1.1. При необходимости могут иметь подрисуночный текст. Например: рис. 1.1. **Общий вид модели**. При ссылках на иллюстрации следует писать «в соответствии с рис. 2» сквозной нумерации текста.

• Таблицы используются для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы помещается над таблицей с абзацным отступом на следующей строке после слов «Таблица 1». Она располагается непосредственно после текста, в котором упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть даны ссылки в тексте пояснительной записки ВКР.

В случае переноса таблицы на другую страницу (с большим количеством строк) слово «Таблица!» и ее номер один раз указывают справа под первой частью таблицы, под другими частями пишется слово «Продолжение» и указывается номер таблицы. Например: «Продолжение табл. 1.».

Таблицы с большим количеством граф целесообразно выносить в приложения. Таблицы за исключением таблиц приложений, нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. В случае необходимой нумерации таблиц в пределах раздела, номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. При оформлении таблицы применяется размер шрифта меньшего, чем в тексте.

• Формулы и уравнения выделяются из текста в отдельную строку. Над и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул даются в скобках.

Пример: в формуле (1). Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Например: (4.1.).

Изменение значений символов и числовых коэффициентов приводится в пояснительной записке непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Первая строка объяснения начинается со слова «где».

Например

$$V = S/t, \quad \text{м/с}, \quad (1)$$

где V — скорость, м/с;
 S — путь, м;
 t — время в секундах.

Все расчеты выполняются в соответствии с международной системой единиц (СИ) ГОСТ 8.417-81.

• Ссылки на использованные источники допускается приводить по мере необходимости в тексте пояснительной записки ВКР и нумеровать арабскими цифрами без точки, печатать с абзацного отступа и выделять двумя косыми чертами «//». Список использованных источников приводится в конце пояснительной записки, до приложений.

• Приложения — это вспомогательные материалы. Ими могут быть проекторские документы (спецификации, схемы, чертежи и др.), протоколы испытаний. Приложения оформляются как продолжение пояснительной записки на последующих ее листах и располагаются в порядке появления в тексте. Например: «Приложение 1.» приложение должно иметь номер. В пояснительной записке должны быть ссылки на соответствующие приложения. Например: «П 1.1.». Если ВКР имеет одно приложение, то указывается его не обозначать. Приложения должны иметь общую с остальной частью работы сквозную нумерацию страниц.

В целях сокращения объема записки следует широко использовать таблицы результатов расчета, графики и диаграммы, сопровождая их краткими пояснениями. Детальные расчеты по всем разделам работы следует выносить в приложения к проекту (ниже см. структуру пояснительной записки). Это позволяет в основной части пояснительной записки уделить внимание рассмотрению наиболее важных принципиальных вопросов работы.

Рекомендуется составлять пояснительную записку одновременно с разработкой соответствующих тем и разделов проекта. Все изложение в пояснительной записке следует вести от третьего лица (надо писать «выбираю» и т.д., а не «выбираю», «принимаю» и т.п.).

На каждом листе пояснительной записки должна быть вычерчена сплошной основной линией на расстоянии 5 мм сверху, справа и снизу слева, основная надпись для текстовых документов (первый или последний лист) - форме 2 (Рис. 4), а для последующих листов - форме 2а (Рис. 5).

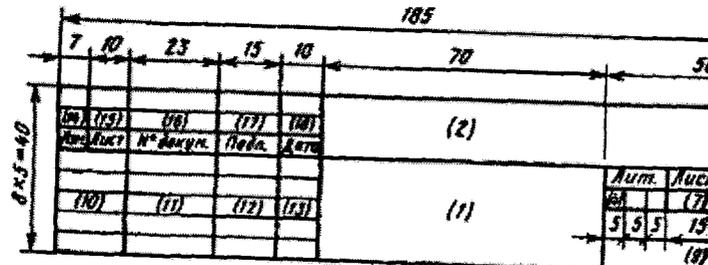


Рис. 4 Форма 2 основной надписи.

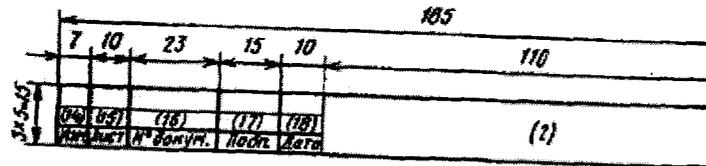


Рис. 5 Форма 2а основной надписи.

Графика основной надписи (номера граф на формах показаны в скобках)

1 - наименование темы выпускной квалификационной работы;

2 - обозначение документа;

3 - автору (исходя из того, что курсовые проекты и выпускные работы выполняются на стадии технических проектов), присвоенную данной ВКР;

4 - порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, не заполняют);

5 - общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);

6 - наименование ВУЗа, факультета, номер группы (номер, КТ, У, ТФ, гр. ПИ-1-12);

7 - выполняется с некоторыми отступлениями от ГОСТ, обусловленными особенностями, а именно, следующим образом сверху вниз: студент, группа, конструктор, нормоконтроль, зав. кафедрой;

8 - фамилия и инициалы подписывающих документ (без инициалов);

9 - инициалы и фамилии лиц, фамилии которых указаны в графе 11 (при сдаче документов и выполнении обязательств);

10 - дата подписания листов (например, 01.06.15.);

11 - графы таблицы изменений, которые заполняют в соответствии с требованиями (при выполнении учебных проектов не заполняют).

12 - обозначение (индексация) чертежей и документов ВКР

13 - обозначение изделия является одновременно обозначением его конструкторского документа. Обозначение не основного конструкторского документа состоит из обозначения изделия и кода документа. В конструкторские документы обозначают по установленной системе, имеющей следующие поля, например:

700 00 00 000 В0

1 - наименование основной отрасли промышленности, для которой производится оборудование согласно табл.3;

2 - марка оборудования (для нового оборудования может быть первая буква фамилии автора);

3 - производительность оборудования;

Индексы пищевой промышленности

| Отрасль пищевой промышленности | Первая буква индекса (маркировка изделия) |
|---|---|
| Разное пищевое оборудование | А |
| Бродильно-спиртовая, дрожжевая, пивоваренная, винодельческая и безалкогольная | В |
| Комбикормовая | Д |
| Маргариновая | Ж |
| Мукомольно-крупяная | Б |
| Рыбная | И |
| Консервная, пищеконцентратная и витаминная | К |
| Макаронная | Л |
| Маслобойная | М |
| Молочная | О |
| Сахарная и крахмало-паточная | П |
| Жестяно-баночное производство | С |
| Элеваторная | У |
| Мясная | Ф |
| Чайная и табачная | Ч |
| Хлебопекарная | Х |
| Кондитерская | Ш |
| Экстракционная и парфюмерная | Э |
| Электрооборудования и приборы разные не входящие в машины, агрегаты | Е |

Графическую часть ВКР желательно выполнять тушью или на фламастерами) на листах стандартного размера (594x841). Допускается выполнение чертежей в карандаше при четком и ярком изображении деталей.

Все схемы, как на листах, так и в пояснительной записке следует выполнять с соблюдением установленных ГОСТами условных графических изображений. Схемы должны быть выполнены четко, с минимальным пересечением линий и равномерным заполнением листа. Схемы, диаграммы, графики должны снабжаться необходимыми поясняющими подписями. В необходимых случаях на схемах должны указываться типы аппаратов и оборудования. На конструктивных чертежах должны быть указаны необходимые размеры и масштаб чертежа.

Выбор форматов для выполнения графической части ВКР

При выполнении графических материалов проекта следует применять форматы установленные ГОСТ 2.301 - 68.

Размеры основных форматов

Таблица 4

| A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| 841x1189 | 594x841 | 420x594 | 297x420 | 210x297 |

Форматы листов определяются размерами внешней рамки, которая обводится тонкой линией (необходимо учитывать, что размеры всех листов, поступающих в продажу, больше стандартных значений форматов).

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением сторон основных форматов на величину, кратную их размерам (например, 594x1261 мм, 594x1682 мм, 594x2102 мм) согласно табл.4.

Графическая часть проекта выполняется, как правило, на листах формата А1, общее количество которых должно быть 5-6. Для выполнения чертежей более мелких изделий (деталей и отдельных сборочных единиц), формат А1 можно использовать с уменьшением размеров сторон на величину, кратную их размерам.

Чертеж каждой детали или сборочной единицы выполняется на отдельном листе, снабженном внутренней рамкой и основной надписью.

Основная надпись и ее содержание

Основную надпись (штамп) располагается в правом нижнем углу чертежа или другого технического документа.

Для всех видов чертежей (деталей, сборочных, общих видов) и схем устанавливается форма основной надписи по ГОСТ 2.104 - 68., расположение и размеры граф. основных надписей на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1 (Рис. 4). На листах формата А4 основные надписи устанавливаются только вдоль короткой стороны листа. Для форматов больше А4 основная надпись может располагаться как

вдоль длинной так и вдоль короткой стороны листа (преимущественно вдоль длинной стороны листа).

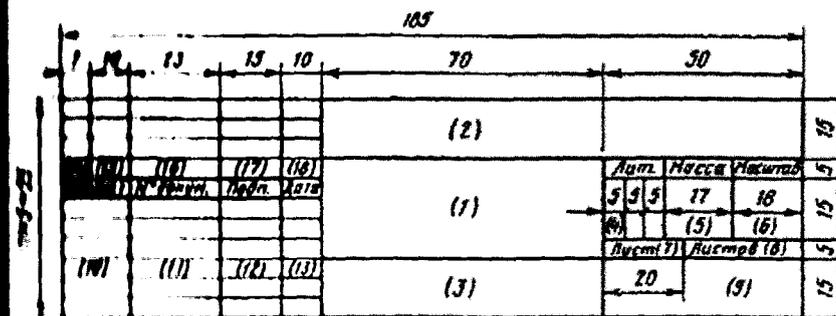


Рис. 4. Форма 1 основной надписи. Расположения и размеры граф.

В графах основной надписи (номера граф на формах показаны в скобках) указываются:

1 - наименование изделия (детали, сборочной единицы, комплекса, общего), а также наименование документа. Наименование записывается именительным падежом единственного числа. На первом месте помещается существительное;

2 - обозначение документа (чертежа детали, сборочной единицы, общего, комплекса, схемы, спецификации) в соответствии со спецификацией регистрации документов;

3 - обозначение материала детали (только на чертежах деталей), его обозначения и номер стандарта (ГОСТ, ОСТ, ТУ);

4 - литеру (исходя из того, что курсовые и выпускные работы выполняются на стадии технических проектов), присвоенную данному проекту (ВКР);

5 - массу изделия в килограммах без указания единицы измерения (в учебных проектах графу можно не заполнять);

6 - масштаб по ГОСТ 2.302-68 (1:1, 1:2, 2:1 и т.д.; при выполнении документов на печатающих и графических устройствах вывода ИТД допускается применять произвольный масштаб, указывая при этом БМ, что означает «без масштаба»);

7 - порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графа не заполняется);

8 - общее количество листов документа (графа заполняется только на первом листе);

9 - сокращённые сведения о наименовании ВУЗа, факультета, номер группы (например, КГТУ, ТФ, гр.ПИ-1-12);

10 - заполняется с некоторыми отступлениями от ГОСТ, обусловленными спецификой, а именно, следующим образом сверху вниз: студент, руководитель, консультант, нормоконтроль, зав. кафедрой;

11 - фамилии лиц, подписывающих документ (без инициалов);

12 - подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11 (при выполнении проекта подписи

лиц являются обязательными);

13 - дата подписания листов (например, 01.06.15.);

14-18 - графы таблицы изменений, которые заполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503-73 (при выполнении учебных проектов не заполняют).

Все сборочные чертежи, общий вид разрабатываемого объекта модернизации должны сопровождаться спецификацией как основным конструкторским документом, определяющим состав сборочной единицы, комплекса, комплекта. В спецификации содержится подробное перечисление узлов и деталей какого-либо изделия, конструкции, устройства и т.п., входящих в состав сборочного или рабочего чертежа. Состав спецификаций и их форма должны регламентироваться ГОСТ 2.018-68 СТ 2516-80 на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект на листе формата А4 по общепринятым формам рис.7.

Рис. 7. Формы спецификаций а) начало, б) продолжение

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА И МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ

В ВКР персональный компьютер (ПК) используется для выполнения расчетов, набора текстов и изготовления графического материала.

Рекомендуется использование ПК, если это обусловлено темой ВКР, создания ее разделов или фрагментов в форме оригинальных компьютерных программ и мультимедийных продуктах на соответствующих электронных носителях: фильм, движущиеся изображения, звук, диалоговый режим и др. В этом случае в составе выпускной квалификационной работы должны быть соответствующее описание и к пояснительной записке прикладываются соответствующие электронные носители, а на защите проекта осуществляется демонстрация и пояснение программ и мультимедийных разделов, фрагментов и продуктов.

7. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НА ЗАЩИТУ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа представляется на выпускающей кафедре «Пищевая инженерия» для прохождения процедуры предзащиты заблаговременно, не позднее, чем за 10 дней до начала ГАК.

Процедура предзащиты выпускной работы проводится на открытом заседании кафедры с участием студентов и обязательным присутствием руководителя, в случае необходимости, консультантов.

Предзащита оформляется протоколом заседания кафедры.

Протокол заседания кафедры представляется на утверждение декану.

Как уже отмечалось выше, выпускная квалификационная работа представляется выпускающей кафедрой к защите, направляется на рецензирование.

Состав рецензентов утверждается заведующим кафедрой «Пищевая инженерия» из числа специалистов производства и научных организаций. В качестве рецензента могут также привлекаться профессор, доцент. Рецензенты должны иметь базовое высшее образование, а также ученую или академическую степень, ученое звание, соответствующие профессии защищаемого ВКР.

Рецензент представляет письменную рецензию на эту работу, где должны быть отражены актуальность, новизна и практическая значимость темы, соответствие темы профилю подготовки бакалавра, присуждения академической степени, самостоятельность, наличие выводов и рекомендации по решению проблемы.

В рецензии дается аргументированное заключение с указанием оценки работы в балльно-рейтинговой системе и возможности присуждения соответствующей академической степени бакалавра.

Выпускная квалификационная работа, допущенная руководителем к защите, но оцененная рецензентом ниже 61 балла - на защите объявляется «неудовлетворительно», защищается на общих основаниях.

Защита работы по желанию студента проводится на государственном или русском языке. Студент может по рекомендации кафедры представить дополнительно краткое содержание выпускной квалификационной работы на одном из иностранных языков, которое оглашается на защите и может использоваться в вопросах на этом языке.

Защита ВКР может осуществляться с использованием электронных ресурсов и видеомультимедийных презентаций на базе современных информационных средств и достижений в области информационно-коммуникационных технологий.

ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Порядок защиты ВКР регламентируется «Правилами проведения выпускной защиты успеваемости, промежуточной и итоговой государственной экзаменационной работы студентов и ВУЗов», утвержденным Министерством образования и науки Кыргызской Республики.

Защита ВКР проводится на открытом заседании Государственной экзаменационной комиссии с участием не менее половины ее членов. Финальная защита осуществляется студентом лично и очно.

Защита проводится в установленные дни работы ГАК по утвержденному расписанию и списку.

Защита осуществляется в публичной форме с присутствием студентов, преподавателей выпускающей кафедры. На защиту могут быть приглашены профессор, руководитель, представители организаций, другие заинтересованные лица.

В процессе защиты студент вправе использовать любые уместные технические возможности (экспериментальные установки, модели, плакаты, дополнительный материал).

Продолжительность защиты ВКР как правило, не должна превышать 20 минут на одного студента (в т.ч. 7-10 мин. доклад студента).

На обсуждении ВКР могут принимать участие все присутствующие в ГАК. Вопросы или выступления. После обсуждения секретарь ГАК подготавливает отзыв руководителя и рецензию. При наличии замечаний в отзыве на рецензии студент должен дать аргументированное пояснение по сути.

По результатам защиты выпускной квалификационной работы осуществляется оценка по балльно-рейтинговой системе: 61-73 баллов (удовл.), 74-86 баллов (хорошо), 87-100 баллов (отлично). При этом учитывается уровень теоретической, научной и практической подготовки, отзыв-оценка преподавателя и оценка рецензента.

Решение ГАК по оценке выполненной работы, для присвоения академической степени бакалавра направления, принимаются членами ГАК на открытом заседании, после обсуждения открытым голосованием.

Результаты защиты объявляются в тот же день после оформления протоколом ГАК.

9. ПРИМЕР РАСЧЕТА

В данном разделе методических указаний приводится порядок и метод основных расчетов. Для удобства студентов-выпускников сохранена нумерация разделов, подразделов и пунктов в соответствии с содержанием ВКР.

Расчеты выполняются в следующей последовательности:

9.1. Технологический расчёт куттера

Целевым назначением технологического расчета является: определение основных размеров и конфигураций рабочих механизмов, скорости и закона перемещения в зависимости от заданной производительности, а также расчеты мощности машины в целом.

Производительность куттера Q , определяется

$$Q = \frac{60}{t} \cdot \alpha \cdot V \cdot \rho, \quad \text{кг/ч}$$

где α – коэффициент загрузки чаши по основному сырью, $\alpha=0,4 \dots 0,8$, условно принимаем $\alpha=0,7$;

V – ёмкость чаши, м^3 ;

ρ – плотность фарша, кг/м^3 , $\rho=1100 \text{ кг/м}^3$;

t – длительность цикла, мин

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad \text{, мин}$$

где t_1 – время загрузки, мин, $t_1=1$ мин;

t_2 – время перемешивания, мин, $t_2=2$ мин;

t_3 – время куттерования, мин, $t_3=10$ мин, но в связи с применением модернизированной ножевой головки время процесса можно сократить мин;

t_4 – время выгрузки, мин, $t_4=2$ мин,

$$t = 1 + 2 + 8 + 2 = 13, \quad \text{, мин}$$

По заданной производительности из формулы 3.1 определяется объем чаши

$$V = \frac{Q \cdot t}{60 \cdot \alpha \cdot \rho} = \frac{700 \cdot 13}{60 \cdot 0,7 \cdot 1100} = 0,125, \quad \text{, м}^3$$

Производительность без учёта предложенной модернизации

$$t' = 1 + 2 + 10 + 2 = 15, \quad \text{, мин}$$

$$Q' = 60 \cdot 0,7 \cdot 0,125 \cdot 1100 / 15 = 616, \quad \text{кг/ч.}$$

Таким образом, выигрыш в выходе продукта ΔQ , кг/ч составит

$$\Delta Q = Q - Q' = 700 - 616 = 84, \quad \text{, кг/ч.}$$

За восьмичасовую смену $\Delta Q_{см}$, кг

$$\Delta Q_{см} = \Delta Q \cdot 8 = 84 \cdot 8 = 672, \quad \text{, кг}$$

Для оценки компактности конструкции машины определим удельную площадь $F_{уд}$, $\text{м}^2/(\text{кг/ч})$ и удельный объем $V_{уд}$, $\text{м}^3/(\text{кг/ч})$, занимаемые аппаратом [15]

$$F_{уд} = \frac{L \cdot (B + b)}{Q} = \frac{3,8 \cdot (3,05 + 1,2)}{711} = 0,023, \quad \text{, м}^2/(\text{кг/ч})$$

$$V_{уд} = F_{уд} \cdot H = 0,023 \cdot 4 = 0,092, \quad \text{, м}^3/(\text{кг/ч})$$

где L – длина машины, м, $L=3,8$ м;

H – ширина ч. $H=3,05$ м,

b – ширина прохода, необходимых для обслуживания машины, м, $b=1,2$ м;

H – высота машины с учётом ремонтных работ, м, $H=4$ м,

с учётом введения удельных показателей для первоначальной конструкции куттера

$$F_{уд} = \frac{3,8 \cdot (3,05 + 1,2)}{616} = 0,025, \quad \text{, м}^2/(\text{кг/ч});$$

$$V_{уд} = 0,025 \cdot 4 = 0,1, \quad \text{, м}^3/(\text{кг/ч}).$$

Таким образом, видно, что при внедрении предложенной модернизации, удельная площадь куттера повышается на 20 %, а удельные показатели площади и объёма, занимаемые машиной, снижаются на 8 %.

Суммарная мощность электродвигателей куттера, кВт, определяется формулой

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6, \quad \text{, кВт} \quad (3.7)$$

N_1 – мощность, затрачиваемая на процесс куттерования, кВт, $N_1=48$ кВт

N_2 – мощность, затрачиваемая на вращение чаши, кВт, $N_2=4,2$ кВт;

N_3 – мощность, затрачиваемая на загрузку исходного сырья, кВт,

$N_3=1,5$ кВт

N_4 – мощность, затрачиваемая на выгрузку готового фарша, кВт,

$N_4=1,5$ кВт

N_5 – мощность, затрачиваемая на создание вакуума в аппарате, кВт,

$N_5=1,5$ кВт

N_6 – мощность двигателя гидростанции, кВт, $N_6=2,2$ кВт,

$$N = 48 + 4,2 + 1,5 + 0,75 + 7,5 + 2,2 = 64,2, \quad \text{, кВт.}$$

КПД куттера будет определяться

$$\eta_k = \frac{N_k}{N}, \quad (3.8)$$

N_k – мощность, затрачиваемая непосредственно на куттерование, кВт,

$N_k=45$ кВт

$$\eta_k = \frac{45}{64,2} = 0,7.$$

Определим удельный расход энергии, $(\text{кВт} \cdot \text{ч})/\text{кг}$

$$C_{уд} = \frac{N}{Q} = \frac{64,2}{770} = 0,08, \quad \text{, (кВт} \cdot \text{ч)/кг} \quad (3.9)$$

Определим КПД и удельный расход энергии для исходной модели куттера, сравним эти значения со значениями модернизированной конструкции. Для исходной модели мощность куттерования без поправки k_m

$$N_0 = 1,52 \cdot 0,069 \cdot 0,7 \cdot 6 \cdot 75,9 = 34,78, \quad \text{, кВт.}$$

КПД не модернизированного куттера

$$\eta_0 = \frac{34,78}{64,2} = 0,54.$$

Удельный расход энергии не модернизированного куттера

$$\varepsilon_{\text{до}} = \frac{64,2}{616} = 0,104 \quad , (\text{кВт}\cdot\text{ч})/\text{кг}.$$

Определим разницу между полученными значениями

$$\Delta\eta = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} \cdot 100\% = \frac{0,7 - 0,54}{0,54} \cdot 100\% = 29,6\%$$

$$\Delta\varepsilon_{\text{до}} = \frac{\varepsilon_{\text{до}} - \varepsilon_{\text{до0}}}{\varepsilon_{\text{до0}}} \cdot 100\% = \frac{0,104 - 0,08}{0,104} \cdot 100\% = 23,07\%$$

Из расчётов получилось, что при внедрении модернизации КПД куттера повысится почти на 30 %, а удельный расход энергии понизится более, чем на 20%.

9.2 Расчёты деталей на прочность и жёсткость

Целью прочностных расчетов является расчет деталей на прочность, определение их размеров, обеспечивающих при минимальном расходе материалов, прочность, надежность и долговечность.

Расчёт ножа

Нож является основным рабочим органом в куттере, и при этом в процессе работы он подвергается модернизации, поэтому требует обязательного проверочного расчёта.

Прочность и эксплуатационные свойства режущих инструментов определяются конструктивными геометрическими параметрами, оптимальными параметрами режима, применением износостойких материалов, разнообразными приёмами технологической обработки.

Режущая способность лезвия определяется не только углом его заточки, но и остротой лезвия ($\rho = 2 \cdot r$).

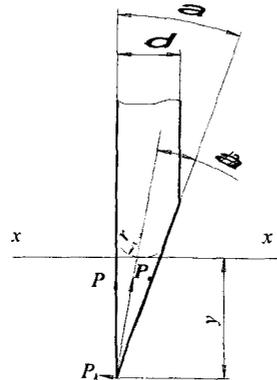


Рис.8 К расчёту ножа

При внедрении лезвия в слой материала, на его режущей кромке в местах возникновения усилий, которые вызывают разрушение и износ ножа, связан с тем, что режущая способность лезвия падает. Быстрое изнашивание

материала приводит к резкому возрастанию энергоёмкости процесса и, следовательно, к потере продукта, снижению качества продукта.

Сила резания раскладывается на составляющие: нормальную силу P_n , направленную по биссектрисе угла заточки, и касательную силу P_k , направленную перпендикулярно нормальной. Нормальная сила, Н

$$P_n = P \cdot \cos\left(\gamma + \frac{\alpha}{2}\right), \quad \text{Н} \quad (3.12)$$

P — сопротивление разрыву мышечной ткани, Н, $P=1500$ Н;

γ — угол заточки ножа, $\gamma = 0^\circ$;

α — угол заточки, $\alpha = 14^\circ$;

$$P_n = 1500 \cdot \cos\left(0 + \frac{14}{2}\right) = 1488 \text{ Н}.$$

Изгибающая сила, Н

$$P_k = P \cdot \sin\left(\gamma + \frac{\alpha}{2}\right) = 1500 \cdot \sin\left(0 + \frac{14}{2}\right) = 182,8 \quad \text{Н} \quad (3.13)$$

Под действием тангенциальной силы P_k лезвие изгибается. Величина изгибающего момента M_n в сечении x-x, на расстоянии y от вершины у абсолютно упругого материала [1]

$$M_n = P_k \cdot y, \quad \text{Н}\cdot\text{м} \quad (3.14)$$

$$\text{При этом } y = \frac{P_k}{\rho \cdot g} = \frac{182,8}{450 \cdot 10^6 \cdot \text{tg}^2 \frac{14}{2}} = 4,04 \cdot 10^{-5} \text{ м}. \quad (3.15)$$

ρ — допустимое напряжение на изгиб материала ножа, МПа, $[\sigma_{\text{из}}] = 450$ МПа

$$\text{Изгибающий момент } M_n = 182,8 \cdot 4,04 \cdot 10^{-5} = 0,0074 \quad \text{Н}\cdot\text{м}.$$

Напряжение на изгиб в сечении x-x

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{M_n}{W}, \quad \text{МПа}. \quad (3.16)$$

W — момент сопротивления лезвия, м^3 ,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad \text{м}^3 \quad (3.17)$$

b — ширина лезвия, $b = 0,305$ м (определяется графически);

h — толщина лезвия в сечении x-x,

$$h = \rho \cdot \alpha \cdot y = \text{tg} 14^\circ \cdot 4,04 \cdot 10^{-5} = 1,007 \cdot 10^{-5} \quad \text{м}. \quad (3.18)$$

Момент сопротивления

$$W = \frac{0,305 \cdot (1,007 \cdot 10^{-5})^2}{6} = 5,08 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3.$$

Напряжение на изгиб

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{0,0074}{5,08 \cdot 10^{-12}} = 145 \cdot 10^6 \text{ МПа}.$$

Полученное значение меньше допустимого, следовательно условие прочности на изгиб выполняется.

Наибольший радиус закругления лезвия

$$r = y \cdot \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{1 - \sin \frac{\alpha}{2}}, \quad \text{м}$$

$$r = 4,04 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\sin \frac{14}{2}}{1 - \sin \frac{14}{2}} = 5,6 \cdot 10^{-6} \quad \text{м}$$

Острота лезвия

$$\rho = \frac{3 \cdot P_k \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right)}{[\sigma_u]} = \frac{3 \cdot 182,8 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{14}{2}}\right)}{450 \cdot 10^6} = 1,12 \cdot 10^{-5} \quad \text{м} \quad (3)$$

Получено значение остроты лезвия при данном угле заточки обеспечивающее максимальную стойкость к излому при обеспечении максимальной режущей способности при заданных условиях.

Максимальное напряжение, возникающее на кромке посадочного профиля на вал σ_{\max} , МПа

$$\sigma_{\max} = \frac{(3 + \mu) \cdot \rho \cdot \omega \cdot R^2 \cdot \left[1 + \frac{1 - \mu}{3 + \mu} \cdot \frac{r_0^2}{R^2}\right]}{4}, \quad \text{Па}$$

где r_0 – радиус центрального отверстия ножа, м, $r_0 = 0,036$ м;

μ – коэффициент Пуассона, $\mu = 0,3$;

ω – угловая скорость ножа, рад/с, $\omega = 476,8$ рад/с;

R – максимальный радиус ножа, м, $R = 0,296$ м;

ρ – плотность материала корпуса, кг/м³, $\rho = 7250$ кг/м³,

$$\sigma_{\max} = \frac{(3 + 0,3) \cdot 7250 \cdot 476,8 \cdot 0,296^2 \cdot \left[1 + \frac{1 - 0,3}{3 + 0,3} \cdot \frac{0,036^2}{0,296^2}\right]}{4} = 0,25 \cdot 10^6 \quad \text{Па}$$

Значение напряжения получилось мало и опасности для нормальной работы не представляет.

• Расчёт ножевой головки

Ножевая головка является наиболее нагруженным узлом машины поэтому проведём расчёт усилий возникающих в ней [8].

Центробежная сила от вращения ножей, Н

$$F_{ц.о} = m_n \cdot \omega^2 \cdot R = 1,2 \cdot 476,8^2 \cdot 0,296 = 80750 \quad \text{Н}$$

где m_n – масса ножа, кг, $m_{н.л} = 1,2$ кг;

R – радиус ножей, м, $R = 0,296$ м;

ω – угловая скорость ножа, рад/с, $\omega = 476,8$ рад/с,

Сила затяжки крепёжных элементов, Н

$$F_{зат} = \frac{T_{зат}}{0,5 \cdot d_2 \cdot \left[\frac{D}{d_2} \cdot f + \text{tg}(\psi + \varphi)\right]}, \quad \text{Н}$$

1. Момент затягивания гайки, Н·м, $T_{зат} = 300$ Н·м;

2. Угол подъёма резьбы, град, принимаем $\psi = 3^\circ$;

3. Средний диаметр резьбы, м,

$$d = 0,6495 \cdot t = 6 - 0,6495 \cdot 0,8 = 5,48 \quad \text{мм} \quad (3.24)$$

4. Наружный диаметр резьбы, мм, $d = 6$ мм;

5. Шаг резьбы, мм, $t = 0,8$ мм,

6. Средний диаметр резьбы для гайки

$$D_{ср} = \frac{D_1 + D_{отв}}{2} = \frac{6 + 5,08}{2} = 5,54 \quad \text{мм} \quad (3.25)$$

7. Диаметр отверстия гайки, $D_{отв} = 5,08$ мм;

8. Внутренний диаметр гайки, $D_1 = d$,

9. Коэффициент трения между поверхностями гайки и шайбы,

10. 11. Принимаем $f = 0,18$;

12. Угол трения в резьбе

$$\varphi = \arctg f_{сп} = \arctg 0,207 = 11,69 \quad (3.26)$$

13. Приведённый коэффициент трения,

$$f_{сп} = f \cdot 1,15, \quad (3.63)$$

14. 15. 16. 17. 18. 19. 20.

21. 22. 23. 24.

$$0,5 \cdot 0,00548 \cdot \left[\frac{300}{0,00548} \cdot 0,18 + \text{tg}(3 + 11,7) \right] = 248998 \quad \text{Н}$$

25. Сила трения для двух поверхностей ножа

$$F_{сп} = 2 \cdot F_{зат} \cdot f = 2 \cdot 249 \cdot 0,1 = 49,8 \quad \text{кН} \quad (3.27)$$

где f – коэффициент трения, для отполированной поверхности ножа $f = 0,1$;

26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

Проведём проверочный расчёт винтов на срез, для этого найдём действующую на винты, она будет представлять собой сумму сил трения и центробежной силой

$$F_{ср} = F_{ц.о} - F_{сп} = 80,7 - 49,8 = 30,9 \quad \text{кН} \quad (3.28)$$

Напряжения на срез винтов и шпонок, МПа

$$\tau_{ср} = \frac{F_{ср}}{2 \cdot S_{ср}} \leq [\tau_{ср}], \quad \text{МПа} \quad (3.29)$$

10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

$$S_{cp} = S_n + S_{ш}, \quad \text{м}^2$$

где $S_{ш}$ — площадь сечения шпонки, м^2 , $S_{ш} = 0,00079 \text{ м}^2$ (определено графически)
 S_n — площадь сечения винта, м^2 ,

$$S_n = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,006^2}{4} = 2,8 \cdot 10^{-5} \quad \text{м}^2$$

$$S_{cp} = 2,8 \cdot 10^{-5} + 7,9 \cdot 10^{-4} = 8,18 \cdot 10^{-4} \quad \text{м}^2$$

Напряжение

$$\tau_{cp} = \frac{30900}{2 \cdot 8,18 \cdot 10^{-4}} = 19 \text{ МПа} < 240 \quad \text{МПа.}$$

Условие выполняется, следовательно узел на срез будет работать нормально.
 Проведём проверочный расчёт шпонок на смятие, напряжение смятия при этом, МПа

$$\sigma_{см} = \frac{F_6}{2 \cdot S_{см}} \leq [\sigma_{см}],$$

где $[\sigma_{см}]$ — допустимое напряжение смятия, $[\sigma_{см}] = 320 \text{ МПа}$;

$S_{см}$ — площадь смятия,

$$S_{см} = P_{ш} \cdot \delta = 0,13 \cdot 0,0027 = 0,000351 \quad \text{м}^2$$

где $P_{ш}$ — периметр шпонки, м, $P_{ш} = 0,13 \text{ м}$ (определён графически);

δ — толщина ножа, м, $\delta = 0,0027 \text{ м}$,

Напряжение смятия:

$$\sigma_{см} = \frac{30900}{2 \cdot 0,000351} = 44 \text{ МПа} < 320$$

Проверочный расчёт ножевого головки показал, что во время эксплуатации поломок в этом узле быть не должно.

9.3 Кинематический расчёт куттера

Кинематический расчёт проводится с целью определения окружных скоростей рабочих органов машины (исполнительных механизмов промежуточных передач (передаточных механизмов) и т.п.

• Расчёт привода ножевого вала

Привод ножевого вала состоит из электродвигателя АИР 225 М1002, мощностью $N_1 = 48 \text{ кВт}$ и клиноременной передачи включающей восемь ремней и шкивы диаметрами $d_1 = 200 \text{ мм}$ и $d_2 = 140 \text{ мм}$.

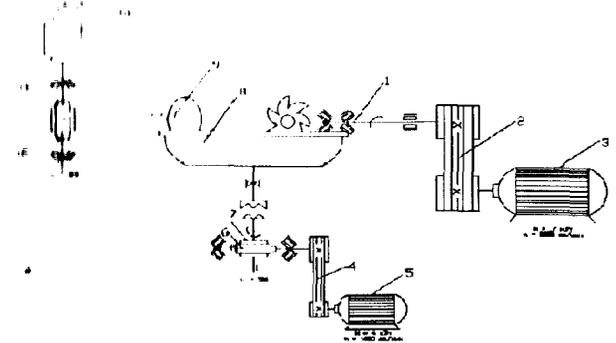


Рис. 10 Кинематическая схема куттера

Диаметр металлического шкива d_2 , мм, примерно должен быть равен

$$d_2 = (3 \dots 4) \cdot \sqrt[3]{T}, \quad (3.7)$$

T — крутящий момент ножевого вала, Н·мм,

$$T = \frac{P}{\omega_2}, \quad (3.8)$$

P — мощность на ножевом валу, кВт;

ω_2 — угловая частота вращения ножевого вала, рад/с

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30}, \quad \text{рад/с} \quad (3.9)$$

n_2 — частота вращения, мин^{-1} , $n_2 = (113 \dots 4553) \text{ мин}^{-1}$,

$$\omega_{2\text{min}} = \frac{3,14 \cdot 133}{30} = 13,92 \quad \text{рад/с};$$

$$\omega_{2\text{max}} = \frac{3,14 \cdot 4553}{30} = 476,54 \quad \text{рад/с.}$$

Мощность определяем по зависимости

$$P = a \cdot S \cdot \alpha \cdot z \cdot n_{2\text{max}} \cdot K_m, \quad (3.10)$$

a — коэффициент работы на разрезание слоя фарша одним ножом за один оборот, кДж/м^2 , $a = 1,52 \text{ кДж/м}^2$;

z — количество ножей, $z = 6$;

K_m — поправка на увеличение количества режущих поверхностей, $K_m = 1,3$;

S — площадь продукта в чаше, м^2 , $S = 0,069 \text{ м}^2$,

$n_{2\text{max}}$ — частота вращения, мин^{-1} , $n_{2\text{max}} = 45,22 \text{ кВт}$.

Тогда крутящий момент на валу

$$T_{\text{max}} = \frac{45220}{13,92} = 3248,56 \quad \text{Н·м};$$

$$T_{\text{min}} = \frac{45220}{476,54} = 94,89 \quad \text{Н·м.}$$

Диаметр шкива должен быть примерно равен

$$d_{2\max} = 3,5 \cdot \sqrt[3]{3248560} = 518,36 \text{ мм}$$

$$d_{2\min} = 3,5 \cdot \sqrt[3]{94890} = 45,61 \text{ мм}$$

Действительное значение диаметра шкива лежит в области значений, поэтому принимаем данный диаметр $d_2=140$ мм без изменений.

В данной конструкции куттера для уменьшения габаритов энергопотребления удалён двигатель, предназначенный для перемещения фарша, а вместо этого установлен частотный преобразователь, который позволяет двигателю ножевого вала вращаться с любой частотой. Для повышения надёжности электродвигателей отечественного производства выбираем двигатель с частотой вращения максимально приближен к частоте вращения ножевого вала. Выбираем АИР 225 М4/2 М1002 ГОСТ 74 $n_1=3000$ мин⁻¹, и мощностью $P_1=48$ кВт тогда передаточное отношение ремённой передачи

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{4553}{3000} = 1,51$$

Диаметр шкива на валу двигателя d_1 , мм

$$d_1 = i \cdot d_2 = 1,51 \cdot 140 = 210 \text{ мм}$$

Уточним диаметр с учётом скольжения ε

$$d_{1\text{действ}} = \frac{d_1}{(1-\varepsilon)} = \frac{210}{(1-0,01)} = 212 \text{ мм}$$

Для передач с регулируемым натяжением ремня $\varepsilon=0,01$

Принимаем $d_1=212$ мм вместо изначального диаметра 200 мм.

Проверим, достаточно ли мощности, кВт выбранного электродвигателя для проведения процесса

$$P_1 \geq P_2 \cdot \eta_{р.п.} \cdot \eta_{п.п.}^2$$

где P_2 – мощность на ножевом валу, $P_2=45,22$ кВт;

$\eta_{р.п.}$ – КПД ремённой передачи, $\eta_{р.п.}=0,96$;

$\eta_{п.п.}$ – КПД подшипниковой пары, $\eta_{п.п.}=0,99$,

$$48 \cdot 0,96 \cdot 0,99^2 = 45,6 \approx 45,22 \text{ кВт}$$

Данный двигатель удовлетворяет условию.

Межосевое расстояние назначаем исходя из конструкции куттера $a_w=700$ мм

Длина ремня L , м, при этом составит [16]

$$L = 2 \cdot a_w + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_1 - d_2)^2}{4 \cdot a_w} \text{ м}$$

где a – предварительное значение длины ремня, принимаема = 1400 мм,

$$L = 2 \cdot 0,7 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (0,212 + 0,14) + \frac{(0,212 - 0,14)^2}{4 \cdot 1,4} = 1,95 \text{ м}$$

Из стандартного ряда длин по ГОСТ 1284.1-89 выбираем ремень 2 м.

Уточняем межосевое расстояние, м

$$a_w = 0,25 \cdot [(L - \pi \cdot (d_1 + d_2)) + \sqrt{(L - \pi \cdot (d_1 + d_2))^2 - 2 \cdot (d_1 - d_2)^2}] \text{ (3.16)}$$

$$a_w = 0,25 \cdot [(2 - 0,5 \cdot \pi \cdot (0,212 + 0,14)) + \sqrt{(2 - 0,5 \cdot \pi \cdot (0,212 + 0,14))^2 - 2 \cdot (0,212 - 0,14)^2}] = 0,55 \text{ м} \text{ (3.17)}$$

$$\gamma = (d_1 - d_2)^2 / (2 \cdot a_w^2) = (0,212 - 0,14)^2 / (2 \cdot 0,55^2) = 0,0052 \text{ м}^2 \text{ (3.18)}$$

Межосевое расстояние при этом

$$a_w = 0,25 \cdot [(2 - 0,55) + \sqrt{(2 - 0,55)^2 - 2 \cdot 0,0052}] = 0,72 \text{ м}$$

Угол обхвата ремня, град

$$\alpha = 180 - 2 \cdot \arcsin \frac{d_1 - d_2}{2 \cdot a_w} = 180 - 2 \cdot \arcsin \frac{0,212 - 0,14}{0,72} = 168^\circ \text{ (3.19)}$$

Поскольку угол больше допустимого $[\alpha]=90^\circ$, следовательно необходимо работать по формуле

При монтаже передачи необходимо обеспечить возможность свободного вращения на $0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 2 = 0,02$ м, для обеспечения свободного вращения ремня на шкивы, и предусмотреть возможность увеличения межосевого расстояния на $0,025 \cdot L = 0,025 \cdot 2 = 0,05$ м, для натяжения ремней.

Число ремней, необходимых для передачи заданной мощности z , шт.

$$z = \frac{P \cdot C_p}{[P]} \text{ шт} \text{ (3.20)}$$

P – передаваемая мощность, кВт;

C_p – коэффициент режима работы, $C_p=1,2$ (для двухсменной работы).

$[P]$ – допустимое значение передаваемой мощности, приходящейся на один ремень, кВт

$$[P] = P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z \text{ кВт} \text{ (3.21)}$$

P_0 – допустимое значение передаваемой мощности, приходящейся на один ремень без учета поправочных коэффициентов, кВт, для данного ремня $P_0=9,4$ кВт

C_L – коэффициент, учитывающий длину ремня, для $L=2$ м, $C_L=0,82$;

C_α – коэффициент, учитывающий угол обхвата, при $\alpha=168^\circ$, $C_\alpha=0,99$;

C_z – коэффициент, учитывающий число ремней в приводе, $C_z=1$,

$$9,4 \cdot 0,82 \cdot 0,99 \cdot 1 = 7,67 \text{ кВт}$$

$$\text{Тогда число ремней } z = \frac{48 \cdot 1,2}{7,67} = 7,5$$

Принимаем число ремней $z=8$ шт.

Определим силы натяжения в ремне.

Предварительное натяжение ветвей, Н

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L + \theta \cdot v^2}{z \cdot v \cdot C_\alpha} \text{ Н} \text{ (3.22)}$$

θ – коэффициент, учитывающий центробежную силу, Н·с²/м², для ремня,

$$\theta = 0,018 \cdot v^2$$

v – линейная скорость ремня, м/с,

$$v = \frac{\pi \cdot n_1 \cdot d_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 3000 \cdot 0,212}{60} = 33,3 \text{ м/с} \text{ (3.23)}$$

Тогда сила

$$F_0 = \frac{850 \cdot 48 \cdot 1,2 \cdot 0,82}{8 \cdot 33,3 \cdot 0,99} + 0,18 \cdot 33,3^2 = 351,82$$

Сила, действующая на валы, Н

$$F_B = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 352 \cdot 8 \cdot \sin \frac{168^\circ}{2} = 700,14 \quad , \text{Н}$$

Рабочий ресурс ремней, ч

$$H_0 = N_{\text{оц}} \cdot \frac{L}{60 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot n_1} \cdot \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{\text{max}}} \right)^8 \cdot C_i \cdot C_H, \quad , \text{ч}$$

где $N_{\text{оц}}$ – количество циклов совершаемых ремнём, необходимое $N_{\text{оц}} = 1,5 \cdot 10^{12}$;

σ_{-1} – допустимое напряжение при симметричном цикле, МПа, $\sigma_{-1} = 7 \text{ МПа}$

σ_{max} – максимальное напряжение в сечении ремня, МПа;

C_H – коэффициент периодичности нагрузки, $C_H = 2$;

C_i – коэффициент, учитывающий влияние передаточного отношения

$$C_i = 1,5 \cdot \sqrt[3]{i} - 0,5 = 1,5 \cdot \sqrt[3]{1,51} - 0,5 = 1,22.$$

Максимальное напряжение в сечении ремня, МПа будет определяться в зависимости

$$\sigma_{\text{max}} = \sigma_1 + \sigma_u + \sigma_v, \quad , \text{МПа}$$

где σ_1 – напряжение от растяжения ремня, МПа

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{S}, \quad , \text{МПа}$$

где S – площадь сечения ремня, м^2 , $S = 81,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$;

F_1 – натяжение ведущей ветви, Н

$$F_1 = F_0 + 0,5 \cdot F_t, \quad , \text{Н}$$

где F_t – окружная сила, Н, в ремённой передаче

$$F_t = \frac{P_1}{v_1} = \frac{48000}{33,3} = 1441,4 \quad , \text{Н}$$

$$F_1 = 351,82 + 0,5 \cdot 1441,4 = 1072,52 \quad , \text{Н}$$

Напряжение при найденных значениях параметров

$$\sigma_1 = \frac{1072,52}{81,2 \cdot 10^{-6}} = 13,2$$

Напряжение от изгиба ремня, МПа

$$\sigma_u = \frac{E_u \cdot h}{d_1},$$

где E_u – модуль упругости, МПа, для резиноканевых тканей $E_u = 150 \text{ МПа}$
 h – высота ремня, м, $h = 0,015 \text{ м}$,

$$\sigma_u = \frac{150 \cdot 0,015}{0,212} = 10,6$$

Напряжение от центробежной силы, МПа

$$\sigma_v = \rho \cdot v^2 \cdot 10^{-6} = 1150 \cdot 33,3^2 \cdot 10^{-6} = 1,27 \quad , \text{МПа}$$

где ρ – плотность ремня, кг/м^3 , $\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$

Таким образом, максимальное напряжение

$$\sigma_{\text{max}} = 13,2 + 10,6 + 1,27 = 25,07 \quad , \text{МПа}$$

Ресурс ремня составит

$$H_0 = 1,5 \cdot 10^{12} \cdot \frac{2}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,212 \cdot 3000} \cdot \left(\frac{7}{25,07} \right)^8 \cdot 1,22 \cdot 2 = 2255,7 \quad \text{ч},$$

формульное значение ресурса $[H_0] = 2000 \text{ ч}$, что меньше полученного, значит только с таким и приводе данный тип ремней.

В том же приводе подвергается изменению только шкив на валу, диаметр которого увеличился диаметр.

Для цепи привода чаши

Привод чаши состоит из электродвигателя 4AM100 L4/2 УЗМ 1081ТУ 1,1 кВт и мощностью $N_1 = 4,2 \text{ кВт}$ и с частотой вращения $n_1 = 3000 \text{ мин}^{-1}$,

червячной передачи и червячного редуктора с передаточным отношением $i = 14$. Так как в конструкции привода чаши существенных изменений не

предвидим, то выполним проверочный расчёт привода.

Необходимая мощность вращения чаши, Вт

$$P_2 = F \cdot v_q, \quad , \text{Вт} \quad (3.33)$$

где F – сила инерции чаши, Н,

$$F = \frac{2 \cdot m \cdot v_q^2}{d_q}, \quad , \text{Н} \quad (3.33)$$

m – масса чаши с фаршем, кг,

$$m = m_q + \rho_{\text{ф}} \cdot V \cdot \alpha, \quad , \text{кг} \quad (3.34)$$

m_q – масса чаши, кг, $m_q = 223 \text{ кг}$;

$\rho_{\text{ф}}$ – плотность фарша, $\rho_{\text{ф}} = 1100 \text{ кг/м}^3$;

α – коэффициент загрузки чаши по основному сырью, $\alpha = 0,7$;

V – объём чаши, м^3 , $V = 0,125 \text{ м}^3$;

$m_q = 223 + 1100 \cdot 0,125 \cdot 0,7 = 377 \text{ кг}$,

v_q – линейная скорость вращения чаши, м/с

$$v_q = \frac{\pi \cdot n_q \cdot d_q}{60}, \quad v_q = \frac{3,14 \cdot 16,6 \cdot 1,362}{60} = 1,18 \quad \text{м/с} \quad (3.35)$$

n_q – частота вращения чаши, мин^{-1} , $n_q = 16,6 \text{ мин}^{-1}$;

d_q – диаметр чаши, м, $d_q = 1,362 \text{ м}$,

$$\text{Сила инерции} \quad F = \frac{2 \cdot 377 \cdot 1,18^2}{1,362} = 770 \quad , \text{Н}$$

$$\text{Необходимая мощность} \quad P_2 = 770 \cdot 1,18 = 908,6 \quad , \text{Вт}.$$

КПД привода:

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{р.н}} \cdot \eta_{\text{ч.р}} \cdot \eta_{\text{ш}} \cdot \eta_{\text{н.л}}^2 = 0,96 \cdot 0,8 \cdot 0,98 \cdot 0,99^2 = 0,74 \quad (3.36)$$

$\eta_{\text{р.н}}$ – КПД редукторной передачи, $\eta_{\text{р.н}} = 0,96$;

$\eta_{\text{ч.р}}$ – КПД червячного редуктора, $\eta_{\text{ч.р}} = 0,8$;

$\eta_{\text{ш}}$ – КПД шестни, $\eta_{\text{ш}} = 0,98$;

$\eta_{\text{н.л}}$ – КПД подшипниковой пары, $\eta_{\text{н.л}} = 0,99$;

P_1 – необходимая мощность двигателя, Вт

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_n} = \frac{908,6}{0,74} = 1228 \quad , \text{Вт}$$

Получившееся значение мощности получилось меньше мощности двигателя, поэтому оставляем его в приводе.

Проверим передаточное отношение привода

$$i_{\text{общ}} = i_{\text{р.п.}} \cdot i_{\text{ч.р.}}$$

где $i_{\text{р.п.}}$ — передаточное отношение ремённой передачи

$$i_{\text{р.п.}} = \frac{d_2}{d_1} \frac{200}{63} = 3,17,$$

где d_1, d_2 — диаметры шкивов, м, $d_1 = 63 \text{ мм}$, $d_2 = 200 \text{ мм}$

Передаточное отношение червячного редуктора $i_{\text{ч.р.}}$

$$i_{\text{ч.р.}} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{58}{1} = 58,$$

где z_1 — число заходов червяка, $z_1 = 1$;

z_2 — число зубьев зубчатого колеса, $z_2 = 58$,

Общее отношение

$$i_{\text{общ}} = 3,17 \cdot 58 = 183,86,$$

Необходимая частота вращения двигателя, мин^{-1}

$$n_{\text{дв}} = n_{\text{ч}} \cdot i_{\text{общ}} = 16,6 \cdot 183,86 = 3052 \text{ мин}^{-1},$$

Получившаяся разница между частотой вращения двигателя и необходимой частотой

$$\Delta = \frac{n_{\text{дв}} - n_{\text{дв}}^{\text{действ}}}{n_{\text{дв}}} \cdot 100 \%,$$

$$\Delta = \frac{3052 - 3000}{3000} \cdot 100\% = 1,7 \%,$$

Разница получилась меньше 5%, поэтому оставляем двигатель 4L4/2 УЗМ 1081ТУ 16-525.556-84.

Литература

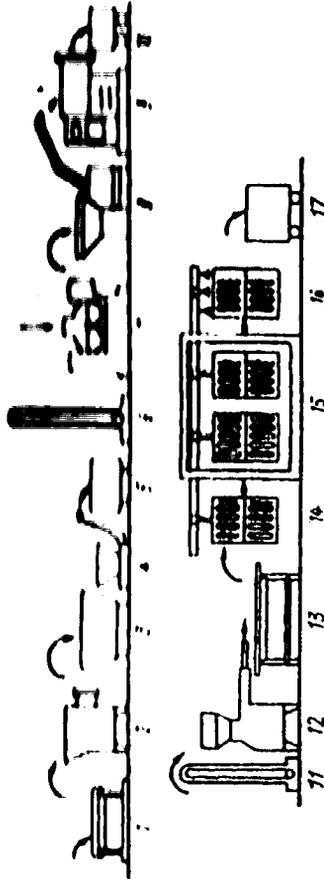
- Анурьев И.И. Справочник конструктора машиностроителя : в 3 т. / И.И. Анурьев. М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 920 с.; Т. 2. – 912 с.; Т. 3. – 884 с.
- Бутыковский И.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и макаронного производства. М.: Агропромиздат, 1999.
- Глушков И.И. и др. Машины и оборудование для переработки молока/ И.И. Глушков. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2006. 348 с.
- Глушков И.И., Горин В.М., Парфентьева А.И. Оборудование для переработки мяса. Каталог. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2005. 220 с.
- Дытнерский И.И. Процессы и аппараты химической технологии. Ч. 2. Масштабные процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1999. 168 с.
- Зайцев П.Р., Драгилев А.П., Федоренко Б.Н. Курсовое проектирование технологического оборудования пищевых производств Учебное пособие / П.Р. Зайцев. М.: ДеЛи принт 2004. 152 с.
- Зайцев И.И., Френкель М. Б., Лашутина Н. Г. Оборудование предприятий молочной промышленности. М.: Агропромиздат, 1985. 270 с.
- Зуев А.А. Технология машиностроения. – 2-е изд., испр. и доп. / А.А. Зуев. СПб.: Изд-во "Панъ", 2003. 496 с.
- Иванов М.И. Детали машин / М.И. Иванов, В.А. Финогенов. – М.: Высшая школа, 1994. 408 с.
- Иванов И.И. Патентные исследования при курсовом и дипломном проектировании в высших учебных заведениях / И.И. Кичкин, И.И. Савицкий. М.: Высшая школа, 1979. – 112 с.
- Ивановой Е.И. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. СПб.: ЗАО «ГИОРД», 2001. 430 с.
- Красновуский Ю. В., Панченко Ю. Б. Машины и оборудование для получения полножирной молочной продукции. М.: Росагропромиздат, 1990. 254 с.
- Кретов И.И., Остриков А.Н., Кравченко В.М. Технологическое оборудование предприятий пищевого концентратной промышленности. Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1996. 448 с.
- Курсовое проектирование технологического оборудования пищевых производств. О.Г. Луниц, В.Н. Вельтищев, Ю.М. Березовский и др. – М.: Агропромиздат 1990. 296 с.
- Личко И.М. Технология переработки продукции растениеводства. М.: Колос, 2000.
- Марианович Г.А. Технологическое оборудование кондитерских фабрик. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 448 с.
- Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Учеб. для вузов / С.Г. Анисимов, И.Т. Кретов, А.П. Остриков и др.: Под ред. акад. РАСХН И.А. Иванфилова. М.: Высш. шк., 2001.
- Николаев А.Д. Типовые технологические процессы изготовления аппаратов для химических производств. Атлас : учебное пособие для

- вузов/А.Д. Никифоров, В.А. Бельский, Ю.В. Поплавский. –
Машиностроение, 1979. – 86 с.
- 19 Оборудование для производства муки и крупы: Справочник / Сост. Де
А.Б., Борискин М.А., Веденьев В.Ф., Тамаров Е.В., Чернолихов А.С.
Изд-во «Профессия», 2000. 624 с.
 - 20 Основы расчета и конструирование машин и аппаратов перерабатыва
производства: Учеб. пособие для вузов/ Курочкин А.А., Зимняков В.М.
КолосС, 2006. 320 с.
 - 21 Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А.Г. Косиловой
Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 665 с.
 - 22 СТП ТГТУ 07–97. Стандарт предприятия. Проекты (работы) диплома
курсовые. Правила оформления. – Взамен СТП ТИХМ 03–93;
12.08.1997. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1997. – 40 с.
 - 23 Технологическое оборудование сахарных заводов: Учеб. для
Гребенюк С.М., Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н. и др. М.: КолосС, 2007. 52 с.
 - 24 Технологическое оборудование для переработки прод
растениводства: Учеб. пособие для вузов/ Байкин С.В., Курочкин
Шабурова Г.В.М.: КолосС, 2007. 445 с.
 - 25 Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета хим
технологического и природоохранного оборудования: справочник: в
А.С. Тимонин. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2002. – Т. 1. – 852 с.;
1028 с.; Т. 3 – 968 с.

СОДЕРЖАНИЕ

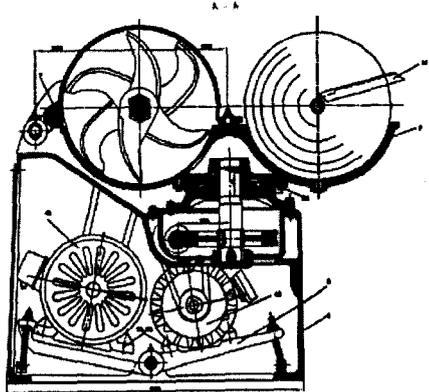
| | |
|--|----|
| Цели и задачи выпускной квалификационной работы..... | 3 |
| Организация работы над выпускной квалификационной работой..... | 4 |
| Тематика выпускной квалификационной работы..... | 6 |
| Содержание и объём выпускной квалификационной работы..... | 7 |
| Назначение разделов расчетно-пояснительной записки..... | 8 |
| Указания по выполнению графической части ВКР..... | 22 |
| Правила оформления выпускной квалификационной работы..... | 25 |
| Рекомендации по использованию персонального компьютера и мультимедийных средств..... | 34 |
| Указания по оформлению на защиту выпускной квалификационной работы..... | 34 |
| Указания защиты выпускной квалификационной работы..... | 35 |
| Пример расчета..... | 36 |
| Графоаналитический расчет куттера..... | 36 |
| Расчеты деформации на прочность и жёсткость..... | 38 |
| Аналитический расчет куттера..... | 42 |
| История..... | 49 |
| Приложения..... | 52 |

ПРИЛОЖЕНИЯ



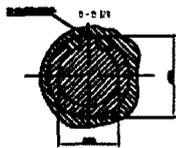
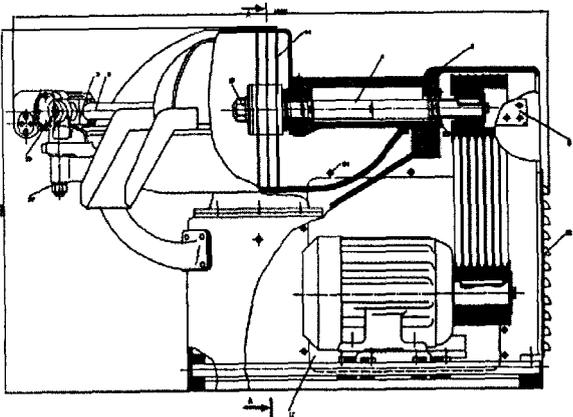
1 — мойка; 2 — плита; 3 — стол; 4 — мойка; 5 — плита; 6, 11 — стулья; 7 — стул; 8 — холодильник; 9 — мойка; 10 — плита; 12 — мойка; 13 — мойка; 14 — мойка; 15 — мойка; 16 — мойка; 17 — мойка

| № п/п | | Имя | | Подпись | | Дата | |
|-------|--|-----|--|---------|--|------|--|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | |



Техническая характеристика

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Производительность, кг/ч | 700 |
| Емкость чаши, м ³ | 0,125 |
| Длительность цикла, мин | 13 |
| Удельный расход энергии, кВт·ч/кг | 0,08 |
| Скорость ножа, м/с | 65 |
| Частота вращения чаши, об/мин | 6 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 48 |



| Наименование | Кол-во | Примеч. |
|--------------------------------|--------|---------|
| Изготовление | | |
| Документация | | |
| Общий вид | 1 | |
| Кинематическая схема | 1 | |
| Конструкторская записка | 1 | |
| Сборочные единицы | | |
| Корпус | 1 | |
| Чаша | 1 | |
| Механизм резания | 1 | |
| Опора привода | 1 | |
| Механизм выгрузки | 1 | |
| Детали | | |
| вал | 1 | |
| шпилька | 1 | |
| вал | 1 | |
| шпилька ведущий | 1 | |
| шпилька ведомый | 1 | |
| вал-червяк | 1 | |
| нож | 1 | |
| Упаковочные изделия | | |
| Электродвигатель ножа | 1 | |
| АПР 225 М4/2 М1002 ГОСТ 183-74 | 1 | |
| Элек.Ролангатель чаши | 1 | |
| 4АМ100 Л4/2 УЗМ 1081ТУ 16 | 1 | |
| ГОСТ 525-556-84 | 1 | |
| Ф.ДС-ФКМ-700 00 00 000 ВО | | |
| КУТТЕР | | |
| литер | а | масл |
| | т | |
| КТТУ им. И.Раззюва г.р. ПИ-111 | | |

