



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Техника и технологии пищевых производств»

Методические указания
к дипломному проектированию
по направлению

**15.03.02 «Технологические
машины и оборудование»**

Авторы
Миханцева И. Ю.,
Яковлев Д. А.,
Рябов А. А.

Ростов-на-Дону, 2020

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов очной, заочной форм обучения направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Машины и аппараты пищевых производств».

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Техника и технологии пищевых производств» Миханцева И.Ю.,
к.т.н., доцент кафедры «Техника и технологии пищевых производств» Яковлев Д.А.,
ст. преподаватель кафедры «Техника и технологии пищевых производств» Рябов А.А





Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
Задачи и содержание дипломного проекта.....	4
Требования к предварительной подготовке обучающегося	5
Компетенции обучающегося, оцениваемые в результате выполнения и защиты дипломного проекта	5
Содержание дипломного проекта.....	8
Рекомендации к выполнению разделов ВКР	10
Пояснительная записка	10
Графическая часть	16
Список использованных информационных источников	18
Приложения	20
Приложение 1.....	21
Приложение 2.....	23
Приложение 3.....	25
Приложение 4.....	26
Приложение 5.....	31
Приложение 6.....	32
Приложение 7.....	35
Приложение 8.....	39



ВВЕДЕНИЕ

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профилю Машины и аппараты пищевых производств предусмотрена ВКР -дипломный проект.

Дипломное проектирование – это завершающая работа по практическому применению полученных знаний по всем техническим дисциплинам, по систематизации и закреплению теоретических знаний, практических умений и профессиональных навыков в процессе их использования для решения конкретных задач в рамках выбранной темы работы, важнейший этап подготовки к итоговой защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Дипломный проект – самостоятельная работа обучающегося, основной целью и содержанием которой являются развитие умений и навыков путем решения конкретных производственных, конструкторских и технологических задач, проведения инженерных расчетов, составления технико-экономического обоснования принимаемых решений, рассмотрения особенностей их безопасности, эксплуатации, оформления графической части проекта.

ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Задачи дипломного проектирования определяются видами деятельности будущего специалиста.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

- научно-исследовательская деятельность: изучение научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований в области машиностроительного производства; математическое моделирование процессов, оборудования и производственных объектов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования и проведения исследований; проведение технических измерений, составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления научных обзоров и публикаций;

- проектно-конструкторская деятельность: сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования изделий машиностроения и технологий их изготовления; расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническим заданием и использованием стандартных средств автоматизации проектирования; разработка рабочей проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ;

- производственно-технологическая деятельность: контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий; организация рабочих мест, их техническое оснащение с размещением технологического оборудования; организация метрологического обеспечения технологических процессов, использование типовых методов контроля качества выпускаемой продукции; обслуживание технологического оборудования для реализации производственных процессов; контроль соблюдения экологической безопасности проведения работ; наладка, настройка, регулирование и опытная проверка технологического оборудования.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Для допуска к дипломному проектированию обучающийся должен пройти преддипломную практику, сдать отчет и сдать госэкзамен.

Защита дипломного проекта, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты базируется на компетенциях, полученных на всем комплексе дисциплин, изученных обучающимся за весь период обучения в вузе, закрепляет у обучающегося весь комплекс знаний, умений и навыков, приобретенных за весь период обучения.

Во время подготовки и защиты выпускной квалификационной работы обучающийся осуществляет активную самостоятельную работу в рамках темы выпускной квалификационной работы. Перед защитой выпускной квалификационной работы обучающийся проходит предварительную защиту на кафедре.

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ОЦЕНИВАЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Целью оценки уровня качества освоения ОПОП ВО по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование является проверка конечных результатов освоения ОПОП ВО, уровня освоения компетенций, подготовленности выпускников к заявленным в ОПОП видам профессиональной деятельности. В процессе государственной итоговой аттестации выпускник должен проявить свои компетенции, сформированные в течение всего периода обучения.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО в результате освоения программы бакалавриата выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата должен обладать общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями, соответствующими виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа бакалавриата: ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПК-16, ПСК-1, ПСК-2.

Для оценки результатов освоения ОПОП ВО в выпускной квалификационной работе (дипломном проекте) выделены компетенции, представленные в таблице 1

Таблица 1– Компетенции, оцениваемые в выпускной квалификационной работе

Код	Формулировка компетенции
ОК-1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
ОК-2	способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции
ОК-3	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности
ОК-4	способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности
ОК-5	способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия

ОК-6	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОК-8	способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
ОК-9	готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
ОПК-1	способностью к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий
ОПК-2	владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером
ОПК-3	знанием основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации, умением использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях
ОПК-4	пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде
ОПК-5	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-1	способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК-3	способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования
ПК-4	способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
ПК-5	способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

ПК-6	способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК-7	умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК-8	умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК-9	умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК-10	способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК-11	способностью проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умением осваивать вводимое оборудование
ПК-12	способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК-13	умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования
ПК-14	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК-15	умением выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин
ПК-16	умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПСК-1	способностью применения базовых знаний в области естественно-научных и математических наук в профессиональной деятельности
ПСК-2	способностью применять специализированные знания в области техники и технологии пищевых производств

Тематика дипломного проектирования охватывает изучаемые технику и технологию пищевых производств, и включает всю номенклатуру отраслевого оборудования.



Выбор темы дипломных проектов осуществляется обучающимся совместно с руководителем из перечня тем, предлагаемых кафедрой. Все задания имеют индивидуальный характер.

Тема дипломного проекта формулируется как: «Машина (аппарат) для выполнения технологической операции с заданной производительностью» с решением определенной инженерной задачи, связанной с разработкой новой или модернизацией конструкции машины или аппарата данной технологической линии.

В частности, проект предусматривает решение одной из задач:

- повышение производительности линии, машины, аппарата;
- повышение качества продукции;
- экономия энергоресурсов;
- экономия конструкционных материалов;
- повышение технологичности изготавливаемой конструкции;
- экономия времени на техническое обслуживание;
- повышение ремонтпригодности конструкции;
- автоматизация технологического процесса.

СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Содержание (тема) дипломного проекта определяется индивидуальным заданием, которое выдается студенту на специальном бланке: с указанием темы проекта, срока представления к защите, исходными данными, перечнем графического материала, кратким содержанием расчетно-пояснительной записки.

Объектами типовых дипломных проектов являются отдельные виды технологического оборудования пищевых производств – машина или аппарат

Как правило, почти все проекты имеют конструкторский характер, в них решаются задачи разработки новой конструкции или модернизация машины или аппарата, а также отдельных узлов серийно изготавливаемого оборудования.

ВКР должна быть выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ к текстовым документам. Объем пояснительной записки должен быть 70-90 страниц. Формат текста: MS Word (файлы с расширением *.doc, *.docx). Формат страницы: А4 (210×297 мм). Шрифт: размер (кегель) – 14; тип – TimesNewRoman. Формулы оформляются только в редакторах MS Word Microsoft Equation Editor или Mathtype Equation Editor. Графическая часть должна составлять 6-8 листов формата А1.

Содержание проекта должно раскрывать тему по всем разделам и давать ясное представление о рассматриваемом процессе, конструкторском решении машины или аппарата в целом или модернизации отдельных его узлов.

Оформление расчетно-пояснительной записки должно отвечать требованиям стандарта (ЕСКД, СП ДГТУ), предъявляемого к текстовым документам.

Она должна содержать следующие листы и разделы:

- Титульный лист (по соответствующей форме стандарта);
- Задание на проект (приложение 1);
- Аннотация;
- Содержание
- Введение.
- Технология производства пищевого продукта (должен быть указан вид продукта)
- Анализ машин – аналогов
- Разработка технического задания на проектирование
- Разработка функциональной схемы машины и технологический расчет.



- Разработка кинематической схемы и ее расчет.
- Энергетический расчет.
- Специальные расчеты
- Монтаж, эксплуатация и ремонт машины или аппарата
- Автоматизация технологического процесса
- Технологические процессы сборки узла машины
- Обеспечение безопасности жизнедеятельности, охраны труда и окружающей среды.
- Технико-экономические расчеты
- Заключение.
- Графическая часть.
- Список приложений
- Список использованных источников



РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ВКР

Пояснительная записка

Титульный лист – форма стандартная, выдается на кафедре, не нумеруется

Задание – форма стандартная, выдается на кафедре, не нумеруется

Содержание – перечень наименований всех разделов, подразделов с указанием номера страницы, (**Приложение 2**)

На первом листе содержания выполняется **основная надпись для первого листа документа**, далее на всех листах ПЗ – **основная надпись для последующих листов**

Полное наименование машины на титульном листе, в основной надписи ПЗ и в тексте ПЗ, в основной надписи сборочного чертежа, функциональной и кинематической схемы должно быть одинаковым

Обозначение изделия и всех конструкторских документов (**Приложение 3**) по ГОСТ указывается в соответствующей графе основной надписи (ПЗ, спецификаций, чертежей и т.д.)

Аннотация представляет собой краткую характеристику проекта и должна отражать его основное содержание: тему, цель, суть разработки, ее основные параметры, выводы, возможную область применения.

Аннотация должна быть составлена на русском и иностранном языке (английском, немецком или французском).

Введение – кратко отражает актуальность темы, подтвержденную показателями состояния и развития пищевой отрасли, связанной с темой проекта, и завершается формулированием цели проекта.

Технология производства пищевого продукта (должен быть указан вид продукта)

Раздел включает:

- описание производимого пищевого продукта, требование к его качеству по ГОСТ, техническому регламенту или другой нормативной документации;
- описание исходного сырья, его физико-механических свойств, его технологических свойств, обуславливающих требования к его переработке;
- анализ современных технологических линий для производства пищевого продукта
- выбор и описание технологического процесса, представление его общей схемы как перечня операций;
- составление технологической схемы линии для производства пищевого продукта
- описание операции, выполняемой заданной машиной с выделением технологических требований к материалу до и после операции.

Анализ машин – аналогов.

Раздел включает:

- перечень или классификацию машин, предназначенных для выполнения заданной операции;
- патентный поиск
- краткое описание устройства и работы машин – аналогов, включая базовую модель;
- таблицу технических характеристик с указанием марок машин, анализ показателей и обоснование выбора базовой модели



Разработка технического задания на проектирование.

Раздел включает:

- наименование машины, её обозначение, назначение с техническими требованиями, обеспечивающими выполнение заданной операции, место в технологическом процессе;
- состав машины и требования к конструктивному устройству;
- принцип действия рабочих органов и описание работы машины

Разработка функциональной схемы машины и технологический расчет.

Раздел включает:

- разработку функциональной схемы машины согласно техническому заданию.

Схема приводится и в записке, и в графической части проекта. В записке на схеме указываются конструктивные и кинематические параметры, которые присутствуют в расчетах.

- расчет конструктивных, кинематических и силовых параметров рабочих органов машины и прочих, которые влияют на технологический процесс.

Важнейшей характеристикой машины является производительность. В курсе «Расчет и конструирование машин пищевой промышленности» обучающиеся знакомились с основными видами производительности действительная (фактическая); - теоретическая; технологическая.

Теоретическая производительность машины определяется количеством продукции, которую могла бы выпустить машина в единицу времени при бесперебойной и непрерывной работе.

Действительная производительность, являясь функцией от теоретической, зависит еще также и от условий эксплуатации машины и условий организации производства.

Технологическая производительность определяется тем количеством продукции, которое выпущено машиной, не имеющей потерь на холостые ходы, подходы и выстои. К таким относятся машины непрерывно-поточного действия. Для них теоретическая производительность одновременно является и технологической.

В технической документации и расчётных формулах под производительностью обычно подразумевается теоретическая .

В задании обучающемуся указана теоретическая производительность машины.

Технологический расчет включает в себя определение следующих параметров пищевого оборудования:

размеров рабочих органов, рабочих объемов, и их характеристик;

скорости рабочих органов;

технологических сил¹, работы или мощности, потребной для переработки пищевого продукта.

Исходные данные:

производительность машины;

состав машины и конструктивное устройство её частей, и, следовательно, форма рабочих органов;

¹технологические силы - силы производственного сопротивления, на преодоление которых затрачивается работа, необходимая для выполнения технологического процесса. Величина этих сил зависит от многих факторов: физико-механических свойств технологического материала, вида, скорости и режимов его обработки и их определение служит для дальнейшего расчета мощности, прочности и других характеристик машины.

технологические свойства пищевого продукта и режимы его обработки берутся обучающимся из ТЗ и предыдущих разделов ПЗ проекта.

В общем виде связь производительности с определяемыми параметрами:

$$Q = \frac{V_{\text{раб}}}{t_{\text{раб}}} = \frac{V_{\text{раб}} \cdot v}{L}$$

Первая часть формулы, которая определяет Q или рабочий объем $V_{\text{раб}}$ через t пребывания, требуемое для осуществления того или иного технологического процесса, обычно применяется при расчете аппаратов. Вторая часть формулы содержит скорость движения рабочего органа v и путь L , и применима для расчета машин.

Расчетные формулы для каждого типа машин, связывающие заданную производительность с конструктивными параметрами, даны в источнике литературы

Там же приведены расчеты или обоснованный выбор скорости воздействия рабочих органов или рабочей среды на обрабатываемый продукт.

Режимы воздействия должны исключать отрицательные последствия обработки и снижения пищевой ценности продукта.

Исходя из скорости воздействия рабочих органов и найденных или принятых из конструктивных соображений размеров рабочих органов, вычисляются необходимые скорости движения самих рабочих органов.

Зная конструктивные и кинематические характеристики рабочих органов, можно определить технологические (полезные) затраты мощности.

К ним относятся затраты мощности на валу рабочего органа.

В общем виде мощность, затрачиваемая на механическую обработку продукта, составляет:

- при поступательном движении рабочих органов машины:

$$N_n = R \cdot v_1,$$

где R - сила воздействия рабочего органа на обрабатываемый продукт, или сила сопротивления продукта, Н

v_1 -линейная скорость рабочего органа относительно продукта, м/с

- при вращательном движении рабочих органов машины:

$$N_B = M_B \cdot \omega_B$$

где M_B -вращающийся момент, Нм

ω_B -угловая скорость рабочего органа относительно продукта, c^{-1}

Силы сопротивления- это технологические силы, на преодоление которых затрачивается работа, необходимая для выполнения технологического процесса. Обычно технологические силы определяют экспериментальным или расчетным путем на этапах предварительных исследований. Их значения берутся в качестве справочных или рекомендованных.

Для обучающихся необходимые расчеты и рекомендации для определения потребной мощности заданного типа пищевого оборудования приведены в источнике, а пример разработки функциональной схемы машины и её технологический расчет в **Приложении 4**.

Разработка кинематической схемы и ее расчет.

Исходными данными для построения кинематической схемы являются:

- техническое задание (технические требования к машине)
- функциональная схема и технологический расчет.

Разработка кинематической схемы оборудования заключается в рациональном выборе передающих устройств, осуществляющих передачу движения от источника энергии к рабочему органу устройства.

В качестве источника движения наибольшее распространение в пищевом оборудовании нашли асинхронные электродвигатели различных типоразмеров.

Для выбора электродвигателя должны быть известны:

- требуемая мощность;
- условия эксплуатации (график нагрузки и пр.)

Требуемую мощность предварительно задают по расчетной нагрузке², учитывая КПД всего привода. Тип и марку электродвигателя выбирают по каталогу, задавая частоту вращения предпочтительно из ряда синхронных частот 750, 1000, 1500, 3000 об /мин

Рабочий орган машины может совершать виды движения: вращательное, поступательное, сложное.

Также надо учесть, сколько рабочих органов (приводных валов), как они расположены в пространстве.

Для передачи вращательного движения в плоскости используют ременные, цепные, зубчатые передачи.

При передаче движения в разных плоскостях принимают комплекс механических передач, редуктор.

Для преобразования одного вида движения в другой применяют исполнительные механизмы: эксцентриковые, реечные передачи, передачи гайка-винт и т.д.

Обучающийся выбирает передающие устройства и, при необходимости, исполнительные механизмы, то есть выстраивает кинематическую цепь машины, которую рассчитывает:

- определяет общее передаточное отношение:

$$i_{\text{общ}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{р.о.}}}$$

где $n_{\text{дв}}$ - частота вращения ротора электродвигателя, об /мин

$n_{\text{р.о.}}$ - частота вращения рабочего органа, об /мин

- разбивает по ступеням (передачам).

Общее передаточное отношение согласно справочным данным³:

$$i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_i$$

где i_i - передаточное отношение

i -той ступени привода.

- определяют конструктивные размеры каждого передаточного механизма.

Для зубчатых и цепных передач - это определение числа зубьев, для ременных - определение расчетного диаметра шкивов и т.д.

- определение частоты вращения каждого звена, каждого передаточного механизма (каждого вала) кинематической цепи. При необходимости - определение скоростей исполнительных механизмов - реек, плунжеров, кривошипно-шатунных и т.д.

²Силы, вращающий момент или мощность на валу рабочего органа, определенные в технологическом расчете. При необходимости рассчитываются или задаются силы трения и динамические силы. Как правило, студентами эти силы учитываются с помощью коэффициентов, принимаемых с учетом проектирования оборудования заданного типа [3, 8]

³ следует учесть, что каждая передача характеризуется определенным интервалом передаточного отношения с кинематической точки зрения, а с точки зрения компоновки - межосевым расстоянием.



Кинематический расчет является исходным для энергетического расчета, а также при необходимости для силового расчета машины или отдельных исполнительных механизмов.

Пример в **приложении 6**.

Энергетический расчет.

Энергетический расчет, как правило, сводится к определению мощности электродвигателя.

Исходными данными являются:

- технологические силы или затраты энергии на полезную работу или потребная мощность на валу рабочего органа (при указании в расчетах) с учетом сил непроизводительного сопротивления;
- расчеты кинематической цепи всех элементов привода.

Мощность электродвигателя определяется по формулам:

$$N_{дв} = \frac{F \cdot v}{\eta_{общ}} = \frac{M_B \cdot \omega_B}{\eta_{общ}} = \frac{A}{\eta_{общ} \cdot t} = \frac{N_{р.о.}}{\eta_{общ}}$$

Где: F- рабочая сила, Н

v- линейная скорость рабочего органа относительно продукта, м/с

M_B- вращающийся момент, Нм

ω_B-угловая скорость рабочего органа, с⁻¹

A- работа рабочих органов, Нм

t- время работы рабочих органов, с

N- мощность, потребная рабочим органам, Вт

η_{общ}- коэффициент полезного действия (КПД) всего привода, равный произведения частных КПД передач, входящих в привод:

$$\eta_{общ} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_i$$

где η_i - КПД i-той передачи.

По найденной мощности двигателя уточняют его тип и марку, предварительно выбранные в п.5, при необходимости делая перерасчет кинематической цепи.

Специальные расчеты.

К ним относятся необходимые теплотехнические, гидравлические и прочие расчеты, которые могут быть как основными для определенного вида оборудования, так и вспомогательными, что зависит от задания на проектирование.

Рекомендации к расчетам, как правило, можно найти в учебной литературе и технической документации.

Монтаж, эксплуатация и ремонт машины или аппарата

Раздел включает:

- описание приспособлений для монтажа и условия монтажа (напр.: монтируется в разобранном виде, запрещается наклонять)
- эксплуатация и техническое обслуживание (перечень и описание правил)
- ремонт (перечень возможных неисправностей и методов их устранения)

Автоматизация технологического процесса

раздел включает:

- схему установки на машине или аппарате датчиков и управляющих устройств

- текстовое описание параметров автоматизации и числовые значения контролируемых параметров. (например: обеспечить автоматическое отключение электродвигателя (поз. ..) и включение сигнализации в случае превышения силы тока, выше 20 А)

Технологические процессы сборки узла машины

Задача данного раздела состоит в разработке одного из этапов процесса сборки машины - технологического процесса сборки. Технологический процесс сборки (ТСС) - это совокупность операций по соединению деталей в определенной последовательности с целью получить изделие, отвечающее заданным эксплуатационным требованиям.

При разработке ТСС устанавливают содержание операций и технологические режимы сборки. Определяют наиболее производительные, экономичные способы соединения, проверки положения и фиксации составляющих изделия сборочных единиц и деталей, включая методы контроля и испытания изделия (**Приложение 8**).

Изучение собираемого изделия завершается разбиением его на сборочные единицы (узлы) и составлением технологических схем сборки. Разбивка изделия на сборочные единицы и составление схем сборки являются начальными и ответственными этапами в разработке технологии сборки. В наглядной форме они отражают состав и маршрут сборки изделия в целом и его составных частей.

Основные принципы, которыми следует руководствоваться технологу при разбивке изделия на сборочные единицы и разработке схем сборки следующие:

- сборочная единица не должна быть слишком большой по размерам и массе и состоять из значительного количества деталей и сопряжений, но в то же время излишнее дробление на сборочные единицы также нерационально;
- сборочная единица должна быть выделена в особую, если в процессе её сборки требуется проведение испытаний, обкатка, специальная слесарная доработка, пригонка и т.п.;
- сборочная единица при последующем монтаже её в машине не должна подвергаться разборке (если этого избежать нельзя, то разборочные работы необходимо предусмотреть в технологии);
- сборочные единицы должны включать также детали крепления, резьбовые соединения с тем, чтобы сократить количество отдельных деталей, подаваемых непосредственно на общую сборку;
- сборочные единицы должны быть примерно одинаковыми по трудоемкости;
- сборку следует начинать с установки на рабочем месте (стенде, конвейере) базовой детали или базовой сборочной единицы, к которой последовательно будут присоединяться остальные детали и сборочные единицы;
- сборку следует начинать с деталей, имеющих размеры, входящие в качестве составляющих звеньев в ту размерную цепь, при помощи которой решается наиболее ответственная задача;
- последовательность сборки определяется возможностью и удобством присоединения деталей;
- каждая ранее смонтированная деталь или сборочная единица не должна мешать последующей сборке;
- детали или сборочные единицы, выполняющие наиболее ответственные функции или которые являются общими звеньями в параллельно связанных размерных цепях, желательно монтировать в первую очередь;



- в процессе сборки необходимо обеспечить минимальное количество переустановок.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности, охраны труда и окружающей среды

Раздел включает:

- анализ вредных факторов, влияющих на безопасность жизнедеятельности, охрану труда и окружающую среду при производстве пищевого продукта.
требования безопасности к работе машины (аппарата)
способы защиты и порядок действий коллектива предприятия при чрезвычайных ситуациях.

Заключение.

- безопасности к технологическому процессу производства пищевого продукта
Кратко отражает результат проделанной работы и выполненных в ходе проектирования задач.

Графическая часть

При выполнении графической части дипломного проекта обучающийся должен использовать и соблюдать правила и положения ЕСКД и других государственных стандартов.

Графическая часть должна быть выполнена в системе автоматизированного проектирования (САПР), предпочтительно КОМПАС 3D. Для проектируемой машины должна быть создана 3Dмодель. Чтобы выполнить 3D модель машины, разрабатываются 3Dмодели деталей, входящих в состав машины, после чего детали собираются в сборочные единицы, далее в более крупные узлы и, в итоге, производится общая сборка машины. Для сборки используются модели стандартных изделий из библиотек программы. На основе трёхмерных моделей создаются двухмерные чертежи с необходимым количеством видов и разрезов, в соответствии с требованиями ЕСКД. Эскизы ТСС строятся при помощи «Режима разнесения компонентов сборки».

Примерный состав графической части проекта

1. Технологическая схема (линии или участка) А1 (А2)
2. Функциональная схема машины А2 (Пример в приложении 5)
3. Кинематическая схема машины А2
4. 3D модель.
5. Вид общий (сборочный чертёж) А1
6. Сборочный чертёж узла А1
7. Детализация (4-6 деталей) – А1
8. Техническое задание на автоматизацию А1
9. Технологическая схема сборки узла А1
10. Экономические показатели проекта



Список приложений:

1. Приложение 1. Задание на дипломный проект (по форме, выдается на кафедре).
2. Приложение 2. Содержание ВКР
3. Приложение 3. Обозначение конструкторских документов ВКР
4. Приложение 4. Разработка функциональной схемы
5. Приложение 5. Функциональная схема с экспликацией
6. Приложение 6. Разработка кинематической схемы и ее расчет
7. Приложение 7. Спецификации
8. Приложение 8. Технология машиностроения

Обучающимся следует обратить внимание на необходимость отражения в расчетно-пояснительной записке и графической части проекта всех перечисленных разделов, соблюдения формулировок названий разделов и т.п.

Содержание дипломного проекта научно-исследовательского характера определяется руководителем проекта в индивидуальном порядке.

К защите представляется проект, выполненный в полном объеме в соответствии с заданием, проверенный и подписанный руководителями разделов, руководителем проекта, нормоконтролером и зав. кафедрой. Руководитель проекта представляет отзыв на ВКР

Защита дипломного проекта (ВКР) производится открыто в присутствии обучающихся и принимается комиссией с проставлением оценки и занесением ее в ведомость и зачетную книжку студента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная литература

1. Хозяев, И.А., Проектирование технологического оборудования пищевых производств: учеб. Пособие СПб.: Лань, 2011
2. Зайчик, Ц.Р., Драгилев, А.И., Курсовое и дипломное проектирование технологического оборудования пищевых производств: метод. рук.: учеб. Пособие, М.: ДеЛи принт, 2004
3. Антипов, С.Т., Кретов, И.Т., Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн.: Учеб. для вузов, М.: Высш. шк., 2001
4. Тупольских, Т.И., Хозяев, И.А., Технология муки и крупы: учеб. Пособие, Ростов н/Д.: ИЦ ДГТУ, 2011
5. Кошевой, Е.П., Технологическое оборудование пищевых производств в примерах и задачах: Учеб. Пособие, Краснодар: , 2001
6. Демский, А.Б., Веденьев, В.Ф., Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов: справочник, М.: ДеЛи принт, 2005
7. Антипов, С.Т., Введение в специальность "Машины и аппараты пищевых производств": учеб. для вузов, М.: КолосС, 2008
8. Чеботарев, О.Н., Шаззо, А.Ю., Технология муки, крупы и комбикормов: учеб. Пособие, Ростов н/Д.: МарТ, 2004
9. Хозяев, И.А., Ильченко, В.Д., Специальные технологии переработки зерна в муку и крупу: учеб. Пособие, Ростов н/Д.: ИЦ ДГТУ, 2006
10. Антипов, С.Т., Кретов, И.Т., Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн.: Учеб. для вузов, М.: Высш. шк., 2001
11. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т – М.,Машиностроение 2000

Дополнительная литература

1. Бабичев, А.П., Тамаркин, М.А. Физико-технологические основы методов обработки Ростов н/Д.: Феникс, 2006
2. Мельников, А.С., Тамаркин, М.А., Научные основы технологии машиностроения: учебное пособие, Лань, 2018
3. Схиртладзе, А.Г., Воронов, В.Н., Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для вузов, Старый Оскол: ТНТ, 2011
4. Беккер В.Ф., Технические средства автоматизации. Интерфейсные устройства и микропроцессорные средства: Учебное пособие, Москва: Издательский Центр РИОР, 2015
5. Ким К.К., Анисимов Г.Н., Поверка средств измерений электрических величин: Учебное пособие
6. Москва: ФГБОУ "Учебно- методический центр по образованию на железнодорожном транспорте "(УМЦ ЖДТ), 2014
7. Шишов О.В., Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации: Учебник, Москва: ООО "Научно- издательский центр ИНФРА-М", 2016
8. Белов С.В., Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учеб. для бакалавров, М.: Юрайт, 2013
9. Власова, О.С., Ноксология: учебное пособие, Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно- строительный университет, 2015



10. Барышев, Е.Е., Волкова, А.А., Ноксология: учебник, Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014
11. Тягунов, Г.В., Волкова, А.А., Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие, Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016
12. Муравей, Л.А., Кривошеин, Д.А., Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие, Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017
13. Занько, Н.Г., Малаян, К.Р., Безопасность жизнедеятельности, Лань, 2017
14. Макеева О.А. Управление маркетингом фирмы: учеб. Пособие, Ростов н/Д.: РГСУ, 2013
15. Руसानова, Р.Л., Анализ безубыточности предприятия, Москва: Лаборатория книги, 2010
16. Милкова О.И., Экономика и организация предприятия: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы обучающихся, Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014
17. Страхова, Н.А., Казначеевская, А.Е., Экономика и организация предприятия: учебное пособие, Ростов н/Д.: РГСУ, 2011
18. Соколов А.Я. и др. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. М.: Колос 1984 г.
19. ГОСТ 2.703-68 ЕСКД Правила выполнения кинематических схем.
20. ГОСТ 2.201-80 ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов.
21. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы (расчеты).
22. ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.



ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Приложение 1. Задание на дипломный проект (по форме, выдается на кафедре).
2. Приложение 2. Содержание ВКР
3. Приложение 3. Обозначение конструкторских документов ВКР
4. Приложение 4. Разработка функциональной схемы
5. Приложение 5. Функциональная схема с экспликацией
6. Приложение 6. Разработка кинематической схемы и ее расчет
7. Приложение 7. Спецификации
8. Приложение 8. Технология машиностроения

Приложение 1



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(ДГТУ)

Факультет «Агропромышленный»

Кафедра «Техника и технологии пищевых производств»

Зав. кафедрой ТТПШ

_____ Т.И. Тупольских
(подпись)

« ____ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ

к выпускной квалификационной работе бакалавра

Обучающийся ИВАНОВ И.И.

Группа АТМО 41

Обозначение ВКР 15.03.02.XX.00.00.000 БР

Тема «РАССЕВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 2 Т/Ч В РАЗМОЛЬНОМ
ОТДЕЛЕНИИ МЕЛЬНИЦЫ»

Утверждено приказом по ДГТУ № 678-ЛС-О от «25» февраля 2020 г.

Срок представления ВКР к защите « ____ » _____ 2020 г.

Исходные данные для ВКР _____

Содержание пояснительной записки:

ВВЕДЕНИЕ: _____

Наименование и содержание разделов:

1 Конструкторский раздел _____

2 Раздел технологии машиностроения _____

3 Экономическое обоснование _____

4 Безопасность и экологичность _____

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: _____

Перечень графического материала _____

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

Руководитель работы	_____	доцент П.П. Петров
	(подпись, дата)	
Консультанты по разделам:		
Конструкторский раздел работы	_____	доцент П.П. Петров
	(подпись, дата)	
Технологический раздел работы	_____	доцент П.П. Петров
	(подпись, дата)	
Экономическое обоснование работы	_____	доцент Ю.Н. Денисенко
	(подпись, дата)	
Безопасность и экологичность работы	_____	доцент О.В. Денисов
	(подпись, дата)	
Задание принял к исполнению	_____	И.И. Иванов
	(подпись, дата)	

Приложение 2

Содержание

ВВЕДЕНИЕ

- 1 Технология производства рисовой крупы
 - 1.1 Описание рисовой крупы и требований к ее качеству
 - 1.2 Технологические свойства исходного сырья (зерен риса)
 - 1.3 Технологический процесс производства рисовой крупы
 - 1.4 Требования к операции шелушения зерен риса
- 2 Анализ машин – аналогов
 - 2.2 Классификация машин, предназначенных для выполнения операции шелушения
 - 2.3 Патентный поиск
 - 2.4. Обзор современных машин - аналогов
 - 2.5 Выбор базовой модели
- 3 Разработка технического задания на проектирование
- 4 Разработка функциональной схемы машины шелушильной и ее технологический расчет
 - 4.1 Разработка функциональной схемы
 - 4.2 Технологический расчет
- 5 Разработка кинематической схемы машины шелушильной и ее расчет
- 6 Энергетический расчет.
- 7 Специальные расчеты
- 8 Монтаж, эксплуатация и ремонт машины шелушильной
 - 8.1 Эксплуатация и техническое обслуживание.
 - 8.2 Ремонт
- 9 Автоматизация технологического процесса

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв.№ дудл.

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

150302.XX.00.00.000 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Разраб.	Иванов И.И.			
Пров.	Петров П.П.			
Н.контр.				
Утв.	Тупольских Т.И.			

Машина шелушильная
для зерна риса

Лит.	Лист	Листов

ДГТУ
кафедра ТТПП

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв.№ дудл.

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

- 9.1 Схема автоматизации регулировки выпуска продукта – риса шелушеного.
- 10 Технологические процессы сборки узла опоры нижней
 - 10.1 Оценка технологичности конструкции опоры нижней
 - 10.2 Технология изготовления кронштейна.
 - 10.3 Технология сборки узла опоры нижней. Разработка ТСС
- 11 Обеспечение безопасности жизнедеятельности, охраны труда и окружающей среды
 - 11.1 Анализ вредных факторов, влияющих на безопасность жизнедеятельности, охрану труда и окружающую среду при производстве круп.
 - 11.2 Требования безопасности к технологическому процессу производства рисовой крупы
 - 11.3 Требования безопасности к работе машины шелушильной
 - 11.4 Способы защиты и порядок действий коллектива предприятия при чрезвычайных ситуациях.
- 12. Технико-экономические расчеты

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Список использованных источников

Приложения (спецификации)

Примечание Здесь и далее XX – последние две цифры зачетной книжки обучающегося

150302.XX.00.00.000 ПЗ

Лист

Изм.

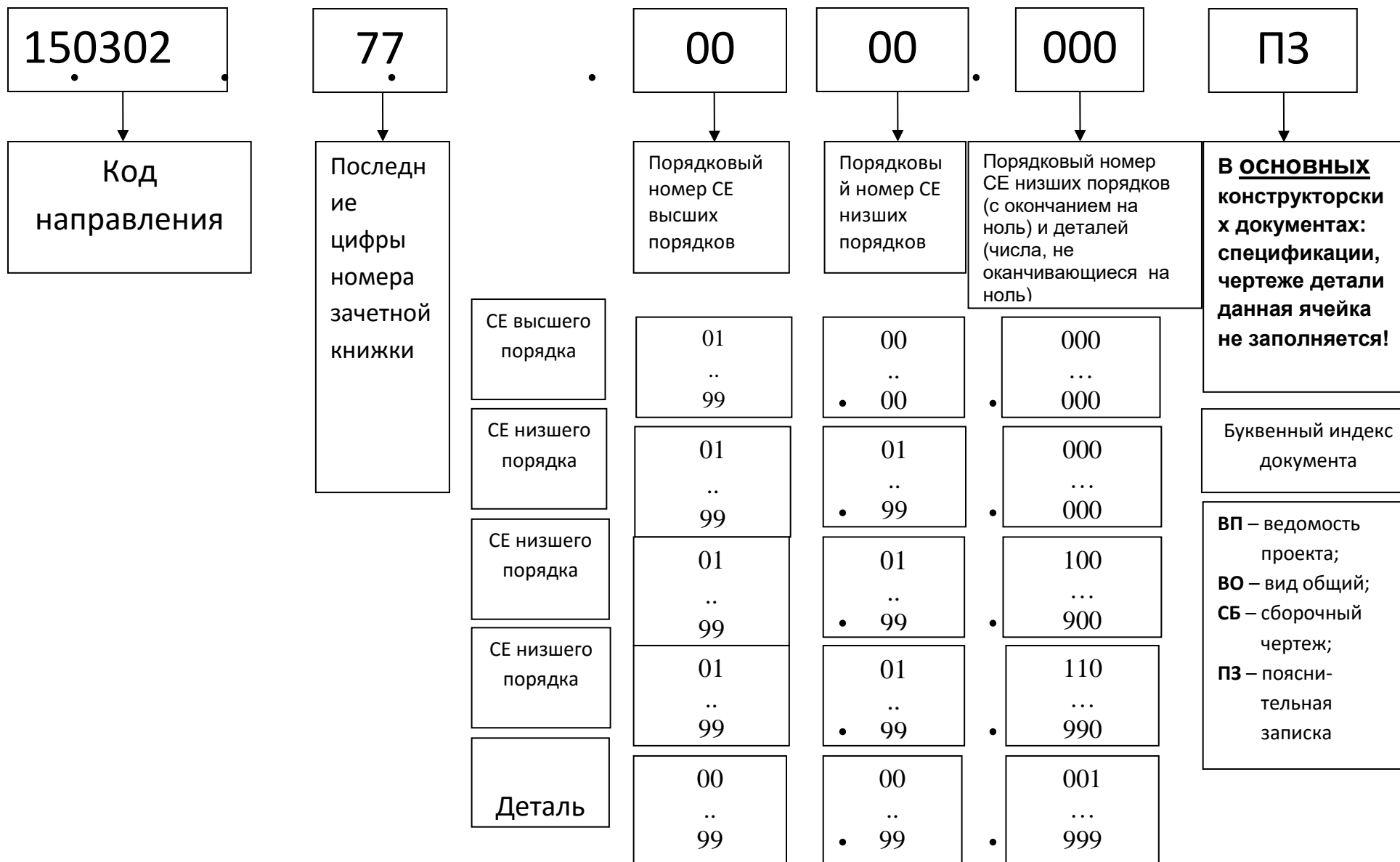
№ докум.

Подп.

Дата

Приложение 3

Обозначение конструкторских документов ВКР



Приложение 4

4. Разработка функциональной схемы и технологический расчёт сепаратора воздушно-ситового.

4.1 Разработка функциональной схемы согласно ТЗ.

Для разработки функциональной схемы определим состав устройств сепаратора, осуществляющих заданные функции

Табл. 4.1 Функции сепаратора и осуществляющие их устройства.

Функция	Устройство
Подача	Приёмная камера с питателем
Пневмосепарирование, осаждение относков	Пневмоканал 1 и 2 продувки, аспирационные камеры
Сепарирование по ширине и толщине	Ситовый кузов с ситами
Выделение металлической примеси	Магнитный уловитель
Вывод и сбор фракций	Лотки

Исходя из ТЗ, производительности и вида перерабатываемого продукта выбираем следующую компоновку рабочих органов и вспомогательных устройств машины (рис. 4.1)

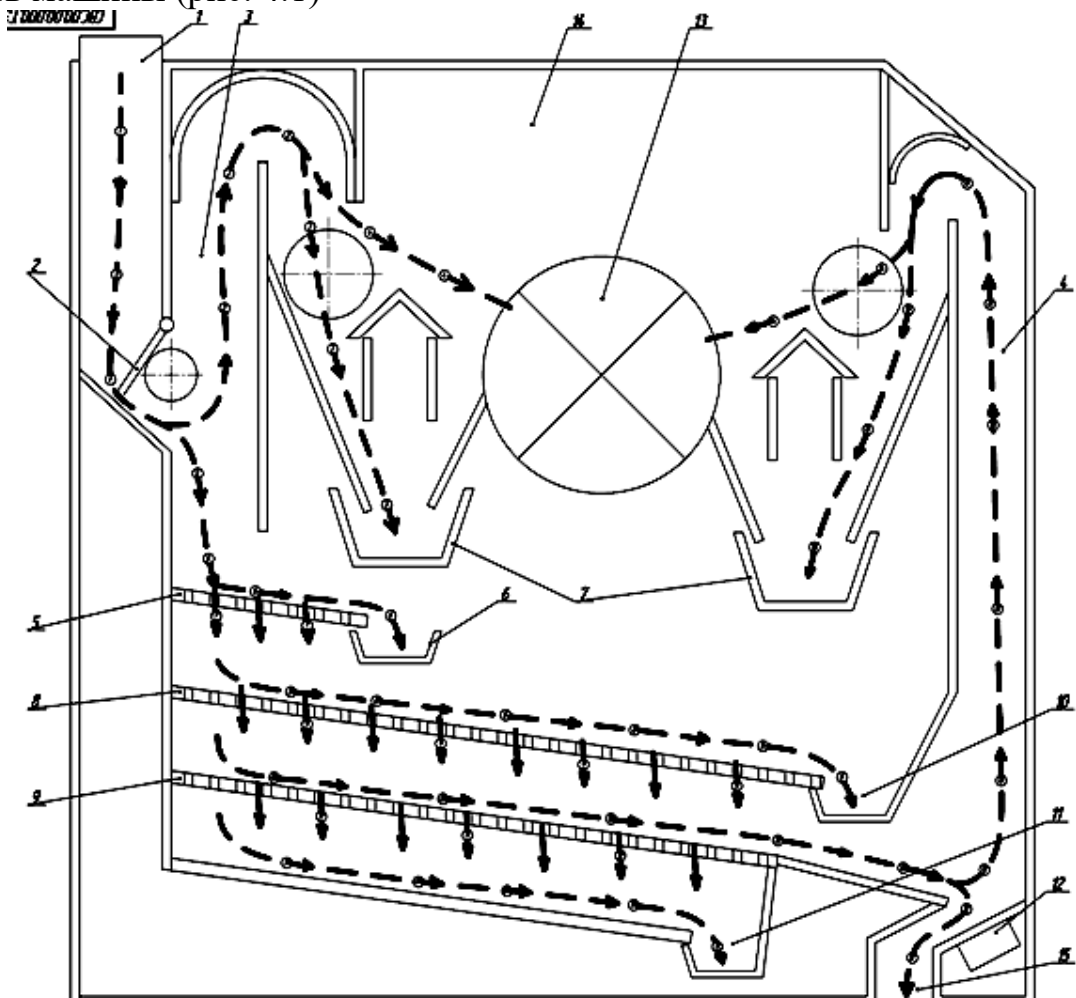


Рисунок 4.1 - Функциональная схема сепаратора

Сепаратор состоит из аспирационного устройства, ситового кузова, загрузочного и выгрузных устройств. В состав аспирационного устройства входят: два вентилятора, два пневмоканала, две осадочные камеры. Ситовый кузов включает три сита: приемное, сортировочное, подсевное.

Исходными данными для расчёта являются заданная производительность $Q=1000$ кг/час и требования к очистке семян подсолнечника.

4.2 Технологический расчёт

Для проведения технологического расчёта принимаем расчётную схему (рис. 4.2)

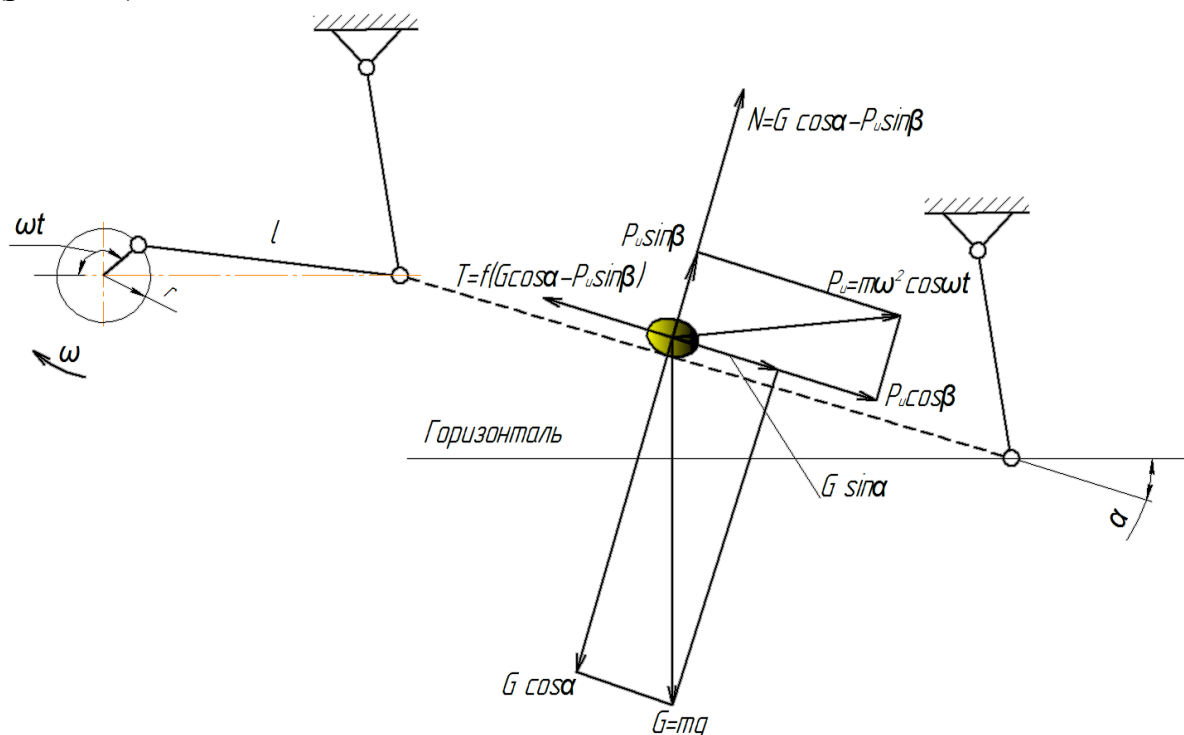


Рисунок 4.2. - Расчетная схема сепаратора (случай $\alpha = \beta$)

- r – радиус кривошипа (эксцентриситет, амплитуда колебаний сита);
- l – длина шатуна, при этом $l \gg r$ (в 50 и более раз);
- ω – угловая скорость кривошипа;
- G – сила тяжести ($G=m \cdot g$; m – масса частицы, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$);
- P_i – сила инерции;
- F – сила трения;

Исходные данные для расчёта конструктивных параметров сепаратора воздушно ситового для обработки семян подсолнечника:

- Q – производительность 1000 кг/час (0,28кг/сек);
- α - угол наклона сита к горизонту 140;
- β - угол между плоскостью сита и направлением колебаний 110;
- ρ - объёмная масса подсолнечника 760 кг/м³;
- f – коэффициент трения подсолнечника по ситу 0,14.

Исходя из конструктивных соображений принимаем радиус кривошипа $r=7$ мм

1. Подбор сит

Исходя из требований к очистке выбираем размеры отверстий в ситах:

Приёмное сито - Ø15 мм.

Сортировочное сито - Ø8 мм.

Подсевное сито - Ø5 мм.

Расположение отверстий в ситах выбираем как показано на рис 4.3;

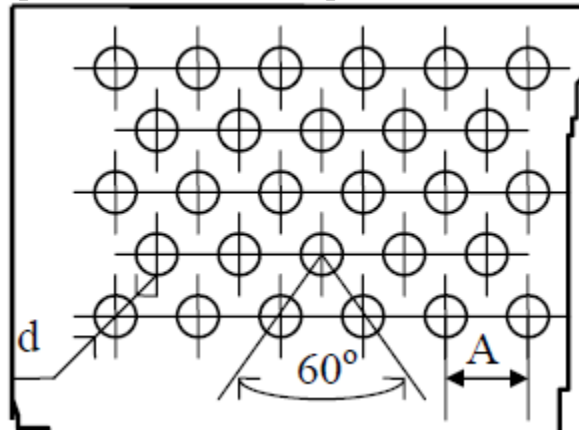


Рисунок 4.3 - Форма расположения отверстий в ситах.

Расчет ведем по подсевному сити. Для подсевных сит рекомендуемое значение q (удельной нагрузке на 1 см ширины сита, кг/с) – 0,012-0,017

2. Габаритные размеры сита (B и L)

Рабочая ширина:

$$B' = \frac{Q}{q}$$

где Q – производительность по исходному продукту, кг/с;

q – удельная нагрузка на 1 см ширины сита, кг/с.

$$B' = \frac{0,28}{0,012} = 23,3(\text{см}) = 233(\text{мм})$$

Конструктивная ширина сита:

$$B = 1,2 \cdot B'$$

$$B = 1,2 \cdot 233 = 280 (\text{мм})$$

Длину сита определим из рекомендуемого соотношения

$$L = (2,3 - 2,8) \cdot B$$

$$L = 280 \cdot 2,5 = 700 (\text{мм})$$

3. Расчёт кинематической характеристики.

Условия сепарирования на плоских ситах, установленных под углом α и совершающих возвратно-поступательное движение от эксцентрикового привода – движение частиц вверх-вниз по сити без подбрасывания.

Рассчитаем частоту вращения эксцентрикового вала n_e привода сит, обеспечивающую перемещение частиц **вверх** по сити

$$n_e = 30 \sqrt{\frac{\text{tg}(\varphi + \alpha)}{r}}$$

$$n_e = 30 \sqrt{\frac{\text{tg}(20^\circ + 14^\circ)}{0,007}} = 294 \text{ мин}^{-1}$$

где $\varphi = 20^\circ$ соответствует $f = 0,14$.

Рассчитаем частоту вращения эксцентрикового вала n_n привода сит, обеспечивающую перемещение частиц **вниз** по сит

$$n_n = 30 \sqrt{\frac{tg(\varphi - \alpha)}{r}}$$

$$n_n = 30 \sqrt{\frac{tg(20^\circ - 14^\circ)}{0,007}} = 116 \text{ мин}^{-1}$$

Определим условие, исключающее подбрасывание зерна на сите

$$n_n \leq \frac{30}{\sqrt{r \cdot tg\alpha}} \leq \frac{30}{\sqrt{0,007 \cdot tg14^\circ}} \leq 717,7 \text{ мин}^{-1},$$

и установим пределы частоты вращения эксцентрика: $294 < n < 718$.

Принимаем частоту вращения эксцентрика $n = 300 \text{ мин}^{-1}$.

Рассчитаем среднюю скорость транспортирования продукта по решет

Среднюю скорость перемещения частиц по сепарирующей поверхности решета определим по зависимости приведенной в работе [14]:

$$v = r \cdot \omega \cdot \cos \beta \cdot \cos \varepsilon \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\varepsilon \cdot Z}{\sin \varepsilon}\right)^2} \cdot \left[\frac{2}{\pi} \cdot f \cdot tg\beta \left(tg\varepsilon - \varepsilon + \frac{\pi}{2}\right) - 1\right],$$

где $\varepsilon = \pi \frac{K}{K-1}$,

$$K = \frac{Z_-}{Z_+},$$

$$Z_+ = \frac{g}{r \cdot \omega^2} tg(\varphi - \beta),$$

$$Z_- = -\frac{g}{r \cdot \omega^2} tg(\varphi + \beta),$$

Подставим значения в вышеприведенные выражения:

$$Z_+ = \frac{9,8}{0,007 \cdot 32^2} tg(20^\circ - 11^\circ) = 0,216$$

$$Z_- = -\frac{9,8}{0,007 \cdot 32^2} tg(20^\circ + 11^\circ) = -0,821,$$

$$K = \frac{-0,821}{0,216} = -3,8,$$

$$\varepsilon = \pi \frac{-3,8}{-3,8-1} = 2,48 \text{ рад } (135,5^\circ).$$

Для найденного значения ε определим его функции:

$$\sin \varepsilon = \sin 135,5^\circ \approx \cos(135,5^\circ - 90^\circ) \approx 0,701,$$

$$tg\varepsilon = tg135,5^\circ = -0,982,$$

$$\cos \varepsilon = \cos 135,5^\circ = -0,713.$$

Рассчитаем среднюю скорость перемещения частиц по сепарирующей поверхности решета

$$v = 0,007 \cdot 32 \cdot 0,982 \cdot (-0,54) \sqrt{1 - \left(\frac{2,363 \cdot 0,183}{0,701}\right)^2} \cdot \left[\frac{2}{\pi} \cdot 0,14 \cdot 0,194 \cdot \left(-0,982 - 2,363 + \frac{\pi}{2}\right) - 1\right]$$

$$v = 0,095 \text{ м/с.}$$

4. Проверочный расчёт производительности

Выполним проверочный расчёт производительности сепаратора исходя из рассчитанных конструктивных и кинематических параметров сепаратора.

$$Q = B' \cdot h \cdot v \cdot \rho$$

где B' – расчетная ширина ситового кузова, $B' = 0,233 \text{ м}$;

h – заданная начальная толщина слоя продукта поступающего на сепарирующую поверхность сита в технологически допустимых пределах, $h = 0,015 \text{ м}$;

ρ – плотность (объёмный вес) $\rho = 760 \text{ кг/м}^3$.

$$Q = 0,280 \cdot 0,015 \cdot 0,095 \cdot 760 = 0,25 \text{ (кг/с)} = 908 \text{ кг/час}$$

Полученная производительность с запасом удовлетворяет требованиям качественного осуществления технологического процесса

Рассчитаем массу груза балансира для уравновешивания ситового кузова:

$$m_2 = \frac{m \cdot r}{R}$$

где m – масса ситового корпуса с продуктом;

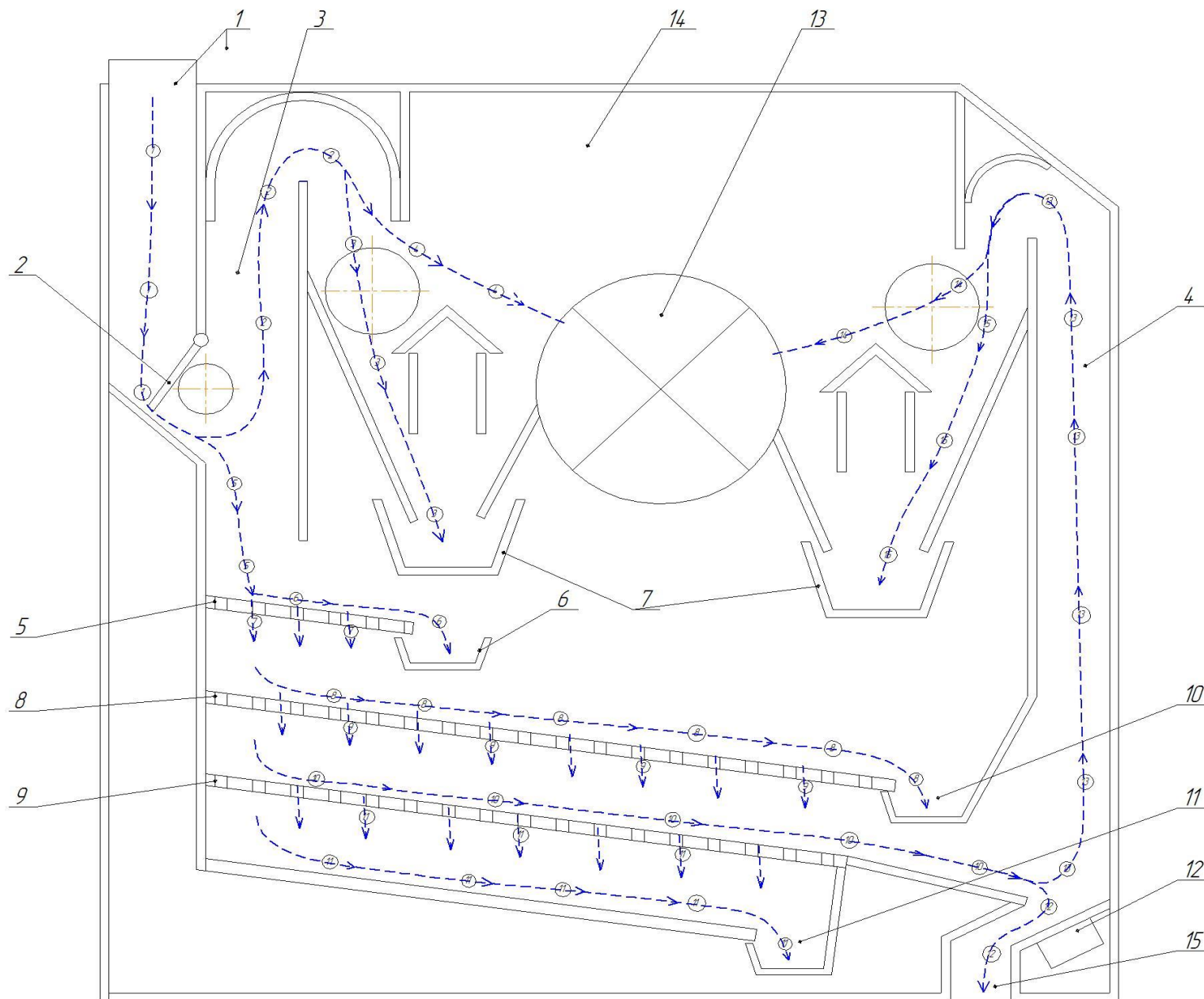
R – радиус положения центра тяжести груза, принятый из конструктивных соображений.

Суммарная масса ситового корпуса, определяется исходя из того, что его конструкция имеет приёмное, подсевное и сортировочные сита, каждое со своим слоем обрабатываемого материала, и, учитывая данные его параметров, принимаем $m = 150 \text{ кг}$.

$$m_2 = \frac{150 \cdot 0,007}{0,15} = 7 \text{ кг}$$

Для того, чтобы избежать значительных неуравновешенных сил, действующих в вертикальном направлении и являющихся вредными, массу вращающихся грузов берут меньше и силу инерции кузова уравновешивают приблизительно до 60%, т.е. до значения $7 \cdot 0,6 \approx 4,2 \text{ кг}$.

150302.XX.00.00.000 С2



- ➔ 1 ➔ Зерновая смесь (семена подсолнечника)
- ➔ 2 ➔ Воздух+легкие примеси
- ➔ 3 ➔ Пыль+легкие примеси
- ➔ 4 ➔ Воздух
- ➔ 5 ➔ Семена очищенные от легкой примеси
- ➔ 6 ➔ Сход (крупные примеси)
- ➔ 7 ➔ Проход (полноценные семена)
- ➔ 8 ➔ Сход (крупные семена)
- ➔ 9 ➔ Проход (семена отделенные по крупности)
- ➔ 10 ➔ Сход (отсортированные семена)
- ➔ 11 ➔ Проход (легкие примеси+подсев)
- ➔ 12 ➔ Очищенные семена
- ➔ 13 ➔ Легкие примеси + воздух
- ➔ 14 ➔ Воздух
- ➔ 15 ➔ Легкие примеси

Позиция	Наименование	Кол	Примечания
1	Загрузочное устройство	1	
2	Заслонка	1	
3	Аспирационный канал первой продувки	1	
4	Аспирационный канал второй продувки	1	
5	Приемное сито	1	
6	Лоток для сборки крупных примесей	1	
7	Лоток для сборки легких примесей	2	
8	Сортировочное сито	1	
9	Подсеивное сито	1	
10	Лоток для сборки крупных семян	1	
11	Лоток для сборки легких примесей	1	
12	Магнитная колонка	1	
13	Вентилятор	1	
14	Аспирационная камера	1	
15	Выгрузное устройство	1	

Лист 1 из 1
Лист 2 из 2
Лист 3 из 3
Лист 4 из 4
Лист 5 из 5
Лист 6 из 6
Лист 7 из 7
Лист 8 из 8
Лист 9 из 9
Лист 10 из 10
Лист 11 из 11
Лист 12 из 12
Лист 13 из 13
Лист 14 из 14
Лист 15 из 15
Лист 16 из 16
Лист 17 из 17
Лист 18 из 18
Лист 19 из 19
Лист 20 из 20

				150302.XX.00.00.000 С2		
Изм	Лист	№ докум	Год	Дата	Лит	Масштаб
Разраб	Иванов				У	-
Проб	Петров					
Утверд					Лист	Листов 1
Инженер					ДГТУ	
Учб	Тугельских				кафедра ТТМ	
				Копирован		
				Формат А1		

Приложение 6

5. Разработка кинематической схемы и ее расчет

Исходными данными для построения кинематической схемы являются:

- техническое задание (технические требования к машине)
- функциональная схема и технологический расчет.

Разработка кинематической схемы сепаратора заключается в оптимальном выборе передающих устройств, осуществляющих передачу движения от источника энергии к рабочим органам устройства – вентиляторам и ситовому корпусу.

В качестве источника движения наибольшее распространение в пищевом оборудовании нашли асинхронные электродвигатели различных типоразмеров.

Для выбора электродвигателя должны быть известны:

- требуемая мощность на привод валов вентиляторов и ситового корпуса;
- условия эксплуатации (график нагрузки и пр.)

Требуемую мощность предварительно задаем по расчетной нагрузке⁴, учитывая КПД всего привода. Тип и марку электродвигателя выбираем по каталогу, задавая частоту вращения предпочтительно из ряда синхронных частот 750,1000,1500,3000 мин⁻¹!

Рабочие органы сепаратора совершают следующие виды движения: вентиляторы - вращательное, ситовый корпус – колебательное в горизонтальной плоскости.

Также надо учесть, как рабочие органы расположены в пространстве.

Для передачи вращательного движения в плоскости используем ременные, передачи, для преобразования вращательного движения в возвратно – поступательное на валу привода ситового корпуса установим эксцентрик.

В сепараторе крутящий момент необходимо передать на вал с двумя вентиляторами и эксцентриковый вал, приводящий в движение ситовый корпус, подвешенный к раме на четырех подвесках.

Исходные данные для расчета:

N_1 – мощность на рабочем валу вентилятора

$$N_1 = 1,28 \text{ кВт}$$

N_2 - мощность, потребная на колебание ситового корпуса

$$N_2 = 255 \text{ Вт}$$

n_1 – частота вращения вала вентилятора

$$n_1 = 1500 \text{ мин}^{-1};$$

n_2 – частота вращения эксцентрикового вала

$$n_2 = 300 \text{ мин}^{-1}.$$

⁴ Силы, вращающий момент или мощность на валу рабочего органа, определенные в технологическом расчете. При необходимости рассчитываются или задаются силы трения и динамические силы. Как правило, студентами эти силы учитываются с помощью коэффициентов, принимаемых с учетом проектирования оборудования заданного типа [3, 8]

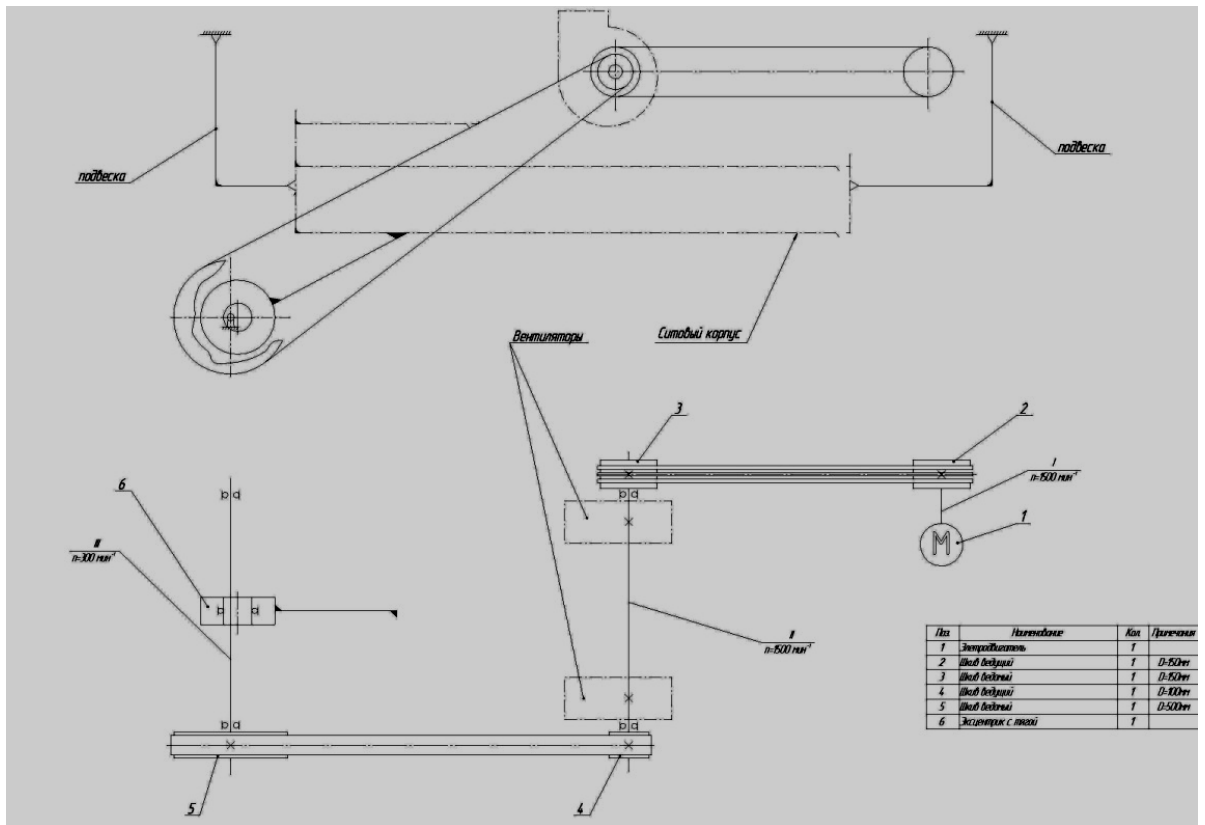


Рисунок 5.1 Кинематическая схема сепаратора.

d_2 – диаметр ведомого шкива, $d_2 = 150$ мм.

Исходя из компоновки и функциональной схемы и её расчёта выбираем привод вентилятора и ситового корпуса от одного электродвигателя. Предварительно выбираем марку электродвигателя по суммарной мощности вентилятора и ситового корпуса, равной 2,2 кВт.

Из справочника (8) выбираем асинхронный двигатель 4А90L4 с большей ближайшей мощностью $N = 2,2$ кВт, $n_{дв} = 1500 \text{ мин}^{-1}$.

$$N_{дв} = 2,2 \text{ кВт}$$

$$n_{дв} = 1500 \text{ мин}^{-1}$$

Крутящий момент передается от вала электродвигателя на вал вентиляторов и передаточное отношение равно:

$$i_1 = \frac{n_{дв}}{n_1}$$

$$i_1 = \frac{1500}{1500} = 1$$

где $n_{дв}$ – частота вращения ротора электродвигателя,

n_1 – частота вращения рабочего органа, мин^{-1}

На эксцентриковый вал, передающий колебательное движение ситовому корпусу крутящий момент передается от вала вентилятора.

Передаточное число второй ступени, i_2 равно:

$$i_2 = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i_2 = \frac{1500}{300} = 5$$

В качестве передач выбираем ременные передачи.

Определим диаметры шкивов на валу с вентиляторами и на эксцентриковом валу.

Определим диаметры шкивов на валу с вентиляторами.

В соответствии с рекомендациями [8] минимальный диаметр шкива должен быть более 100 мм. Принимаем шкив диаметром 150мм.

$$d_1 = 150 \text{ мм.}$$

Диаметр второго шкива легко определить из соотношения

$$i_1 = \frac{d_2}{d_1}$$

Передаточное число равно 1 следовательно:

$$d_1 = d_2$$

Тогда диаметр второго шкива:

$$d_2 = 150 \text{ мм.}$$

Уточним передаточное отношение с учетом относительного скольжения S , которое принимаем равным 0,01;

$$U_1 = \frac{d_1}{d_2 * (1 - S)}$$
$$U_1 = \frac{150}{150 * (1 - 0,01)} = 0,99$$

Отклонение передаточного числа от требуемого технологического передаточного числа составляет менее 5%, что вполне допустимо.

Определим диаметр шкива на эксцентриковом валу.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{1500}{300} = 5$$

Передаточное число равно 5, следовательно:

$$\frac{d_3}{d_4} = 5$$

В соответствии с рекомендациями минимальный диаметр шкива должен быть более 75мм. Принимаем шкив диаметром 100мм.

$$d_3 = 100 \text{ мм.}$$

Диаметр второго шкива d_4 легко определить из соотношения:

$$d_4 = 5 \cdot d_3$$

$$d_4 = 5 \cdot 100 = 500 \text{ мм.}$$

Спецификация (пример 2)

Инв. №	Формат	Знач	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Служ. №					<u>Документация</u>		
				150302.XX.01.00.000 СБ	Сборочный чертёж		
					<u>Сборочные единицы</u>		
	1			150302.XX.01.01.000	Корпус	1	
	2			150302.XX.01.02.000	Воздуховод	1	
	3			150302.XX.01.03.000	Патрубок	1	
	4			150302.XX.01.04.000	Люк	4	
	5			150302.XX.01.05.000	Люк	2	
	6			150302.XX.01.06.000	Заслонка	1	
Взам. инв. №					<u>Детали</u>		
	4			150302.XX.01.00.001	Крышка	1	
	10			150302.XX.01.00.002	Крышка	1	
	11			150302.XX.01.00.003	Противовес	1	
	12			150302.XX.01.00.004	Кольцо	1	
	13			150302.XX.01.00.005	Кольцо	1	
	14			150302.XX.01.00.006	Шпилька	1	
Лист и доли				15	150302.XX.01.00.007	Вертушка	10
				16	150302.XX.01.00.008	Накладка	1
Инв. № лист	150302.XX.01.00.000						
	Разраб.	Иванов	Подп.	Дата	Лист	Лист	Листов
	Проб.	Петров				1	2
	Н.контр.				ДГТУ каф ТТПП		
Утв.	Турольских						

Приложение 8

Пояснения к разделу «Технология машиностроения»

Графически на схемах сборки (рис.1) элементы изделия (детали, сборочные единицы) изображаются в виде прямоугольников, разделенных на три части, в которых вписываются наименование, номер позиции и количество элементов. Обозначение деталей принимается в соответствии со сборочными чертежами и спецификациями. Для обозначения сборочной единицы проставляют буквы "СЕ." и номер базовой детали. Перед обозначением сборки ставится номер сборочной единицы соответствующего порядка. Например, СЕ 2-1 – сборочная единица второго порядка (второй ступени) с базовой деталью №1. Элемент, с которого начинают сборку, называют базовым. Процесс сборки изображают на схеме горизонтальной линией от базового элемента к собранному объекту. Сверху, в порядке последовательности установки (монтажа), располагают детали, а ниже – узлы. Для конструктивно сложных изделий схемы сборки составляют для каждой сборочной единицы отдельно, а простых – совмещенными.

Схемы сборки кроме деталей и сборочных единиц могут содержать надписи, поясняющие специфические особенности сборочных работ (операций): соединение элементов (запрессовкой, пайкой, вальцеванием), фиксация (свинчиванием, с помощью клея, лаков, красок и компаундов), механическая доработка (сверление, развертывание), использование технологических деталей, контроль, регулировка и т.д. Дополнительные работы, к которым можно отнести частичную или полную разборку составных частей при сборке также отражают на схеме пояснительной надписью. Технологические схемы сборки на одно и то же изделие можно составить в нескольких вариантах, которые будут отличаться структурой и последовательностью комплектования сборочных элементов. Принятый вариант зависит от организационной формы сборки. Правильность составления схем сборки проверяется разборкой изделия.

150302.XX.00.00.000 ПЗ

Изм.	№ докум.	Подп.	Пресс для производства комбикорма				Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Иванов И.И.						ДГТУ кафедра ТТПП		
Пров.	Петров П.П.								
Н.контр.									
Утв.	Гупольских Т.И.								

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв.№ дудл.

Взам. инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

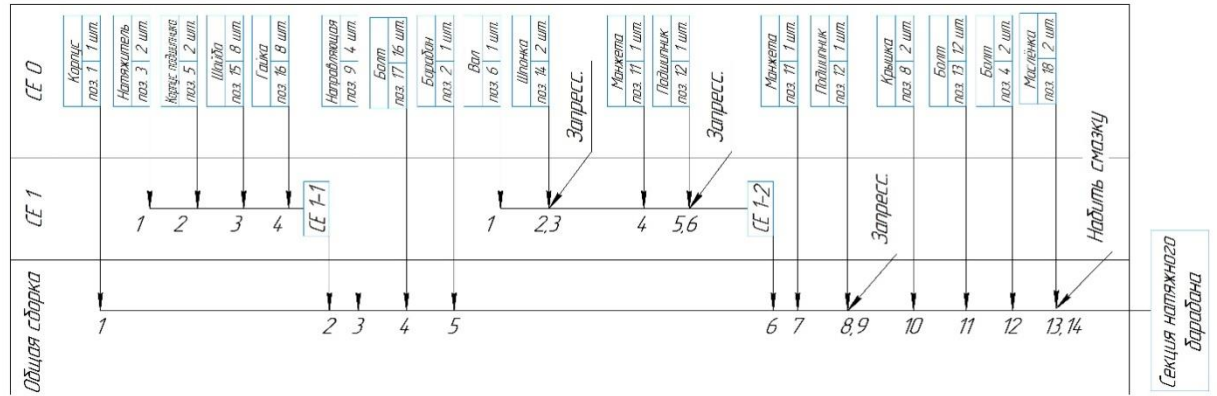


Рис. 1. Технологическая схема сборки

Построение технологических схем разборки изделий основано на тех же принципах. Разница заключается лишь в том, что построение схемы начинается с изделия, а не с базовой детали или сборочной единицы.

На рис. 2 приведен эскиз сборочной единицы.

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дудл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

II Переходы 5-9

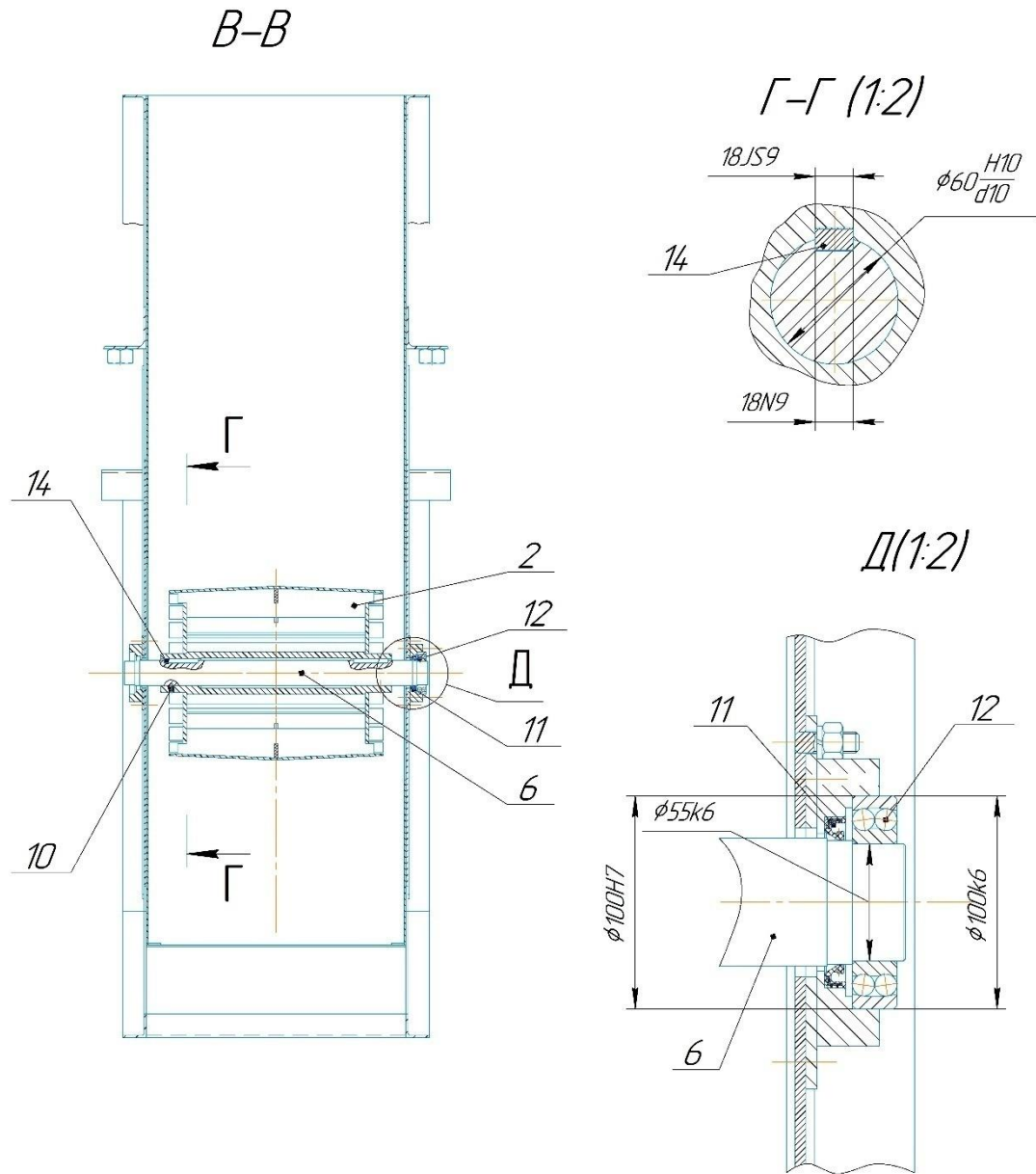


Рис.2. Эскиз сборочной единицы, переходы 5-9

Предпочтительным является изображение сборочной единицы в трёхмерном виде. При этом, собираемые детали изображаются на расстоянии друг от друга (рисунок 3).

150302.XX.00.00.000 ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подп.

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дата

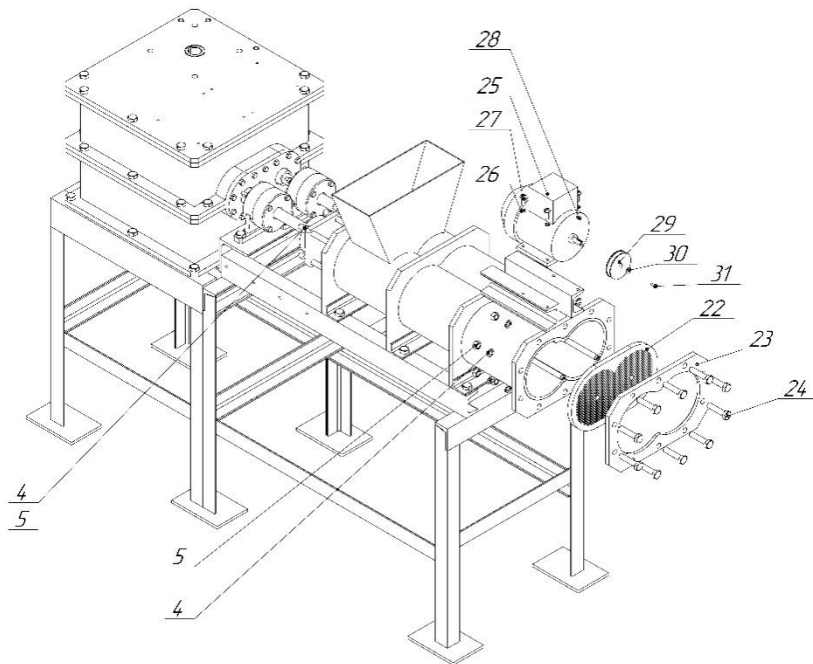
Изм. № дудл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Изм. № подл.

Операция II (23-38)



Практически технологические схемы сборки представляют собой разработку проекта технологического процесса сборки.

Технологический процесс сборки изделия в его окончательном виде определяется типом производства, т. е. объемом выпуска собираемых изделий, трудоемкостью сборки и организационными формами сборки. При больших объемах сборки разрабатывают технологический процесс подробно и с возможно большей дифференциацией сборочных операций. При малом объеме выпуска ограничиваются составлением маршрута (последовательности) сборочных операций.

Сборочные операции проектируют на основе схем сборки. Содержание сборочных операций следует устанавливать так, чтобы на каждом рабочем месте выполнялась однородная и технологически законченная операция, причем при поточном методе трудоемкость операции должна быть равна или несколько меньше такта сборки, либо кратна ему. Проектируя сборочную операцию, уточняют содержание технологических переходов и определяют схему базирования и закрепления базового элемента; выбирают оборудование, приспособления, режущий и монтажный (рабочий), контрольно-измерительный инструменты; устанавливают режимы работы, норму времени и разряд работы, выполняют необходимые технологические расчеты (определяют силу запрессовки; крутящие моменты при затяжке болтов, шпилек и др.) и обоснования.

В состав технологического процесса включаются при необходимости подготовительные, пригоночные, регулировочные, контрольные и др. работы (операции и переходы).

Технологические процессы сборки фиксируют в маршрутных и операционных картах, оформляемых в соответствии со стандартами ЕСТД.

Пример маршрутно-технологического процесса сборки ступицы представлен в таблице 1.

150302.XX.00.00.000 ПЗ

Лист

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Перв. примен.

Справ. №

№ операции	Наименование операции	Содержание операции и переходов
005	Сборка шкива (1Сб.8).	Закрепить шкив 8 в приспособлении Установить кольцо 10. Смазать и установить подшипник 9. Протереть и установить втулку 12. Смазать и установить подшипник 9.
010	Установка шкива (1Сб.8).	Закрепить ступицу 11 в приспособлении. Установить шкив (1Сб.8) на ступицу 11. Протереть и установить кольцо компенсационное 7. Установить кольцо стопорное 3.
015	Сборка фланца (1Сб.5).	Закрепить фланец 5 в приспособлении. Установить крышку 1. Закрепить крышку винтами 2. Установить прокладку 6.
020	Установка фланца (1Сб.5).	Установить фланец (1Сб.5). Закрепить фланец (1Сб.5) винтами 4.
025	Контрольная	Проверить легкость вращения шкива 8. Проверить биение поверхности Б относительно поверхности А.

Инв. № подл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Инв. № дудл.

Подпись и дата

Изм. Лист

№ докум.

Подп.

150302.XX.00.00.000 ПЗ

Лист