

Н.У. Бисилов

Технологическое оборудование

Методические указания для выполнения
курсового проекта для обучающихся очной и заочной форм
обучения, направления подготовки 15.03.02 - Технологические
машины и оборудование, направленность (профиль) «Машины и
аппараты пищевых производств»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»

Н.У. Бисилов

Технологическое оборудование

Методические указания для выполнения
курсового проекта для обучающихся очной и заочной форм
обучения, направления подготовки 15.03.02 - Технологические
машины и оборудование, направленность (профиль) «Машины и
аппараты пищевых производств»

Черкесск
2018

УДК 62-1
ББК 36
Б65

Рассмотрено на заседании кафедры «Технологические машины и переработка материалов».

Протокол № 11 от «03» 07 2018 г.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СевКавГГТА.

Протокол № 15 от «30» 10 2018 г.

Рецензенты: Джашеев А.-М. С. – д. т. н., профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин»

Б65 Бисилов Н.У. Технологическое оборудование: Методические указания для выполнения курсового проекта для обучающихся очной и заочной форм обучения, направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование, направленность (профиль) «Машины и аппараты пищевых производств» / Н.У. Бисилов. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2018. – 58 с.

Учебно-методическое пособие разработано согласно учебному плану образовательной программы бакалавров по направлению подготовки 15.03.02. Технологические машины и оборудование. Оно предназначено для обеспечения выполнения курсовых проектов по курсу «Технологическое оборудование». В нем представлены методики расчета основных параметров машин и аппаратов пищевых производств.

УДК 62-1
ББК 36

© Бисилов Н.У., 2018
© ФГБОУ ВО СКГА, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ХАРАКТЕР ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	6
2. ПОДГОТОВКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ ...	8
2.1. Объем курсового проекта.....	8
2.1.1. Пояснительная записка.....	8
2.1.2. Графическая часть.....	10
2.1.3. Оформление расчетно-пояснительной записки	13
2.1.4. Выполнение графической части работы.....	14
2.1.5. Защита курсовых проектов	15
3. СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	16
3.1. Вводная часть	16
3.2. Технологическая часть	16
3.3. Обоснование и расчет выбранного технологического оборудования..	17
3.4. Расчет оборудования.....	18
4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	20
4.1. Примерный расчет картофелеочистительной машины.....	24
4.2. Примерный расчет штифтовая дробилка штифтовой дробилки.....	26
4.3. Примерный расчет гомогенизатора.....	28
4.4. Примерный расчет тестоделителя	31
4.5. Примерный расчет котлетоформовочной машины	35
4.6. Примерный расчет тестомесильной машины.....	38
4.7. Примерный расчет фасовочно-упаковочного автомата	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ЛИТЕРАТУРА.....	45
Приложение А	48

ВВЕДЕНИЕ

Курсовое проектирование имеет своей целью закрепление пройденного материала по различным специальным дисциплинам кафедры ТОПП (технологическое и специальное технологическое оборудования предприятий пищевой промышленности, ПТЛ, строительного дела, сантехники, электротехники и др.) и подготовки обучающегося к выполнению выпускной квалификационной работе.

При разработке курсового проекта обучающийся должен ознакомиться и отразить в проекте новые и применяемое на предприятиях пищевой промышленности оборудование и технологические схемы приготовления различных пищевых продуктов.

Обучающийся при выполнении курсового проекта должен приобрести навык самостоятельного изучения технической литературы и подбора материала, необходимого в дальнейшем для выполнения дипломного проекта и для его практической деятельности.

1. ХАРАКТЕР ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Тематика курсового проекта должна отражать как современное, так и перспективное технологическое оборудование пищевой промышленности.

В задании должны быть указаны необходимые исходные данные (название проектируемого оборудования, его назначение, производительность и др.).

Примерная тематика курсовых проектов

1. Модернизация гомогенизатора для линии производства пастеризованного молока.
2. Модернизация заквасочника для линии производства творога.
3. Модернизация куттера В2 – ФКН для колбасного цеха.
4. Модернизация макаронного пресса шнекового типа с базовой производительностью 200 кг/ч.
5. Модернизация свеклорезки для сахарного производства.
6. Модернизация формующей машины для производства овсяного печенья.
7. Проект банкозакаточной машины для производства томатного сока.
8. Проект бродильно-купажного аппарата для линии производства кваса.
9. Проект волчка для линии колбасных изделий производительностью 180 кг/час.
10. Проект гомогенизатора для производства сметаны.
11. Проект дозатора теста и начинки для линии производства пряников.
12. Проект емкости для сквашивания для участка производства ряженки.
13. Проект измельчителя для мясоконсервного предприятия.
14. Проект конвейерной печи для производства хычынов.
15. Проект куттера В2 – ФКН для линии производства полукопченых колбасок «Охотничьи».

16. Модернизация маслоизготовителя для производства сливочного масла производительностью 400 кг/час.
17. Проект машины KRONES для линии производства питьевой воды.
18. Проект миксера MB-60 для линии производства песочных тортов.
19. Проект модернизация хлебопечки для хлебозавода.
20. Проект нарезочной машины для производства бисквитных рулетов.
21. Проект отсадочной машины для производства мармелада.
22. Проект пастеризационной установки для производства кефира.
23. Проект печи для производства пиццы.
24. Проект печи для производства слоеных изделий.
25. Проект пищеварочного котла для столовой.
26. Проект сепаратора для линии производства сгущенного молока.
27. Проект сепаратора с модернизацией привода вибролотка.
28. Проект сепаратора-сливкоотделителя для производства айрана.
29. Проект скороморозильного аппарата для производства замороженных цыплят.
30. Проект смесителя для производства «Крабовых палочек».
31. Проект тестомесильной машины для производства рогаликов.
32. Проект тесторазделочной линии для слоеных изделий EVROLINE. производительностью 5 тонн в сутки.
33. Проект тестораскаточной машины для производства тонкого лаваша.
34. Проект технологического оборудования для фасовки мороженого.
35. Проект транспортера для участка по производству пива.
36. Проект трехлопастной мешалки для производства йогурта.
37. Проект установки для пастеризации молока.
38. Проект фаршемешалки для производства шпротного паштета.

2. ПОДГОТОВКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ

2.1. Объем курсового проекта

Курсовой проект (далее по тексту КП) содержит пояснительную записку и графическую часть.

Объем курсового проекта должен составлять 20-25 страниц машинописного текста на листах формата А4 пятым шрифтом “GOST type A” либо “Times New Roman” с высотой букв и цифр в 14 пунктов и междустрочным 1,5-ым интервалом (без приложения).

2.1.1. Пояснительная записка

Объем записки составляет, примерно, 20-25 страниц машинописного текста.

Записка должна включать следующие разделы:

- Титульный лист
- Задание КП (1 стр.);
- Оглавление (1-2 стр) ;
- Введение (1-2 стр);
- Обзор и анализ существующего оборудования аналогичного назначения (5-7 стр);
- Технологический расчет (5-7 стр);
- Обоснование и расчет выбранного технологического оборудования (5-7 стр);
- Заключение (Выводы, предложения)
- Список использованных источников
- Ссылочные нормативные документы
- Приложения

ПРИМЕЧАНИЯ.

1. Объем отдельных разделов пояснительной записки, по согласованию с преподавателем, может быть несколько изменен.

2. Записка пишется на листах писчей бумаги нормальных размеров с одной стороны (без оборотной стороны) с соблюдением правил “Единой системы конструкторской документации”.

3. Записка должна сопровождаться заглавным (титульным) листом.

4. После заглавного листа должно быть дано оглавление для информирования расположений в ней достаточно обособленных частей с указанием наименования и номера страницы, с которой они начинаются.

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и приложений.

5. В конце записки должен быть дан список литературы.

Обращаем Ваше внимание, что в 2000г. были внесены изменения в ГОСТ 7.1. - 84 (библиографическое описание документа). Суть изменения состоит в том, что в заголовке приводится имя только одного автора, а в сведениях об ответственности (за косой чертой) обязательно приведение одного, двух или трех авторов.

Ниже мы приводим примеры библиографического описания документов.

Описание книги одного автора

Ефимова О. В. Финансовые анализы / О. В. Ефимова. - М : Бухгалтерский учет, 1999. -351 с.

Хачатуров К.А. Латиноамериканские уроки для России - Latinoamericanas para Rusia / К.А. Хачатуров ; Дипломат, акад. МИД Рос. Федерации. - М. : Междунар. отношения, 1999. - 394 с.

Эриашвчи Н.Д. Экологическое право : учебник для вузов / Н.Д. Эриашвчи. - М. : ЮНИТИ, 2000. -415 с.

Описание книги 2. 3-х авторов

В заголовке описания книги двух или трёх авторов приводят фамилию одного автора, как правило, первого из указанных на титульном листе:

Донцова Л.В. Анализы бухгалтерской отчетности / Л.В. Донцова, Н.А. Никифорова. - М. : Дело и Сервис, 1999. - 298 с.

2.1.2. Графическая часть

Результаты работы над КП должны быть оформлены в виде таблиц, схем, диаграмм, графиков, чертежей и представлены в виде иллюстративных материалов, выполненных на белой бумаге формата А1(А0) с использованием оргтехники (плоттеров), или (возможный вариант) в виде слайдов, демонстрируемых на большом экране с помощью мультимедийного проектора, что обеспечивает наилучшее качество представления информации. В обоих случаях исходная информация должна быть создана на компьютере.

Материалы должны отражать результаты исследовательской, технологической, конструкторской и экономической частей КП.

Для разработки иллюстративных материалов, на которых будут помещены таблицы, диаграммы и графики следует использовать компьютерные программы Microsoft Word, Microsoft Excel или Microsoft PowerPoint, КОМПАС - 3D, AutoCAD, Solid Works и др. Все надписи в таблицах, на диаграммах и графиках должны быть выполнены шрифтом (тип, размер и толщина обводки), который хорошо читается на расстоянии. На графиках линии, отражающие зависимости, должны выполняться достаточно толстыми линиями, имеющими разный цвет или стиль в случае, если представлены несколько зависимостей. На диаграммах поля, отражающие величину различных составляющих, также должны выделяться либо разными цветами, либо разным стилем штриховки.

Для разработки чертежей и схем рекомендуется использование систем автоматизированного проектирования (САПР), таких как КОМПАС

— 3D, AutoCAD, Solid Works и др. Оформление чертежей должно соответствовать требованиям стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Рекомендуется уменьшенные до формата А4 и отпечатанные на принтере копии всех демонстрируемых плакатов (слайдов), в том числе и чертежей, подшить к РПЗ в разделе «Приложения».

Так как одной из составляющих ВКР является разработка нового или модернизация существующего изделия (агрегата или узла) в конструкторской части проекта, то необходимо четко определить, что такое изделие и какие изделия бывают.

В соответствии с ГОСТ 2.101 - 68 изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия, в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей, делят на: не специфицированные - детали - не имеющие составных частей и изготовленные из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций;

специфицированные - сборочные единицы, комплексы, комплекты - состоящие из двух и более составных частей.

сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т. п.);

комплекс - два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций;

комплект - два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного

характера. Наиболее распространенным видом разрабатываемого изделия в ВКР обычно является сборочная единица.

В графическую часть курсового проекта могут входить:

- 1) Технологическая схема производства продукта (1 лист формата А1 + 1 лист формата А4 в пояснительную записку).
- 2) Общие виды проектируемого или модернизируемого оборудования (1-2 листа формата А1).
- 3) Схема кинематическая проектируемого или модернизируемого оборудования (1 лист формата А1 или формата А2).
- 4) Общий вид модернизируемого узла (1-2 листа формата А1).

Титульный лист (передний лист обложки) оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД. Все надписи на титульном листе располагаются в строго определенных местах. Образец титульного листа дан в приложении №1

Рекомендуется следующие номера шрифта для конкретных надписей:

«МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ» –
шрифт Times New Roman 14 пт;

«СЕВЕРОКАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГУМАНИТАРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ» - шрифт Times New Roman 14 пт
заглавным буквами;

«Инженерно-технологический институт» и «Кафедра «Технологические
машины и переработка материалов»» - шрифт Times New Roman 14 пт
жирным шрифтом;

название темы курсового проекта – шрифт Times New Roman 14 пт
заглавным буквами;

«Выполнил ...», «Проверил ...» - Times New Roman 14пт;

год выполнения работы – шрифт Times New Roman 14пт.

2.1.3. Оформление расчетно-пояснительной записки

РПЗ записка ВКР является основным текстовым документом, в котором последовательно излагается материал, раскрывающий вопросы соответствующих разделов.

Общие требования к РПЗ - четкость построения, логичность изложения материала, убедительность аргументации, краткость и точность формулировок и расчетов, конкретность изложения результатов работы, доказательность выводов и обоснованность рекомендаций.

Текст располагается на одной стороне листа писчей бумаги формата А4 (210x297мм) и с соблюдением ниже перечисленных требований. Ширина полей: сверху и снизу - 20 мм; слева - 30 мм; справа - 10 мм.

При её оформлении следует руководствоваться указаниями ГОСТ 7.32.-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления», ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам». ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления», ГОСТ 7.12-93 «Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке», ГОСТ 8.417-81 «Единицы физических величин».

В тексте РПЗ используется шрифт Times New Roman, 14 пт(черный).

Междустрочным интервал- полуторный (1,5 строки).

Выравнивание текста –по ширине ().

Абзацный отступ одинаковый по всему тексту документа-15 мм.

Расстановка переносов – нет.

Нумерация страниц РПЗ должна быть сквозной, начиная с титульного листа и до последней страницы, проставляется в центре нижней части листа арабскими цифрами.

2.1.4. Выполнение графической части работы

Все чертежи должны выполняться на листах чертежного формата (основного или дополнительного), обозначение и размеры которого устанавливает ГОСТ 2.301-68. Указанный стандарт устанавливает следующие основные форматы:

A0- 841x1189 мм;	A3- 297 x 420 мм;
A1 -594 x 841 мм;	A4 - 210 x 297 мм;
A2 -420 x 594 мм;	A5 - 149 x210 мм.

Размер чертежного формата определяется размерами внешней рамки, выполненной сплошной тонкой линией.

Выбор основного или дополнительного чертежного формата, а также его расположение на листе (расположение длинной стороны формата горизонтально или вертикально) определяется размерами изделия.

Внутри чертежного формата сплошными основными линиями чертится внутренняя рамка. При этом расстояния между линиями внешней и внутренней рамки должно соответствовать следующим требованиям: с левой стороны оставляют поле шириной 20 мм, с остальных сторон по 5 мм.

В правом нижнем углу внутренней рамки размещают основную надпись чертежа, форму и правила заполнения, которой устанавливает ГОСТ 2.104-68.

На форматах А3 – А0 основная надпись чертежа может располагаться как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны. На чертежном формате А4 основная надпись чертежа размещается только вдоль короткой стороны, т.е. формат А4 располагается только вертикально.

Стандартом допускается совмещение нескольких чертежных форматов на одном листе. При этом каждый формат должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301-68.

2.1.5. Защита курсовых проектов

Каждым студентом все курсовые проекты должны выполняться и сдаваться на проверку преподавателю в сроки, предусмотренные графиком работы студентов в текущем семестре. После исправления студентом всех ошибок, отмеченных преподавателем при проверке, каждая курсовая работа должна быть защищена. При исправлении ошибок из проверенной работы ни в коем случае ничего не выбрасывается. Исправления аккуратно записываются студентом на чистых страницах. На защиту обучающиеся \приносят исправленные работы, сдают их преподавателю, получают индивидуальные вопросы по разделам курсовой работы. На подготовку отводится максимум 30+40 мин. Если обучающийся успешно ответил на вопросы и у преподавателя нет никаких дополнительных замечаний по расчетно-графической работе, то защита считается законченной. После защиты курсовая работа остается у преподавателя. Если студентом курсовой проект защищен успешно и в срок, то в конце семестра он может автоматически получить дифференцированный зачет по дисциплине. В случае, когда обучающийся при защите не справляется с вопросами, то преподавателем назначается дополнительная защита (не более двух раз!). Если обучающимся курсовой проект не защищен в течении семестра, то защита и сдача ее производится в экзаменационную сессию.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

3.1. Вводная часть

Краткий исторический обзор, освещающий развитие выбранного технологического оборудования, по данным, опубликованным в литературе. Роль русских зарубежных ученых, инженеров, рационализаторов, изобретателей в развитии описываемого оборудования. Задачи, стоящие перед данным производством в настоящее время.

3.2. Описание модернизируемого или спроектированного технологического оборудования.

В пояснительной записке к курсовому проекту обучающийся дает описание модернизируемого или спроектированного технологического оборудования по ходу технологического или рабочего процесса. Как правило, в чистовом окончательном варианте пояснительной записки описание модернизируемого или спроектированного технологического оборудования дается после разделов – “Задание”, “Оглавление”, “Введение”.

3.2. Технологическая часть

а) Выбор и обоснование технологической схемы

Технологическая часть курсового проекта начинается с выбора технологической схемы производства заданного из технологической инструкции и литературы [2, 14, 17] и обоснования выбора данной схемы (улучшение качества продукции, поточность производства, механизация трудоемких процессов и т.д.) по сравнению с другими способами.

б) Состав и свойства выпускаемого изделия

Состав и свойства выпускаемого изделия берется студентом из сборников рецептур, физико-химические показатели качества согласно ГОСТам, приведенным в работах [16, 18].

Состав и физико-химические показатели выбранного продукта в пояснительной записке приводятся в следующем виде. Обучающийся первоначально выписывает формулу определения выхода продукта в общем виде с пояснением принятых в ней обозначений. Расчет выхода производится по каждому ассортименту отдельно обоснованием всех величин и его показателей.

Если обучающийся во время прохождения практики на предприятиях не набрал материал, то следует значения для расчета технических величин принимать из учебников и справочников [2,3,6,8,14,17 и т.д.]

3.3. Обоснование и расчет выбранного технологического оборудования

Как указывалось ранее, обучающийся при работе над проектом предприятия предусматривает оборудование, применяемое в настоящее время и рекомендуемое для оснащения пищевого предприятия.

а) Выбор, обоснование и расчет оборудования.

Так как производственная мощность пищевого предприятия определяется производительностью главного оборудования и их количеством, выбор, обоснование и расчет технологического оборудования начинается с них.

После обоснования выбора оборудования обучающийся приводит расчет ее производительности в общем виде, а затем производится расчет производительности по установленным формулам, приведенным в учебных пособиях рекомендуемых преподавателем.

Для расчета необходимо знать размеры изделий, которые можно найти в учебном пособии. Габариты оборудования приведены в учебниках.

Обучающийся во время прохождения практики на пищевых предприятиях собирает материал о машинах, аппаратах и агрегатах. Получив необходимые данные для расчета, обучающийся определяет часовую и суточную производительность по формулам, приведенным в

рекомендуемых учебных пособиях. При этом, согласно нормам проектирования расчетная продолжительность работы оборудования в сутки принимается равной 23 часам.

После расчета производительности и количества оборудования составляется график их работы и расчетная таблица производительности.

б) Выбор, обоснование и расчет технологического оборудования для разных отделений.

В курсовом проекте студент, наряду с обычным проектированием нового предприятия может модернизировать имеющееся оборудование.

В настоящее время на предприятиях широко внедряются новые агрегаты различных систем, в которых предусматривается усиленная механическая обработка пищевых полуфабрикатов. Установка агрегатов дает возможность проектировать пищевые предприятия более компактными. При установке автоматических агрегатов для предварительной обработки сырья значительно сокращаются площади, отпадает необходимость в отдельном помещении, улучшаются условия труда, механизмируются и автоматизируются процессы производства.

Внедрение агрегатов дает возможность повысить культуру производства, способствует ликвидации различия между умственным и физическим трудом.

3.4. Расчет оборудования

Рассчитывается часовая потребность в сырье, полуфабрикатах, энергии.

Расчет агрегатов сводится к определению емкостей промежуточных бункеров, загруженности машин.

Приводится расчет проверки производительности агрегата для приготовления полуфабрикатов и расчет минутных расходов всего сырья полуфабрикатов по фазам.

Выбор, обоснование и расчет оборудования для склада готовой продукции. Склад включает хранилище и экспедицию. В курсовом проекте

для хранения готового продукта предусматривается хранилище с хранением продукта на поддонах, описанных в рекомендуемом пособии. В проекте может также предусматриваться механизация работ в хранилище и экспедиции с применением нового метода транспортировки готовой продукции, с применением специальных контейнеров и контейнеровозов.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

При выполнении проекта предполагается модернизация машины или другого устройства. В соответствии со спецзаданием, это может быть замена одного узла машины на другой (взятый из другого устройства). Это может быть совмещение двух машин, объединенных общим приводом, возможны другие варианты предложенные самими студентами.

Графическая часть вычерчивается в соответствующем масштабе.

Масштаб изображений и их обозначение на чертежах установлены по ГОСТу 302-72 и должны выбираться из следующих рядов:

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

Масштабы увеличения - 2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1; 20 : 1; 40 : 1; 50 : 1; 100 : 1.

Каждый конструкторский документ должен иметь основную надпись, выполненную в соответствии с ГОСТом 2.104-78. Стандартом предусмотрено применение на графических и текстовых документах трех типов основных надписей:

- основная надпись для чертежей и схемы (первый или заглавный лист)
- основная надпись для текстовых конструкторских документов (первый или заглавный лист).

Например, обучающийся имеющий тему курсового проекта “Бункерный тестоприготовительный агрегат”, должен ввести следующие обозначения:

для пояснительной записки - КП-СевКавГГТА-15.03.02-05-17 ПЗ;

для сборочного чертежа бункерного тестоприготовительного

агрегата - КП-СевКавГГТА-15.03.02-05-17- 00. 00. 000 СБ;

для спецификации сборочного чертежа - КП-СевКавГГТА-15.03.02-05-17- 0000. 000

для кинематической схемы агрегата - КП-СевКавГГТА-15.03.02-05-17- 00 00. 000 КЗ;

для сборочного чертежа узла бункерного тестоприготовительного агрегата - КП-СевКавГГТА-15.03.02-05-17- 05 00 000 СБ (или 01 00 000 или 02 или 03 и т.д.)

Спецификацию относят к тестовым документам. Ее составляют на каждую сборочную единицу на отдельных листах формата А4 ватмана или писчей бумаги.

Листы спецификации брошюруют и прикладывают к пояснительной записке.

Согласно ГОСТу 2.105-79 к документам, содержащим текст, разбитый на графы (спецификациям) предъявляются следующие требования.

1. Текстовый материал, разбитый на графы, при необходимости, делят на разделы и подразделы, которые не нумеруют.

2. Наименование разделов и подразделов записывают в виде заголовка в графе “Наименование” строчными буквами (кроме первой - прописной) и подчеркивают.

Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

3. Спецификация к графическим конструкторским документам по ГОСТу 2. 108-68 составляется на отдельных листах формата А4 на каждое изделие (сборочную единицу), комплекс или комплект.

4. Для учебных графических работ спецификация оформляется либо в виде отдельного самостоятельного документа, либо прикладывается и подписывается вместе с пояснительной запиской.

5. Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты.

Технологический расчет включает расчет параметров машин или агрегатов по заданной производительности.

В качестве параметров могут рассчитываться:

- геометрические размеры рабочих органов – диаметры шнеков, объемы бункеров брожения, диаметры мерных карманов тестоделителей и т.п.;

- скоростные временные характеристики – частота вращения вала рабочего органа, линейная скорость ленты конвейера, время замеса (интенсивность) тестомесильной машины и т.п.;

- теплотехнические характеристики – температура, влажность, вязкость, процентное содержание и т.п.;

- мощности, потребные на движение рабочих органов.

Полученные данные переносятся на чертежи и схемы (кинематические). Они же служат основой кинематического расчета.

Кинематическая схема ГОСТ 2.703-72 представляет собой условное плоскостное, либо аксонометрическое изображение всех ее механизмов привода, рабочих органов и их взаимодействия. Она должна давать представление о порядке присоединения механизмов, распределения потоков энергии, кинематических связях элементов машин, о взаимном расположении ведущих звеньев. Схема выполняется на формате А1, или А2; А3.

Кинематическая схема показывает, как движение передается от двигателя рабочим органам машины, автомата.

Непосредственно на кинематической схеме привода должны указываться скорость вращения выходного вала двигателя и всех других валов машины, автомата, диаметры шкивов, числа зубьев колес, звездочек,

храповиков, модули зубчатых передач, шаги цепных передач, числа и величины ходов рабочих органов.

Все валы должны быть пронумерованы римскими цифрами. Все повторяющиеся элементы схемы, такие как кривошипы, кулачки и другие, ведущие и ведомые звенья исполнительных механизмов, а также элементы схемы, не имеющие ГОСТовского обозначения и произвольно обозначенные в связи с отсутствием таковых в ГОСТе 2.770-78, должны быть пронумерованы арабскими цифрами в порядке обхода схемы слева направо, либо справа налево. Все элементы схемы получившие номера, должны быть пояснены на свободном поле чертежа текстовой частью.

При описании принципа действия и устройства машины, автомата ссылки на цифровое обозначение элементов схемы обязательны.

Использование условных обозначение по ГОСТу 2.770-78 при составлении плоских схем обязательно.

Направление вращения ведущего звена указывает стрелкой.

Конструктивные особенности звеньев и механизма в целом, не оказывающие влияния на движение механизма и его элементов, кинематической схемы не учитываются.

Технический расчёт включает расчёт параметров машин или агрегатов по заданной производительности.

В качестве параметров могут рассчитываться:

- геометрические размеры рабочих органов – диаметр шнеков, объёмы

- бункеров брожения, диаметры мерных карманов тестоделителей и т.п.;

- скоростные, временные характеристики – частота вращения вала рабочего органа, линейная скорость ленты конвейера, время замеса (интенсивность) тестомесильной машины и т.п.;

- теплотехнические характеристики – температура, влажность, вязкость, процентное содержание и т.п.;

- мощности потребные на движение рабочих органов.

По полученные данные переносятся на чертежи и схемы (кинематические). Они же служат основой кинематического расчёта

4.1. Примерный расчет картофелеочистительной машины

Действительная производительность (кг/с) картофелеочистительной машины периодического действия

$$Q_o = \frac{m}{t_o} \quad (1)$$

где m – масса единовременно загружаемой порции продукта, кг; t_o - продолжительность обработки продукта, с.

Теоретическая производительность картофелеочистительной машины (кг/с)

$$Q_o = \frac{V\rho_n\varphi}{t_o}, \quad (2)$$

где V – геометрический объём рабочей камеры, м; ρ_n – насыпная масса продукта, $\rho_n = 650$ кг/м³; φ – коэффициент заполнения рабочей камеры, $\varphi = 0,60 \dots 0,65$.

Действительный коэффициент заполнения камеры

$$\varphi^* = m / m_{np} \quad (3)$$

где m_{np} - предельная масса порции продукта, кг; $m_{np} = V\rho_n$.

По полученным размерам рабочей камеры уточняем объём камеры для обработки продукта

$$V_d = H \frac{\pi D^2}{4}.$$

Относительное количество отходов продукта (%)

$$q = \frac{m - m_1}{m} 100 \quad (4)$$

где m_1 - масса порции продукта после очистки, кг.

Проверяем условие обеспечения циркуляции клубней на рабочем органе и возможности перемещения их $D_{\min} > 4\delta = 4 \cdot 0,05 = 0,2$ м. Поскольку D

$> D_{min}$, то условие обеспечения циркуляции клубней на рабочем органе выполняется, где δ - средний диаметр клубня, $\delta = 0,05$ м.

Минимальную частоту вращения рабочего органа (мин^{-1}) определяем по формуле

$$n_{min} > \frac{30}{\pi(1-K_{ck})} \sqrt{\frac{gf}{r_{min}}}, \quad (5)$$

где K_{ck} – коэффициент проскальзывания относительно диска, $K_{ck} = (0,4 \dots 0,7)$; f – коэффициент трения между продуктом и абразивной поверхностью, $f = (0,8 \dots 1,2)$; r_{min} – минимальное расстояние от центра вращения рабочего органа до центра тяжести клубня, $r_{min} = 0,5\delta$.

Определяем действительную чистоту вращения рабочего органа:

$$n = i \cdot n_{\delta\epsilon}, \quad (6)$$

где i – передаточное отношение ременной передачи, $i = d_{u1}/d_{u2}$, где d_{u1} , d_{u2} – соответственно диаметр ведущего и ведомого шкивов ременной передачи, мм.

Теоретическая мощность (Вт), которую необходимо сообщить от электродвигателя приводному валу картофелеочистительной машины,

$$N_T = \frac{N_1 + N_2}{\eta_m}, \quad (7)$$

где N_1 – мощность, необходимая на преодоление силы трения клубней о рабочий орган и стенку камеры, Вт; N_2 – мощность, необходимая для подъема клубней, Вт; η_m – механический к.п.д. машины.

Мощность N_1 , затрачиваемая на преодоление сил трения клубней о рабочий орган и стенку камеры,

$$N_1 = \frac{\pi}{30} m g f r_{TP} \varphi_m \quad (8)$$

где r_{TP} - радиус приложения суммарной силы трения, м (для дисковых картофелеочистительных машин $r_{TP} = 0,33D$); φ_m - коэффициент, учитывающий, что во время вращения часть клубней находится в подброшенном состоянии (для дисковых картофеле-очистительных машин $\varphi_m = 0,8 \dots 0,9$).

Для дисковых картофелеочистительных машин мощность N_2 , необходимая для подъема клубней,

$$N_2 = mgH^* \frac{n}{60} zK_{ck} \quad (9)$$

где H^* – высота подброса клубней, м (принимается равной полезной высоте рабочей камеры $H^* = H$); z – число волн на очистительном диске, шт, $z = 5$.

Механический к.п.д. машины η_m определяется отношением полезной мощности, затрачиваемой на преодоление сопротивлений обрабатываемого продукта, к мощности электродвигателя, находящегося под нагрузкой,

$$\eta_m = \frac{N_{пол}}{N_{общ}} \quad (10)$$

Полезная мощность $N_{пол}$ (Вт) электродвигателя привода машины

$$N_{пол} = N_{общ} - N_{xx} \quad (11)$$

где $N_{общ}$ – мощность электродвигателя при работе машины под нагрузкой, Вт, $N_{общ} = I_p \cdot U_{пит}$, где I_p – ток, потребляемый установкой в процессе очистки, А; $U_{пит}$ – напряжение питающей сети, В, $U_{пит} = 380$ В; N_{xx} – мощность электродвигателя при работе машины на холостом ходу, Вт, $N_{xx} = I_x \cdot U_{пит}$, где I_x – ток, потребляемый установкой в режиме холостого хода, А.

Удельный расход энергии (Вт·с/кг) на процесс очистки

$$P = \frac{N_{пол} t_o}{m} \quad (12)$$

где t_o - время, затраченное на обработку продукта, с;

4.2. Примерный расчет штифтовая дробилка штифтовой дробилки

Фактическая производительность молотковой дробилки P_ϕ (кг/с)

$$P_\phi = m_{общ} / \tau_0, \quad (1)$$

где $m_{общ}$ – масса отобранной навески измельченного продукта, кг; τ_0

– продолжительность отбора навески, с ($\tau_0 = 10$ с).

Доля i -ой фракции в процентах к общей массе навески определяется по формуле (табл. 2)

$$c_i = \frac{m_i}{m_{\text{общ}}} 100, \% \quad (2)$$

где m_i – масса остатка на i -ом сите, кг.

Рассчитайте средний размер частиц измельченного продукта d_{cp} (мм)

$$d_{cp} = \sum_{i=1}^k \frac{d_i + d_{i-1}}{2} m_i / \sum_{i=1}^k m_i, \quad (3)$$

где d_i – размер отверстий сита, с которого получен сход, мкм; d_{i-1} – размер отверстий ближайшего сита, через которое прошел продукт ($d_{i-1} > d_i$), мкм; m_i – масса i -й сходовой фракции материала, кг.

Анализируя рассматриваемое распределение (табл. 2), рассмотрим исследуемую случайную величину с позиции соответствия закону логарифмически нормального распределения. Поскольку разбивка на интервалы фракций неравномерна и определялась размерами ячеек стандартных сит, то приведем эти интервалы к единому интервалу, используя формулу

$$p_i = c_i / \Delta d_i, \quad (4)$$

где p_i – плотность вероятностей распределения размера частиц, 1/мкм; Δd_i – размер i -го интервала, мкм ($\Delta d_i = d_i - d_{i-1}$).

Степень измельчения продукта i находится в пределах 150...400 и определяется по формуле

$$i = 1000 \cdot d_n / d_{cp}, \quad (5)$$

где d_n – размер частиц до измельчения, мм (см. табл. 1).

Потребляемая установкой электрическая мощность P (Вт) определяется как произведение значения тока I (А) на напряжение питающей сети U (В):

$$N = I \cdot U. \quad (6)$$

Установка питается от промышленной трёхфазной сети напряжением 380 В, таким образом, принимаем $U = 380$ В. Руководствуясь данной зависимостью, определим мощность холостого хода и мощность, потребляемую при измельчении:

$$N_{хол} = I_{хол} \cdot 380; \quad N_{раб.} = I_{раб.} \cdot 380. \quad (7)$$

Удельный расход энергии ΔN (кВт·ч/кг)

$$\Delta N = (N_{раб} - N_{хол}) / P_{ф}, \quad (8)$$

где $N_{раб}$ - мощность электродвигателя дробилки при рабочей нагрузке (определяют по показаниям ваттметра), кВт.

Производительность молотковой дробилки Π (кг/с)

$$\Pi = K_1 \rho_n D^2 L \omega,$$

где K_1 – эмпирический коэффициент, который зависит от типа и размеров ячеек ситовой поверхности, физико-механических свойств сырья (вид, прочность, крупность и др.); $K_1 = (1,3 \dots 1,7) \cdot 10^{-4}$ – для сит с размером отверстий до 3 мм; ρ_n – плотность измельчаемого продукта, $\text{кг/м}^3 = 500$ перец; L – длина ротора дробилки, м = 0,03 м; $L = (0,32 \dots 0,64)D$; D – диаметр ротора дробилки, = 0,48 м.

Мощность электродвигателя молотковой дробилки

$$N = K_1 K_2 \rho_n D^2 L \omega,$$

где $K_2 = (10,4 \dots 17,3)$ – эмпирический коэффициент, учитывающий степень измельчения продукта (меньшее значение K_2 принимают при грубом измельчении, а большее – при тонком).

4.3. Примерный расчет гомогенизатора

Производительность гомогенизатора G , $\text{м}^3/\text{ч}$ зависит от производительности насоса, который нагнетает молоко в гомогенизирующую головку. Чаще всего, гомогенизаторы оснащены плунжерными насосами, производительность которых вычисляют по формуле

$$G = 60 f S n z \eta, \quad (1)$$

где f – площадь сечения плунжера, м^2 ; S – ход плунжера, м ; n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} ($n = 190 \text{ мин}^{-1}$); z – количество плунжеров, шт. ($z = 3$ шт.); η – объемный КПД насоса ($\eta = 0,8 \dots 0,9$).

Фактическая производительность гомогенизатора в каждом опыте определяется по формуле

$$G_{\phi i} = 3600 \frac{(m_i - m_e)}{\tau_i},$$

где m_i – показания весов в i -ом опыте; m_e – масса пустой емкости (ведра); τ_i – время наполнения емкости в i -ом опыте.

Фактическая производительность гомогенизатора

$$G_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^k G_{\phi i}}{k},$$

где k – количество опытов.

Мощность N (кВт), необходимую для работы гомогенизатора, определяют по формуле для расчета мощности насосов

$$N = \frac{Gp}{3600\eta},$$

где p – давление, развиваемое плунжерами гомогенизатора (давление перед клапаном), Па; η – механический к.п.д. гомогенизатора ($\eta = 0,75 \dots 0,85$).

Потребляемая установкой электрическая мощность N_{ϕ} (Вт) определяется как произведение значения тока I (А) на напряжение питающей сети U (В):

$$N_{\phi} = I \cdot U. \quad (6)$$

Установка питается от промышленной трёхфазной сети напряжением 380 В, таким образом принимаем $U = 380$ В.

В результате затрат большого количества механической энергии, которая превращается в теплоту, при клапанной гомогенизации заметно нагревается продукт. Повышение температуры продукта Δt ($^{\circ}\text{C}$) в гомогенизаторе можно рассчитать по формуле

$$\Delta t = \frac{p}{\rho c},$$

где p – давление гомогенизации, Па; ρ – плотность продукта, кг/м³ ($\rho = 1033$ кг/м³); c – массовая теплоемкость продукта, Дж/(кг·°С) ($c = 3880$ Дж/(кг·К)).

Толщина тарелки клапана $h_{кл}$, м

$$h_{кл} = 0,43d_{кл}\sqrt{p/[\sigma]}$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение для материала клапана, Па ($[\sigma] = 24 \cdot 10^7$ Па); $d_{кл}$ – диаметр клапана, м.

$$d_{кл} = \sqrt{1,27(\Delta F + G/6v_{\delta}z)},$$

где v_{δ} – допускаемая скорость жидкости в седле, м/с (для всасывающего клапана 2 м/с, а для нагнетательного 5...8 м/с); ΔF – площадь сечения хвостовика, м²

$$\Delta F = \pi r_{\kappa}^2,$$

где r_{κ} – радиус хвостовика, м ($r_{\kappa} = (4...5) \cdot 10^{-3}$ м).

Пружину нагнетательного клапана рассчитывают, исходя из необходимого усилия P_{np} при закрытом клапане

$$P_{np} = \frac{G\omega M(1+\lambda)}{14d_{кл}^2 z},$$

где ω – угловая скорость вращения коленчатого вала, рад/с ($\omega = 2\pi n/60$ мин⁻¹); M – масса клапана, кг ($M = 0,4$ кг); λ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна ($\lambda = 0,15...0,20$).

Сила сжатия пружины при рабочей деформации P_{δ} , Н

$$P_{\delta} = 1,5P_{np}.$$

Жесткость пружины \mathcal{J} , Н/м

$$\mathcal{J} = (P_{\delta} - P_{np})/h,$$

где h – высота пружины, м ($h = 0,10...0,14$ м).

Средний диаметр жировых шариков, м, в диапазоне изменения давления от 2,0 до 20,0 МПа определяется по формуле Н.В. Барановского

$$d_{cp} = 3,8 \cdot 10^6 / \sqrt{p} .$$

Расчет предохранительных клапанов можно свести к определению проходного сечения седла клапана с учетом вязкости обрабатываемой жидкости. Для маловязких жидкостей (молоко, соки) диаметр, м, проходного сечения седла определяется по формуле

$$D_c = \frac{\sqrt{G}}{\sqrt[4]{(p - p_g) / \delta_g}} ,$$

где p_g - давление всасывания, МПа ($p_g = 0,2 \cdot 10^{-6}$ МПа); δ_g - отношение массы перекачиваемой жидкости к массе воды (для молока $\delta_g = 1,03$).

4.4. Примерный расчет тестоделителя

Отклонения измеряемых значений массы тестовых заготовок от расчетных равны:

$$\Delta m_i = m_i - m_p , \quad (1)$$

где m_i – измеряемое значение массы заготовки, кг; m_p – расчетное значение массы заготовки (кг), рассчитанное по формуле:

$$m_p = V\rho , \quad (2)$$

где V – объем мерной камеры, м³; ρ – плотность теста, кг/м³ (для пшеничного теста $\rho = 500$ кг/м³).

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 \ell , \quad (3)$$

где d – диаметр мерной камеры, м ($d = 125$ мм); ℓ – длина мерной камеры, м.

Рассчитайте для каждого вращения регулировочного винта вызванное им изменение массы теста Δg_i (кг/об), приходящееся на один оборот винта,

$$\Delta g_i = (m_i - m_{i-1}) / n_i , \quad (4)$$

где Δg_i – изменение массы теса при i -м измерении, кг; n_i – число оборотов регулировочной рукоятки в i -м опыте.

Среднеарифметическое отклонение массы заготовки (кг) в каждом опыте, определяется как

$$\bar{X} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Delta m_i, \quad (5)$$

где M – общее количество измерений в каждом опыте, Δm_i – сумма отклонений масс тестовых заготовок в M измерениях, кг.

Определите колебания массы заготовок в опыте по величине среднеквадратичного отклонения выборки $S(X)$ (кг)

$$S(X) = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (\bar{X} - \Delta m_i)^2}. \quad (6)$$

Точность работы тестоделителя характеризует коэффициент вариации

$$k_v = \frac{S(X)}{m_p}. \quad (7)$$

При статистической оценке погрешности пользуются правилом трех сигм, на основании которого полагают, что с вероятностью 0,997 случайная погрешность выборки по абсолютной величине не превосходит 3σ ($\sigma = S(X)$). На этом основании наибольшей возможной ошибкой выборки считают $\Delta = 3\sigma$. Следовательно, максимальная и минимальная масса единичной выборки

$$m_{\min}^p = m_p - \Delta, \quad m_{\max}^p = m_p + \Delta. \quad (8)$$

Так как на практике погрешность работы тестоделителя определяют в процентах к расчетной массе, то указанные предельные отклонения равносильны точности деления

$$\Delta_p = \frac{3\sigma}{m_p} 100, \%. \quad (9)$$

Фактическая точность деления по произведенным замерам:

$$\Delta_{\min} = \frac{(m_p - m_{\min})}{m_p} 100; \quad \Delta_{\max} = \frac{(m_{\max} - m_p)}{m_p} 100. \quad (10)$$

Определите коэффициент k , позволяющий при регулировке дозы находить необходимое число оборотов рукоятки:

$$k = \frac{\sum \Delta m_i}{K}, \quad (11)$$

где K – общее количество проведенных измерений

Таким образом, необходимое число оборотов рукоятки для установки требуемой массы m_{mp} (кг) заготовки можно определить по формуле

$$n = \frac{m_{тр}}{k}, \quad (12)$$

Проанализируйте работу делительной головки и оцените стабильность процесса дозирования η (деления) по формуле

$$\eta = 1 - \frac{H}{H_{max}}, \quad (13)$$

где H – энтропия, соответствующая данному распределению значения величины массы тестовых заготовок; H_{max} – максимально возможная энтропия, соответствующая закону равномерного распределения.

Определите энтропию

$$H(m) = -\sum P(m_i) \log P(m_i), \quad (14)$$

где $P(m_i)$ – вероятность получения случайной величины в заданном интервале m_{i-1}, m_i .

Для случая с двумя возможными исходами (точность в пределах допуска или вне допуска) расчет проведите по формуле

$$H = -P \log_2 P - (1-P) \log_2 (1-P), \quad (15)$$

Для подсчета энтропии массив величин масс тестовых кусков разбейте на две части: соответствующие установленному допуску и несоответствующие. Подсчитайте вероятность $P(m_i)$ попадания величин массы в заданный допуск и несоответствия ему (точность массы единичного готового изделия установлена в пределах $\pm 3,0$ %). При этом точность измерения массы по величине должна быть не менее чем в 2 раза меньше величины допустимого диапазона.

$$P(F) = \frac{f}{M}, \quad (16)$$

где f – число благоприятствующих событию F исходов; M – число всех элементарных равновозможных исходов.

Определите производительность делительной головки Q_T (кг/с)

$$Q_T = 2m_i v_\partial, \quad (17)$$

где v_∂ – частота вращения делительной головки, с^{-1} ; m_i – масса тестовой заготовки, кг.

Определите производительность лопастного нагнетателя Q_n (кг/с)

$$Q_n = abv_n \rho k_n, \quad (18)$$

где a, b – геометрические размеры лопасти, м ($a = 0,182$ м; $b = 0,06$ м); v_n – частота вращения лопасти, с^{-1} ; k_n – коэффициент перетекания теста ($k_n = 0,3 \dots 0,6$).

Крутящий момент, необходимый для преодоления сопротивления вращению цилиндра делительной головки M_c , Н·м

$$M_c = 2\pi R \delta \left(L + \frac{2}{3} \pi R^2 \right), \quad (19)$$

где R – радиус цилиндра головки, м ($R = 0,14$ м); δ – напряжение сдвига теста, Н/м^2 ($\delta = 3000$ Н/м^2); L – ширина головки, м ($L = 0,25$ м).

Мощность на привод делительной головки N , Вт

$$N = M_c \omega, \quad (20)$$

где ω – угловая частота вращения цилиндра, с^{-1}

$$\omega = 2\nu\pi. \quad (21)$$

Потребляемая установкой электрическая мощность P (Вт) определяется как произведение значения тока I (А) на напряжение питающей сети U (В):

$$N = I \cdot U. \quad (22)$$

Установка питается от промышленной трёхфазной сети напряжением 380 В, таким образом принимаем $U = 380$ В. Руководствуясь данной

зависимостью, определим мощность холостого хода и мощность, потребляемую при дозировании:

$$N_{хол} = I_{хол} \cdot 380; \quad N_{раб.} = I_{раб.} \cdot 380. \quad (23)$$

4.5. Примерный расчет котлетоформовочной машины

Отклонения измеряемых значений массы котлеты от расчетных равны:

$$\Delta m_i = m_i - m_p, \quad (1)$$

где m_i – измеряемое значение массы котлеты, кг; m_p – заданная масса котлеты, кг.

Среднеарифметическое отклонение массы котлеты (кг) в каждом опыте, определяется как

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^M \Delta m_i, \quad (2)$$

где M – общее количество измерений в каждом опыте, Δm_i – сумма отклонений масс котлет в n измерениях, кг.

Определите колебания массы котлеты в опыте по величине среднеквадратичного отклонения выборки $S(X)$ (кг)

$$S(X) = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (\bar{X} - \Delta m_i)^2}. \quad (6)$$

Точность работы котлетоформовочной машины характеризует коэффициент вариации

$$k_v = \frac{S(X)}{m_p}. \quad (7)$$

При статистической оценке погрешности пользуются правилом трех сигм, на основании которого полагают, что с вероятностью 0,997 случайная погрешность выборки по абсолютной величине не превосходит 3σ ($\sigma = S(X)$). На этом основании наибольшей возможной ошибкой выборки считают $\Delta = 3\sigma$. Следовательно, максимальная и минимальная масса единичной выборки

$$m_{\min}^p = m_p - \Delta, \quad m_{\max}^p = m_p + \Delta. \quad (8)$$

Так как на практике погрешность работы машины определяют в процентах к расчетной массе, то указанные предельные отклонения равносильны точности фасования

$$\Delta_p = \frac{3\sigma}{m_p} 100, \%. \quad (9)$$

Фактическая точность фасования по произведенным замерам:

$$\Delta_{\min} = \frac{(m_p - m_{\min})}{m_p} 100; \quad \Delta_{\max} = \frac{(m_{\max} - m_p)}{m_p} 100. \quad (10)$$

Проанализируйте работу котетоформовочной машины и оцените стабильность процесса фасования η (деления) по формуле

$$\eta = 1 - \frac{H}{H_{\max}}, \quad (13)$$

где H – энтропия, соответствующая данному распределению значения величины массы котлет; H_{\max} – максимально возможная энтропия, соответствующая закону равномерного распределения.

Определите энтропию

$$H(m) = -\sum P(m_i) \log P(m_i), \quad (14)$$

где $P(m_i)$ – вероятность получения случайной величины в заданном интервале m_{i-1}, m_i .

Для случая с двумя возможными исходами (точность в пределах допуска или вне допуска) расчет проведите по формуле

$$H = -P \log_2 P - (1-P) \log_2 (1-P), \quad (15)$$

Для подсчета энтропии массив величин масс котлет разбейте на две части: соответствующие установленному допуску и несоответствующие. Подсчитайте вероятность $P(m_i)$ попадания величин массы в заданный допуск и несоответствия ему (точность массы единичного готового изделия установлена в пределах $\pm 5,0$ %). При этом точность измерения массы по величине должна быть не менее чем в 2 раза меньше величины допустимого диапазона.

$$P(F) = \frac{f}{M}, \quad (16)$$

где f – число благоприятствующих событию F исходов; M – число всех элементарных равновозможных исходов.

Определите теоретическую производительность котлетоформовочной машины Q (шт./ч)

$$Q = 3600nz \quad (25.1)$$

где z – количество гнезд на формующем столе (3 шт.); n – частота вращения стола, с^{-1} (характер).

Рассчитайте производительность котлетоформовочной машины по фактическому времени $Q_{\text{ф}}$ (шт./ч)

$$Q_{\text{ф}} = 3600 \frac{N}{\tau}, \quad (25.2)$$

где τ – время работы машины, с; N – количество котлет, шт.

Рассчитайте среднюю массовую производительность котлетоформовочной машины, Q_m

$$Q_m = 3600 \frac{m_{\text{общ}}}{\tau}$$

Рассчитайте мощность N_3 (Вт) электродвигателя машины

$$N_3 = \frac{N_1 + N_2}{\eta_0}, \quad (25.5)$$

где N_1 – мощность, необходимая на преодоление сил трения о поверхности бункера и шнека-питателя, Вт,

$$N_1 = M_{\text{тр}} \omega_1, \quad (25.6)$$

где $M_{\text{тр}}$ – момент трения, Н·м,

$$M_{\text{тр}} = (ш + \delta_{\phi} F_{\kappa}) / f_{\phi} r, \quad (25.7)$$

$q = m\omega_1^2 r$ – усилие сдвига, Н; δ_{ϕ} – липкость фарша, Па ($\delta_{\phi} = 400$ Па); F_{κ} – площадь контакта с поверхностью бункера, м^2 $F_{\kappa} = \pi D \cdot H + 0.25\pi D^2$; f_{ϕ} – коэффициент трения фарша о стенки бункера ($f_{\phi} = 0,12 \dots 0,15$), r – радиус пера шнека-питателя, ω – угловая скорость вращения шнека-питателя,

рад/с; N_2 - мощность, необходимая на приведение в движение формирующего стола и на отрыв отформованного изделия от общей массы фарша, Вт,

$$N_2 = M_{кр} \omega_2 \quad (25.8)$$

где $M_{кр}$ - момент кручения, приложенный к формирующему столу, Н·м,

$$M_{кр} = \delta_{сд} F_n z R, \quad (25.9)$$

где $\delta_{сд}$ - предельное напряжение сдвига фарша, Па ($\delta_{сд} = 1,5 \cdot 10$ Па); F_n - площадь поршня формирующего стола $F_n = 0,25 \pi D_n^2$, м²; z - количество поршней формирующего стола; R - радиус копира, м (0,6); ω_2 - угловая скорость вращения формирующего стола, с.

Потребляемая установкой электрическая мощность P (Вт) определяется как произведение значения тока I (А) на напряжение питающей сети U (В):

$$N = I \cdot U. \quad (22)$$

Установка питается от промышленной трёхфазной сети напряжением 380 В, таким образом принимаем $U = 380$ В. Руководствуясь данной зависимостью, определим мощность холостого хода и мощность, потребляемую при дозировании:

$$N_{хол} = I_{хол} \cdot 380; \quad N_{раб.} = I_{раб.} \cdot 380. \quad (23)$$

4.6. Примерный расчет тестомесильной машины

Производительность Π (кг/с) тестомесильной машины

$$\Pi = z \frac{\pi(D_l^2 - d_d^2)}{240} sn \rho K_1 K_2 K_3, \quad (1)$$

где z - количество валов ($z = 1$); D_l - наружный диаметр лопастей, м; d_d - диаметр вала, м; S - шаг лопастей, м; n - частота вращения вала, мин⁻¹;

$$n = \frac{600}{\tau_q},$$

где τ_q - время, за которое рабочий вал совершает 10 оборотов, с; ρ - плотность перемешиваемого полуфабриката, кг/м³ ($\rho = 1100$ кг/м³); K_1 - коэффициент подачи, зависящий от формы лопаток и их расположения на валу ($K_1 = 0,2 \dots 0,5$); K_2 - отношение суммарной площади лопастей к

винтовой поверхности того же диаметра и шага ($K_2 = 0,15 \dots 0,20$); K_3 – коэффициент, учитывающий площадь сечения, образуемую пересечением траекторий движения лопастей (для одновальнoй машины $z = 1$, $K_3 = 1$; для двухвальнoй машины $z = 2$, $K_3 = 0,55 \dots 0,70$).

Фактическая производительность тестомесильной машины в каждом опыте определяется по формуле

$$G_{\phi i} = 3600 \frac{(m_i - m_e)}{\tau_i},$$

где m_i – показания весов в i -ом опыте; m_e – масса пустой емкости (стакана); τ_i – время наполнения емкости в i -ом опыте.

Фактическая производительность тестомесильной машины

$$G_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^k G_{\phi i}}{k},$$

где k – количество опытов.

Производительность может быть отрегулирована изменением частоты вращения вала и поворотом лопаток.

Вместимость месильной камеры V (м^3)

$$V = \frac{\Pi \tau_3}{\rho K}, \quad (2)$$

где τ_3 – время замеса теста, с ($\tau_3 = 180 \dots 1800$ с); K – коэффициент заполнения месильной камеры ($K = 0,6 \dots 0,7$).

Мощность N (кВт), необходимая для вращения месильного органа при замесе теста,

$$N = \frac{(P_0 v_0 + P_p v_p)}{1000 \eta} z, \quad (3)$$

где v_0 и v_p – соответственно осевая и окружная скорость движения точки приложения равнодействующей сил сопротивления, действующих на лопасть, м/с;

$$v_0 = v_p \cos \alpha \sin \alpha, \quad (4)$$

$$v_p = \omega R, \quad (5)$$

где ω – угловая скорость вращения месильного вала, рад/с,

$$\omega = \frac{\pi}{30} \quad (6)$$

где R - максимальный радиус месильного органа, м; α - угол наклона лопасти к оси вращения (45°); P_0 и P_p - соответственно осевая и радиальная составляющая равнодействующей сил сопротивления, действующих на лопасть, Н;

$$P_0 = F[rptg^2(45 + \frac{\gamma}{2}) + 2Ctg(45 + \frac{\gamma}{2})](\sin \alpha - \mu \cos \alpha), \quad (7)$$

где F - площадь лопасти, погруженной в тесто, m^2 ($0,0035 m^2$); r - радиус вращения центра плоскости лопаток, м ($r = 0,75(D_{л}/2)$); C - удельное сопротивление теста с материалом лопаток, Па ($C=5000$ Па); γ - угол внутреннего трения теста ($\gamma = 45^\circ$); μ - коэффициент трения теста о лопасть ($\mu = 0,73$); m - число лопастей в тестомесильной машине (5); η - КПД привода ($\eta=0,60-0,95$)

$$P_p = F[rptg^2(45 + \frac{\gamma}{2}) + 2Ctg(45 + \frac{\gamma}{2})](\cos \alpha + \mu \sin \alpha). \quad (8)$$

Фактическая мощность, затрачиваемая на перемешивание теста N_ϕ , кВт

$$N_\phi = N_p - N_x,$$

где N_p - мощность рабочего хода, кВт; N_x - мощность холостого хода, кВт.

Потребляемая установкой электрическая мощность N_p (Вт) определяется как произведение значения тока I_p (А) на напряжение питающей сети U (В):

$$N_p = I_p \cdot U. \quad (9)$$

Установка питается от промышленной трёхфазной сети напряжением 380 В, таким образом принимаем $U = 380$ В.

Потребляемая установкой электрическая мощность на холостом ходу N_x (Вт) определяется как

$$N_x = I_x \cdot U. \quad (10)$$

4.7. Примерный расчет фасовочно-упаковочного автомата

Отклонения измеряемых значений массы пакета с продуктом от расчетных равны:

$$\Delta m_i = m_i - m_p, \quad (1)$$

где m_i – измеряемое значение массы пакета с продуктом, кг; m_p – заданная масса пакета с продуктом, кг.

Среднеарифметическое отклонение массы пакета с продуктом (кг) в каждом опыте, определяется как

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^M \Delta m_i, \quad (2)$$

где M – общее количество измерений в каждом опыте, Δm_i – сумма отклонений масс заполненных пакетов в n измерениях, кг.

Определите колебания массы заготовок в опыте по величине среднеквадратичного отклонения выборки $S(X)$ (кг)

$$S(X) = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (\bar{X} - \Delta m_i)^2}. \quad (3)$$

Точность работы фасовочно-упаковочного автомата характеризует коэффициент вариации

$$k_v = \frac{S(X)}{m_p}. \quad (4)$$

При статистической оценке погрешности пользуются правилом трех сигм, на основании которого полагают, что с вероятностью 0,997 случайная погрешность выборки по абсолютной величине не превосходит 3σ ($\sigma = S(X)$). На этом основании наибольшей возможной ошибкой выборки считают $\Delta = 3\sigma$. Следовательно, максимальная и минимальная масса единичной выборки

$$m_{\min}^p = m_p - \Delta, \quad m_{\max}^p = m_p + \Delta. \quad (5)$$

Так как на практике погрешность работы автомата определяют в процентах к расчетной массе, то указанные предельные отклонения равносильны точности фасования

$$\Delta_p = \frac{3\sigma}{m_p} 100, \% \quad (6)$$

Фактическая точность фасования по произведенным замерам:

$$\Delta_{\min} = \frac{(m_p - m_{\min})}{m_p} 100; \quad \Delta_{\max} = \frac{(m_{\max} - m_p)}{m_p} 100. \quad (7)$$

Проанализируйте работу фасовочно-упаковочного автомата и оцените стабильность процесса фасования η (деления) по формуле

$$\eta = 1 - \frac{H}{H_{\max}}, \quad (8)$$

где H – энтропия, соответствующая данному распределению значения величины массы заполненных пакетов; H_{\max} – максимально возможная энтропия, соответствующая закону равномерного распределения.

Определите энтропию

$$H(m) = -\sum P(m_i) \log P(m_i), \quad (9)$$

где $P(m_i)$ – вероятность получения случайной величины в заданном интервале m_{i-1}, m_i .

Для случая с двумя возможными исходами (точность в пределах допуска или вне допуска) расчет проведите по формуле

$$H = -P \log_2 P - (1-P) \log_2 (1-P), \quad (10)$$

Для подсчета энтропии массив величин масс заполненных пакетов разбейте на две части: соответствующие установленному допуску и несоответствующие. Подсчитайте вероятность $P(m_i)$ попадания величин массы в заданный допуск и несоответствия ему (точность массы единичного готового изделия установлена в пределах $\pm 5,0$ %). При этом точность измерения массы по величине должна быть не менее чем в 2 раза меньше величины допустимого диапазона.

$$P(F) = \frac{f}{M}, \quad (11)$$

где f – число благоприятствующих событию F исходов; M – число всех элементарных равновозможных исходов.

Определите массовую производительность автомата Π_m (кг/ч)

$$\Pi_m = 3600m_{\text{общ}} / \tau_{\text{общ}}, \quad (12)$$

где $\tau_{\text{общ}}$ – время работы автомата, с ; $m_{\text{общ}}$ – масса расфасованного продукта, кг

$$m_{\text{общ}} = m - m_l,$$

где m – масса расфасованного продукта в лотке, кг; m_l – масса лотка, кг.

Определите штучную производительность автомата $\Pi_{ш}$ (шт./мин)

$$\Pi_{ш} = 60n / \tau_{\text{общ}}, \quad (13)$$

где $\tau_{\text{общ}}$ – время работы автомата, с ; n – количество пакетов с продуктом, шт.

Расчет нагревательного элемента для термосваривающих губок. Мощность нагревательного элемента, во-первых, должна обеспечивать быстрый нагрев губок при запуске автомата, во-вторых, быть достаточной для поддержания их требуемой температуры при работе автомата.

Мощность нагревательного элемента губки при выходе автомата на рабочий режим N , кВт,

$$N = Q / \tau, \quad (14)$$

где Q – количество теплоты, переданное губке, кДж; τ – максимально допустимое время выхода автомата на рабочий режим, с. Выход автомата на рабочий режим должен осуществляться не более чем за 15 мин.

Теплота, переданная губке, затрачивается на повышение ее температуры и частично теряется за счет лучистого и конвективного теплообмена с окружающей средой:

$$Q = 1,2Mc(t_k - t_n), \quad (15)$$

где $1,2$ – коэффициент тепловых потерь при разогреве; M – масса губки, кг, $M = 1,4$ кг; c – удельная теплоемкость стали, кДж/(кг·К), $c = 0,5$ кДж/(кг·К); t_n и t_k – соответственно начальная и конечная температуры губки °С. Допускаем, что начальная температура губок равна температуре упаковочного материала.

Необходимая мощность нагревательного элемента губки при работе автомата

$$N_p = 1,4 \frac{\Pi}{3600m} m_m c_m (t_c - t_n), \quad (16)$$

где $1,4$ – коэффициент тепловых потерь при работе; Π – производительность автомата, кг/ч; m – масса продукта в пакете, кг; m_m – масса материала пакета, находящаяся в зоне сварки, кг, m_m принять 0,002 кг; c_m – удельная теплоемкость материала пакета, кДж/(кг·К), $c_m = 1,6$ кДж/(кг·К); t_n и t_c – соответственно температура упаковочного материала и требуемая температура сварного шва, °С.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ЛИТЕРАТУРА

1. Гребенюк, С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов [Текст]: учебник / С.М. Гребенюк, Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, К.И. Виноградов. - М.: КолосС, 2007. – 520 с
2. Диагностика, ремонт, монтаж, сервисное обслуживание оборудования пищевых производств [Текст] учеб. пособие / В.А. Авроров, Н.Д. Тутов, А.Б. Терентьев, В.С. Николаев. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 664 с
3. Елахина, В.Д. Оборудование предприятий общественного питания. В 3 ч. Ч.1 [Текст]: учебник / В.Д. Елахина. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 416 с.
4. Кирпичников, В.П. Оборудование предприятий общественного питания. В 3 ч. Ч.2 [Текст]: учебник / В.П. Кирпичников. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 496 с.
5. Ковалевский, В.Н. Проектирование технологического оборудования и линий [Текст] учеб. пособие / В.Н. Ковалевский. – СПб.: ГИОРД, 2007 – 320 с.
6. Колупаева, Т.Л. Оборудование предприятий общественного питания. В 3 ч. Ч.3 [Текст]: учебник / Т.Л. Колупаева. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 304 с.
7. Компьютерные технологии при проектировании и эксплуатации технологического оборудования [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, В.А. Головацкий, Е.И. Верболоз. – СПб.: ГИОРД, 2012, - 256 с.
8. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств [Текст]: учебник / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, А.С. Гордеев, А.Н. Завражнов; под ред. А.А. Курочкина. - М.: КолосС, 2007.– 591 с.

9. Основы расчета оборудования хлебопекарных и макаронных предприятий [Текст]: учеб. пособие / Ю. А. Калошин, М. Е. Чернов, В. М. Хромеенков и др.; под ред. Ю.А. Калошина. – М.: ДеЛи Принт, 2012. – 192 с.
10. Плаксин, Ю.М. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст]: учебник / Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, В.А. Ларин. - М.: КолосС, 2005. – 760 с.
11. Процессы и аппараты пищевых производств. В 2-х кн. Кн.1 [Текст] : учебник / Под ред. А.Н. Острикова. - СПб.: ГИОРД, 2007. - 704 с.
12. Процессы и аппараты пищевых производств. В 2-х кн. Кн.2 [Текст] : учебник / Под ред. А.Н. Острикова. - СПб.: ГИОРД, 2007. - 608 с.
13. Шабуров, Г.В. Практикум по оборудованию и автоматизации перерабатывающих производств [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Шабуров, В.М Зимнякова и др. – М.: Колос, 2007. – 183 с.
14. Алексеев, Г.В. Компьютерные технологии при проектировании и эксплуатации технологического оборудования [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Алексеев, Н.Н. Бриденко, В.А. Головацкий, Е.И. Верболоз. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 296 с.
15. Васюкова, А.Т. Справочник повара [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Васюкова А.Т.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2012.— 496 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10980>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
16. Демский, А.Б. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов [Текст]: справочник / А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев. – М.: Дели Принт, 2005. – 760 с.
17. Драгилев, А.Н. Сборник задач по расчету технологического оборудования кондитерского производства[Текст]: учеб. пособие / А.Н. Драгилев, М.Д. Руб. - М.: Дели Принт, 2005. – 244 с.

18. Драгилев, А.Н. Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное и кондитерское [Текст]: учебник / А.Н. Драгилев, В.М. Хромеенков, М.Е. Чернов. - М.: Академия, 2004. – 432 с.

19. Зайчик, Ц.Р. Курсовое и дипломное проектирование технологического оборудования пищевых производств [Текст] учеб. пособие / Ц.Р. Зайчик, А.И. Драгилев, В.В. Федоренко; под ред. Ц.Р. Зайчика. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Дели Принт, 2004. – 118 с.

20. Зайчик, Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческого производства [Текст]: учебник для студ. образ. учреждений сред. проф. образования // Ц.Р. Зайчик. - М.: КолосС, 2005. – 345 с.

Приложение А

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»

Инженерный институт
Кафедра «Технологические машины и переработка материалов»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине

«Технологическое оборудование»

На тему:

«Проект роторного насоса для транспортировки сырной массы»

Разработал:
Обучающийся 4 курса, гр.
ТМО-151
Иванов И.И.
Руководитель: к.т.н. доцент
кафедры ТМиПМ
Бисилов Н.У.

Черкесск 2018 г

БИСИЛОВ Назим Урусланович
МАЛСУГЕНОВ Роман Сергеевич

Технологическое оборудование

Методические указания для выполнения
курсового проекта для обучающихся очной и заочной форм
обучения, направления подготовки 15.03.02 - Технологические
машины и оборудование, направленность (профиль) «Машины и
аппараты пищевых производств»

Корректор
Редактор

Сдано в набор
Формат 60x84/16
Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Усл. печ. л.
Заказ №
Тираж

Оригинал-макет подготовлен в Библиотечно-издательском
центре СевКавГГТА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36