

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики
Направление подготовки 150305
Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Универсальный измельчитель пищевых продуктов

УДК 67.05

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Бойко Любовь Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Козарь Д.М.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова М.И.	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Буханченко С.Е.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>У н и в е р с а л ь н ы е</i>		
P1	Демонстрировать уважительное и бережное отношение к историческому наследию, накопленным гуманистическим ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также понимать современные тенденции отечественной и арубежной культуры	Требования ФГОС (ОК-11, ОК-12, ОК-13, ОК-14); Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.12, 2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P2	Понимать и следовать законам демократического развития страны, осознавая свои права и обязанности, при этом умело используя правовые документы в своей деятельности, а также демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-14, ОК-15); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P3	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии и стремиться к саморазвитию, повышению квалификации и	Требования ФГОС (ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-21, ПК-45);

	мастерства, владея при этом средствами самостоятельного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Критерий 5 АИОР (п.2.16), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P4	Изучать, формировать и систематизировать информацию, знать основные методы, способы и средства ее приобретения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-16, ОК-17, ОК-18, ПК-45); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P5	Владеть деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и иностранном языках, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний	Требования ФГОС (ОК-2, ОК-19); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P6	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой	Требования ФГОС (ОК-3, ОК-4, ПК-38); Критерий 5 АИОР (п.2.4, п.2.11), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI

	культуре	
P7	Обладать необходимым комплексом знаний в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук, использовать законы и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Требования ФГОС (ОК-9, ОК-10); Критерий 5 АИОР (п.2.1.), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
<i>П р о ф е с с и о н а л ь н ы е</i>		
P8	Разрабатывать, осваивать на практике и совершенствовать средства технологического оснащения, технологии, системы и средства автоматизации машиностроительных производств при организации серийного и массового выпуска изделий различного назначения	Требования ФГОС (ПК-9, ПК-10, ПК-20, ПК-26); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P9	Уметь осуществлять выбор необходимых материалов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, средств автоматизации, программного обеспечения, технологии для проектирования, изготовления и испытания машиностроительной продукции	Требования ФГОС (ПК-2, ПК-12, ПК-23, ПК-39, ПК-52, ПК-54); Критерий 5 АИОР (п.2.10), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P10	Владеть методами моделирования и проектирования производственных процессов, объектов и	Требования ФГОС (ПК-3, ПК-5, ПК-11, ПК-18, ПК-19, ПК-46, ПК-48);

	продукции машиностроительного производства с использованием современных информационных технологий и программного обеспечения мирового уровня	Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P11	Уметь разрабатывать и внедрять технологии изготовления продукции машиностроения, основываясь на главных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с использованием современных информационных технологий	Требования ФГОС (ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-27, ПК-30, ПК-35, ПК-40, ПК-53, ПК-55); Критерий 5 АИОР (), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P12	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые вычисления, планировать работу персонала и фондов оплаты труда при изготовлении продукции машиностроения	Требования ФГОС (ПК-4, ПК-16, ПК-22, ПК-41); Критерий 5 АИОР (п.2.3, п.2.7, п.2.9), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P13	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий,	Требования ФГОС (ПК-20, ПК-36); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI

	катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	
P14	Диагностика состояния и динамики объектов машиностроительных производств, определять основные свойства и характеристики материалов и изготовленных изделий с использованием методов, методик и средств программного анализа	Требования ФГОС (ПК-3, ПК-17, ПК-28, ПК-47, ПК-49); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P15	Уметь создавать проектную и техническую документацию, согласно установленным формам, будущей главной частью всех этапах жизненного цикла изделия.	Требования ФГОС (ПК-13, ПК-14, ПК-34, ПК-43, ПК-50); Критерий 5 АИОР (п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P16	Уметь проводить мероприятия эффективного контроля качества материалов, процессов технологического характера, средств измерения и готовой продукции машиностроения.	Требования ФГОС (ПК-15, ПК-24, ПК-29, ПК-31, ПК-32); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI

ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВКР

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт кибернетики

Направление подготовки (специальность) 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

С.Е.

(Подпись)

(Дата)

Буханченко

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Н21	Бойко Любовь Александровна

Тема работы:

Проектирование универсального измельчителя пищевых продуктов

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

5 июня 2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

1. Универсальный измельчитель пищевых продуктов предназначен для измельчения отходов пищевого производства для подготовки их к дальнейшей утилизации пиролизом.
2. Номинальная производительность измельчителя 500 кг/ч.
3. Измельчитель должен быть автоматическим или полуавтоматическим.
4. Измельчитель должен обеспечивать безопасность эксплуатации для оператора.
5. Измельчитель предназначен для агропромышленных предприятий.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Литературный обзор. 2. Разработка полного технического задания, с целью улучшения понимания технических аспектов разрабатываемой конструкции и требований, предъявляемых к ней. 3. Разработка принципиальной кинематической схемы комплекса. 4. Конструкторские расчеты в соответствии с кинематической схемой. 5. Проектирование установки. 6. Подготовка графического материала и пояснительной записки.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Сборочный чертеж измельчителя пищевых продуктов: 3-4 формата А0 (А1).
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2016
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Козарь Д.М.	нет		01.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Бойко Любовь Александровна		01.02.2016

РЕФЕРАТ

Дипломная работа состоит из 132 стр, 7 рис., 11 табл, 35 источников, 7 разделов, а так же три листа графической части в формате А0.

Объект исследования является измельчитель пищевых продуктов, предметом исследования – конструкция и геометрические параметры конструкции измельчителя.

Объектом исследования является установка иммерсионного контроля. Предмет исследования- стол установки иммерсионного контроля.

Цель: проектирование конструкции универсального измельчителя отходов пищевого производства для подготовки их к последующей утилизации пиролизом.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели:

Внешние габариты измельчителя составляют 534x1181x1520мм.

Вес измельчителя: 170 кг.

Производительность :500 кг/ч.

Измельчитель состоит из трех каскадно расположенных дробилок, накопителя входного продукта, трех мотор-редукторов и стойки. Собирается при помощи крепежей и дуговой сварки.

Оглавление	
Запланированные результаты обучения по программе.....	2
Задание на выполнение ВКР	7
Реферат.....	9
1. Литературный обзор	16
2. Конструкторская часть.....	26
2.1 Определение максимальных размеров измельченных частиц.....	26
2.2 Расчет геометрических параметров зубьев	27
2.3 Расчет производительности	33
2.4 Расчет требуемой мощности.....	38
2.5 Выбор двигателя	42
2.6 Выбор материалов валов.....	42
2.7 Проверочный расчет валов на прочность.....	43
3. Технологическая часть	48
3.1 Введение в современное станкостроение.....	48
3.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали	51
3.3 Анализ технологичности конструкции детали	51
3.4 Выбор вида и способа получения заготовки.....	52
3.5 Технологический маршрут	52
3.6 Размерный анализ	57
3.7 Расчет режимов резания.....	63
3.8 Выбор оборудования	68
3.9 Нормирование	72
3.10 Выбор режущего инструмента	77
3.11 Выбор средств технического контроля.....	77
3.12 Расчет приспособления	77
3.13 Заключение технологической части.....	80
4 Введение в раздел «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»	81
4.1 Анализ рынка	82
4.2 Целевая аудитория.....	82

4.3 Конкурентный анализ.....	83
4.4 SWOT – анализ.....	86
4.5 Заключение раздела «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....	91
5. раздел «Социальная ответственность»	92
5.1 Введение в раздел «Социальная ответственность»	92
5.1 Техногенная безопасность	93
5.1.1. Требования к рабочему помещению.....	93
5.1.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	94
5.1.3. Повышенный уровень вибрации.....	95
5.1.4. Недостаточная освещённость рабочей зоны	96
5.1.5. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	98
а) в помещениях для хранения сельскохозяйственной продукции и в основных производственных помещениях - по нормам технологического проектирования;	100
б) в помещениях, для которых параметры внутреннего воздуха не установлены нормами технологического проектирования, - в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88.....	100
5.1.6. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	101
5.1.7. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	103
5.2 Региональная безопасность.....	106
5.2.1 Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	109
5.3 Особенности законодательного регулирования проектных решений..	112
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	116
Заключение	120
Список используемой литературы	121

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая промышленность имеет прямое отношение к вопросам охраны окружающей среды так, как последнее время речь идет о производстве экологически чистых продуктов. Интенсивная обработка и большой объем перерабатываемого продукта обуславливают потенциальное воздействие на окружающую среду.

По отношению к пищевой промышленности главное внимание уделяется загрязнению окружающей среды органическими. При малом контроле загрязнения или малоэффективных мерах по предотвращению загрязнения появляется возможность загрязнения общественной инфраструктуры и отрицательное воздействие на местные экосистемы.

С коммерческой стороны, утилизация побочных продуктов позволяет снизить затраты на обработку отходов, а также сильно уменьшить стоимость конечного продукта. Стоимость твердых отходов следует рассчитывать с точки зрения их применения как корма скота и в качестве удобрения для растений. Значительное внимание уделяется развитию рынка побочных продуктов или производство компоста в условиях переработки твердых органических отходов в гумус [1].

В настоящее время одной из серьёзных проблем современной мира остро стоит проблема переработки органических отходов. Этой проблемой озадачены практически все страны современного мира. Один из самых оптимальных способов утилизации – это утилизация путем пиролиза, т. е. путём сжигания отходов при температуре от 650 до 990°C без доступа воздуха (кислорода и азота).

Данная тема дипломной работы является актуальной, так как для успешной утилизации отходов пищевого производства необходим высокопроизводительный измельчитель для качественной подготовки продуктов к дальнейшей утилизации пиролизом.

Данная тема была рассмотрена и ранее, но в других областях. Были разработаны такие установки, как:

1. Биоэнергетическая установка для переработки отходов пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства с помощью метанового сбраживания в биогазовой установки;
2. Крематоры для уничтожения органических отходов;
3. Линии производства пеллетов или брикетов из полученных отходов производства.

В моей дипломной работе поднимается проблема обеспечения необходимой производительности оптимизацией геометрии конструкции измельчителя отходов пищевого производства для подготовки их к последующей утилизации пиролизом. Ввиду того, что существующие аналоги имеют ряд недостатков, пригодных к исправлению.

Противоречия, разрешаемые в работе:

1. Между необходимостью повышения производительности оборудования и сохранения его стоимости.
2. Между потребностью повышения качества помола и удешевления стоимости готового продукта.

Объект исследования – Измельчитель пищевых продуктов.

Предмет исследования – конструкция и геометрические параметры конструкции измельчителя.

Цель: проектирование конструкции универсального измельчителя отходов пищевого производства для подготовки их к последующей утилизации пиролизом.

Задачи:

1. Разработать принципиальную кинематическую схему комплекса (усовершенствовать геометрию режущих инструментов).

2. Провести конструкторские расчеты в соответствии с кинематической схемой (рассчитать оптимальные геометрические параметры элементов конструкции измельчителя, расчет на прочность, динамический и статический анализ, назначение оптимального материала и т.д.).

Для решения задач используются следующие методы:

- ✓ Литературный обзор;
- ✓ Обобщение полученной информации;
- ✓ Сравнение;
- ✓ Моделирование (разработка конструкции и постройка 3D модели разрабатываемого устройства);

Научная новизна:

1. Разработана математическая модель универсального измельчителя отходов пищевого производства номинальной производительностью измельчителя 500 кг/ч.

2. Использование особенностей зубчатых колёс для раздалбливания твердых масс.

3. Обеспечение способностью измельчителя перемалывать как мягкие ткани, так и костную, без проведения для этого дополнительных работ.

Научные положения:

1. Проведен обзор достоинств и недостатков современных измельчителей продуктов пищевого производства.

2. Разработана конструкция измельчителя для обработки отходов пищевого производства.

Практическая значимость:

1. Разработанная в данном исследовании система может быть использована на агропромышленных предприятиях.
2. Улучшенная конструкция дробилок позволит повысить уровень безопасности для оператора при эксплуатации.
3. Внесенные усовершенствования режущих инструментов дробилок увеличит производительность сельскохозяйственной промышленности.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В современном мире существует масса разнообразных конструкций измельчителей пищевых продуктов, используемых для измельчения отходов пищевого производства для подготовки их к дальнейшей утилизации пиролизом.

На данный момент нужно выбрать универсальный измельчитель с номинальной производительностью 500 кг/ч.

Для переработки органосодержащего сырья методом пиролиза оптимальный размер измельченных частиц должен принимать значение, равное нескольким долям миллиметра, [2]. В данной работе рассматриваются условия, когда получаемый на выходе продукт близок по внешнему виду и свойствам к костной муке. Она представляет собой рассыпчатый серый порошок, размер самых крупных фрагментов которого не превышает трех миллиметров, присутствие таковых в производстве высшего качества не более 5 %, [3].

Для того, чтобы выявить недостатки существующих конструкций, а также достоинства, которые мы можем применить в нашей конструкции, проведем аналитический обзор, в котором рассмотрим несколько патентов на измельчители, удовлетворяющие наши начальные требования.

1) Патент РФ № 2508946 описывает устройство для измельчения пищевого сырья.

Изобретение относится к измельчению продуктов, растительного и животного происхождения и может быть использовано в пищевой промышленности. Разработанная конструкция решает проблемы патентов № 719587, № 2187367, № 93699. Конструкция изображена на рисунке 1.1.

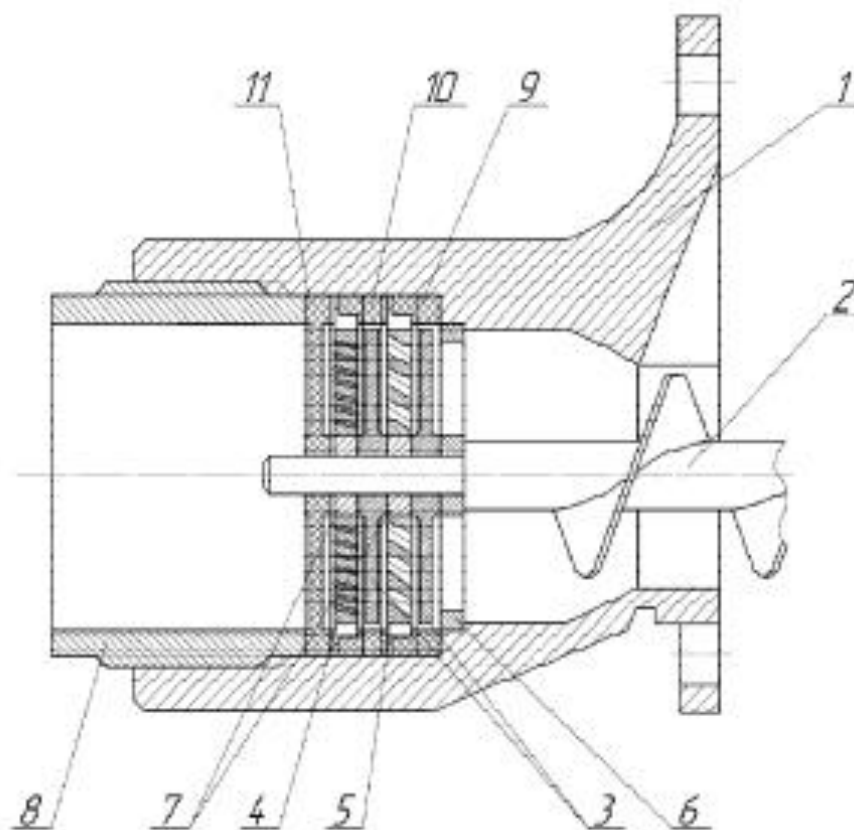


Рисунок 1.1 – конструкция патента РФ № 2508946 [фиг. 1, 2]

Конструкция сборного торцевого уплотнения 9 (рис. 2) состоит из корпуса 12 с восемнадцатью отверстиями 13, в которых с помощью пружин 15 установлены шарики 14. Корпус торцевого уплотнения 12 имеет четыре цилиндрических выступа 16 на стороне крепления к корпусу измельчающего устройства 1. С другой стороны корпуса 12 находится крышка 17, имеющая прямоугольные выступы 18, выполняющие роль шпонки, и восемнадцать отверстий 19, диаметры которых меньше диаметров отверстий 13 в корпусе 12.

Между торцевым и гаечным уплотнениями находится сборное промежуточное уплотнение 10. Оно отличается от других только тем, что подпружиненные шарики располагаются с двух сторон.

Благодаря подпружиненным шарикам, входящим в состав сборных уплотнений 9, 10, 11, заменяется трение скольжения на трение

качения между трущимися поверхностями соседних уплотнений, таким образом повышается надежность работы устройства.

Технической задачей патента №2508946 является увеличение времени работы устройства между чисткой, повышение качества переработанного продукта и надежности работы устройства путем замены между трущимися поверхностями трения скольжения на трение качения.

Данная установка имеет следующие особенности:

- Внутреннее отверстие корпуса 1 увеличивается в месте установки первого ножа 3 для увеличения объема проходимого сырья, повышения производительности измельчителя;
- Диаметры отверстий в измельчающих решетках уменьшаются в направлении движения сырья, поэтому получаемые фракции продукта являются достаточно однородными по размеру и геометрическим параметрам, что свидетельствует о высоком качестве выходного продукта;
- Увеличение времени работы устройства между чистками (продукт реже застревает в отверстиях решеток) обеспечивается путем введения небольших вибраций измельчающих решеток, с помощью специальных подпружиненных шариков, входящих в промежуточные уплотнения;
- Шарiki в промежуточных уплотнениях заменяют трение скольжения на трение качения между трущимися поверхностями соседних торцевых уплотнений, тем самым повышают надежность работы устройства, [4].

Анализ конструкции (рис. 1.1) позволяет выделить в устройстве ряд недостатков: из-за отсутствия зазора между ножами 3 и измельчающими решетками 4-5 появляется вероятность заедания устройства, и высокий износ подвижных элементов в виду отсутствия смазывающих жидкостей

2) Патент РФ № 2126298

Дробилка относится к устройствам для измельчения материалов цилиндрической и трубчатой формы и может использоваться в химической, пищевой и др. отраслях промышленности при регенерации отходов.

Предлагаемая дробилка содержит корпус 1 с выходным патрубком 2, два параллельных горизонтальных вала 3, на которых по их длине жестко насажены зубчатые дисковые ножи 4, чередующиеся с кольцевыми прокладками 5, при этом ножи одного вала находятся между смежными ножами другого вала. На корпусе 1 жестко закреплено гнездо 6 с угловым ступенчатым пазом, в который вставлены плоские съемники 7, отделенные друг от друга плоскими прокладками 8, составляющие в совокупности съемную гребенку, причем плоские съемники 7 выполнены с установочным выступом, а рабочая грань 9 выполнена под острым углом к верхней грани 10, при этом съемники 7 зафиксированы в рабочем положении плоским фиксатором 11, имеется крышка 12 с входным патрубком 13, по периметру которого с внутренней стороны выполнен ороситель 14.

На рисунке 1.2 представлен общий вид дробилки с частичным вырывом, на рисунке 3 - вид по стрелке А, показывающий расположение дисковых ножей и кольцевых прокладок.

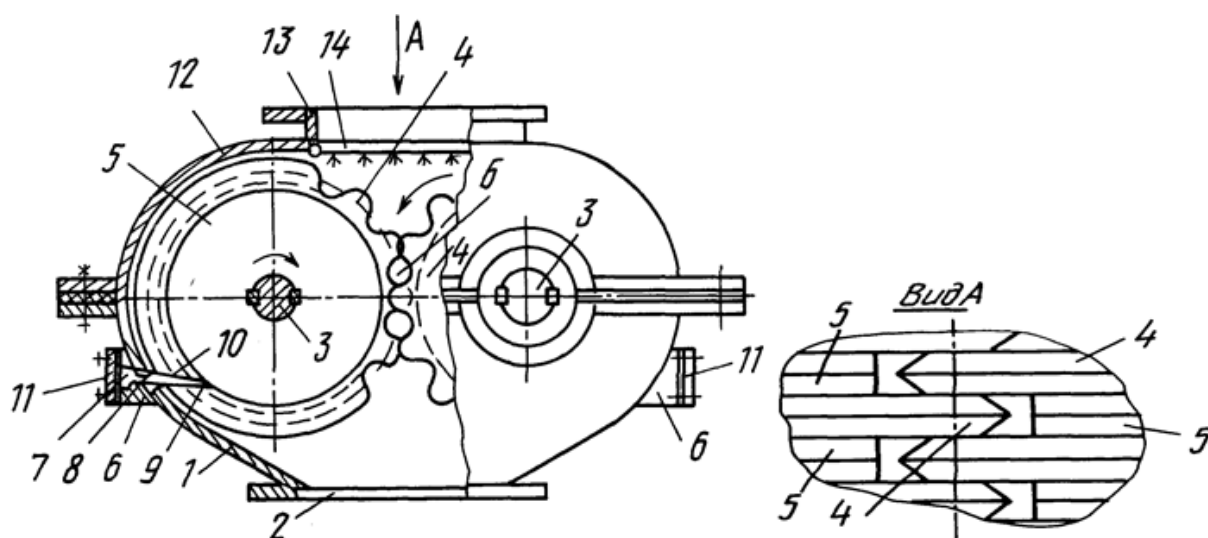


Рисунок 1.2 – Шредерное устройство для измельчения материалов цилиндрической, трубчатой формы

Разработанная конструкция решает проблемы патента США N 5178336.

Целью предлагаемого изобретения является повышение надежности в работе и производительности.

Данная установка имеет следующие особенности:

- Зубчатые дисковые ножи установлены попарно режущими кромками в противоположные стороны, таким образом увеличивается сила резания, уменьшается трение (продукт не контактирует с тыльной не заточенной стороной лезвия), тем самым повышается производительность установки;

- Съемная гребенка представляет собой набор поочередно расположенных плоских съемников и прокладок, причем рабочая и верхняя грани съемников расположены под острым углом, а внутренняя грань прокладки профильна корпусу для повышения качества процесса отчистки кольцевых прокладок между зубчатыми дисковыми ножами;

- Вершина угла плоского съемника или ребро, образованное верхней и рабочей гранями съемника, взаимодействует с поверхностью кольцевой прокладки вала, что обеспечивает его отчистку в промежутках между взаимодействием с продуктом, таким, облегчается процесс ее отчистки, [5].

Одним из недостатков данной конструкции является низкое качество переработанного материала в сравнение с рассмотренным первым патентом в виду отсутствия у данной конструкции измельчающих решеток;

3) Патент РФ № 2492927, описывающий шредер.

Изобретение относится к оборудованию для переработки различных материалов, в частности древесных отходов.

Разработанная конструкция решает проблемы патентов США №4.630.781, Германии DT 2158868, СССР №939068, патент РФ № 939068.

Валки шредера состоят из вала 1, различных дисков 2 и 3 с различными параметрами зубьев и промежуточных колец 4 (рис. 1.3). Диски размещены на валу посекционно с объединением в секции дисков с одинаковыми параметрами. Сочетание нескольких секций на одном валке позволяет осуществлять многостадийное дробление и измельчение в одной дробилке. Изобретение позволяет производить избирательное дробление или измельчение тех или иных материалов на наиболее подходящей для этого секции. Использование изобретения позволит создать многостадийную компактную установку для получения порошковой массы или шрота для дальнейшего использования. Особенности данной конструкции изображены на рисунках 1.3 – 1.5.

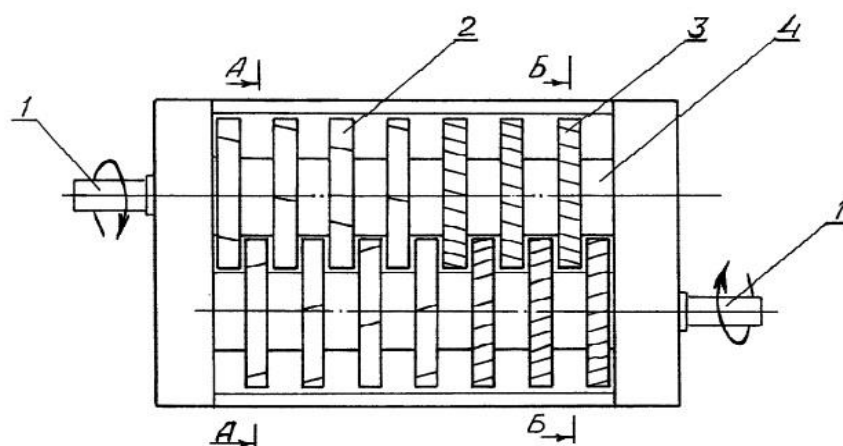


Рисунок 1.3 – Измельчающее устройство [фиг.1, 4]

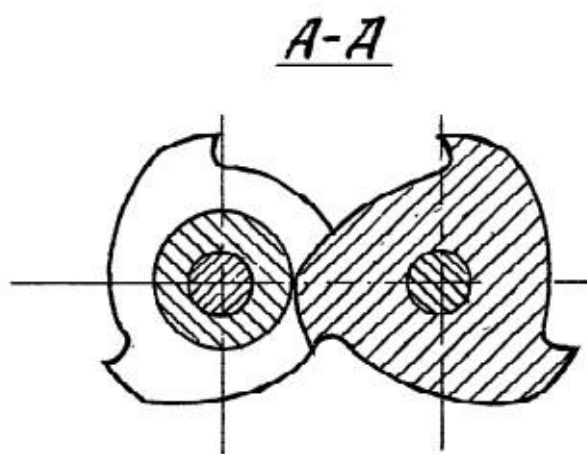


Рисунок 1.4 – Разрез А-А валка по секции с дисками [фиг.1, 4]

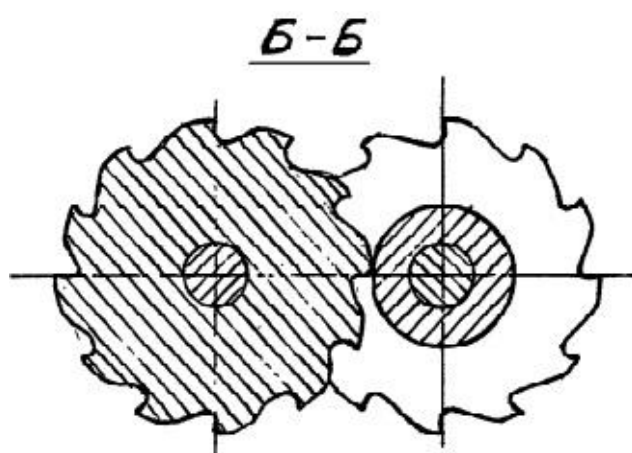


Рисунок 1.5 – Разрез Б-Б валка по секции с дисками [фиг.1, 4]

Валок, таким образом, состоит из секций с различными дисками. Такая конструкция валкового измельчителя позволяет производить

переработку крупногабаритных предметов, и после выноса полученной массы разделять ее по фракциям. Надрешетный продукт направляется на измельчение на секцию с более мелким зубом, и в итоге получается необходимая по технологии фракция. В этом случае выполняется основное правило дробления - не дробить ничего лишнего, т.к. уже при первой стадии всегда получается определенная доля кондиционной массы.

Совершенно очевидно, что за один пропуск габаритного предмета, например, холодильника или крышки, нужные по размеру фракции получить не удастся, поэтому применяются многостадийные схемы в виде каскада дробилок, конвейеров, классификаторов и питателей. Такие схемы широко используются в горнорудной промышленности.

Совершенно другие требования предъявляются к мобильным установкам, которые должны перемещаться по дорогам общего пользования самостоятельно, с достаточно высокой скоростью, и иметь ограниченные габариты и массу. Более того, такая установка должна иметь 100% готовность к эксплуатации после перемещения на десятки, а то и сотни километров. В этом случае при конструировании на первое место выдвигаются габариты и масса, а также определенные ограничения мощности энергоустановки

Цель изобретения - совместить в одном двухвалковом шредере несколько стадий дробления и измельчения.

Поставленная цель достигается тем, что каждый валок шредера набирается из дисков различной конструкции. Диски имеют не только различное количество зубьев, но их форма, углы резания и высота также различны. Более того, для увеличения фрикции возможно использование дисков и промежуточных колец с другим соотношением размеров чем на соседней секции. Валок, таким образом, состоит из секций с различными дисками. Такая конструкция валкового измельчителя позволяет

производить переработку крупногабаритных предметов, и после выноса полученной массы разделять ее по фракциям.

Таким образом, достигается двойной эффект - снижение потребляемой мощности привода собственно измельчителя, сглаживание пиковых нагрузок за счет инерционного воздействия массы валков и уменьшение массы измельчителей, по крайней мере, в два раза, в сравнении с каскадными измельчителями, [6].

Основным недостатком данной конструкции является сложность обслуживания, ввиду необходимости полной разборки установки для обеспечения отчистки составных частей.

Выводы литературного обзора

В результате литературного обзора были получены данные о различных существующих конструкциях измельчителей, достоинства и недостатки конструкций которых могут быть учтены в условиях поставленной перед нами задачи.

Таким образом, учитывая особенности исследованных патентов, можно учесть, что:

- Для повышения качества получаемого продукта применяют технологию многоступенчатого измельчения сырья (последовательно пропускать продукт через измельчители с различными параметрами режущих инструментов), таким образом можно измельчить продукт до необходимых параметров.
- Применение измельчающих решеток, совершающих возвратно-поступательное движение, повышает качество получаемого продукта, а также исключает частое застревание продукта в отверстиях этих решеток.
- Ступенчатое увеличение диаметра главного отверстия корпуса в месте установки первого ножа увеличивает объем проходимого по нему сырья, таким образом повышается производительность измельчителя.

- Использование смазывающих средств снижает износ подвижных элементов;
- Установление режущих ножей попарно режущими кромками в противоположные стороны увеличивает производительность измельчителя, т.к. уменьшает силу трения.
- Применение в конструкции валкового измельчителя секций с различными дисками (разные количество зубьев, их форма, углы резания и высота), размещенных на одном валу, позволяет производить переработку крупногабаритных предметов, и после выноса полученной массы разделять ее по фракциям.

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Определение максимальных размеров измельченных частиц

Исходные данные: Универсальный измельчитель пищевых продуктов предназначен для измельчения отходов пищевого производства для подготовки их к дальнейшей утилизации пиролизом; измельчитель должен быть автоматическим или полуавтоматическим; измельчитель должен обеспечивать безопасность эксплуатации для оператора; измельчитель предназначен для агропромышленных предприятий; номинальной производительностью измельчителя 500 кг/ч.

В соответствии с техническим заданием, исходя из заданной производительности, геометрические параметры элементов поступающего в дробилку сырья не должны быть больше 50x50x50 мм.

Оптимальные размеры частиц измельченного сырья для утилизации пиролизом сильно варьируются в зависимости от вида сырья. Например, для утилизации кожуры лесного ореха, коры сосны и опилок, неметаллических автомобильных отходов и отходов хлопкочесальной машины сырье должно быть измельчено до размеров частиц менее 25 мм, [7];

В установке для получения топлива из любых твердых органических отходов путем непрерывного низкотемпературного пиролиза оптимальные размеры измельченного сырья составляют 5-8 миллиметров, [8];

В случае, если сырьём являются сухие опилка и древесный уголь, размер частиц биомассы не должен превышать трёх миллиметров, [9];

Для переработки органосодержащего сырья методом скоростного пиролиза оптимальный размер измельченных частиц должен принимать значение, равное нескольким долям миллиметров, [10].

В нашем случае получаемый на выходе продукт близок по внешнему виду и свойствам к костной муке. Она представляет собой рассыпчатый серый порошок, размер самых крупных фрагментов которого не превышает трех миллиметров, присутствие таковых в производстве высшего качества не более 5%, [11],[12],[13].

Поэтому принимаем, что геометрические параметры частиц измельченного сырья не должны превышать 2мм.

2.2 Расчет геометрических параметров зубьев

Произведем расчеты для определения геометрических параметров установки. Принимаем, что наш измельчитель будет каскадным и состоять из трех ступеней: геометрические параметры продукта на выходе у первой ступени не будут превышать 18 мм, у второй – 6мм, и третий – 2мм.

Измельчение будет осуществляться путем дробления сырья зубчатыми колесами о втулки, расположенные на соседнем валу. Для соблюдения требований к параметрам выходного продукта рассчитаем основные параметры для зубчатых колес каждой ступени, согласно [14], учитывая, что размеры пространства между соседними зубьями колеса должны совпадать с желаемыми получаемыми размерами измельченных частиц.

Для того, чтобы обеспечить необходимую частоту вращения вала нашего измельчителя, появляется необходимость использования коробки скоростей.

На рисунке 2.1 приведена кинематическая схема первой ступени измельчителя.

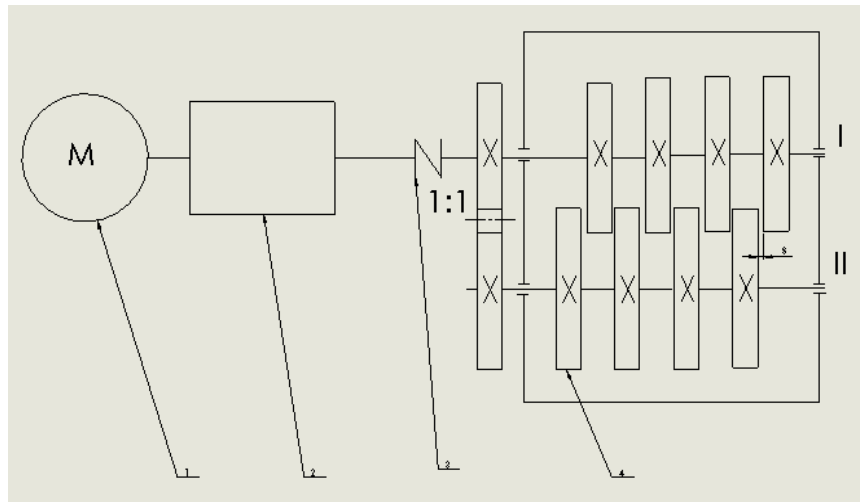


Рисунок 2.1 – кинематическая схема первой ступени измельчителя.
где 1 – двигатель; 2 – редуктор; 3 – муфта; 4 – зубчатое колесо; s –
расстояние между колесами соседних валов, м.

При включении установки начинает работать электродвигатель, приводя в движение вал I, на котором установлены зубчатые колеса, предназначенные для дробления сырья. При помощи зубчатых передач вращение передается на вал II, на котором в свою очередь тоже установлены зубчатые колеса для дробления. Вращающий момент с валов на колеса передается через шлицы. Нагрузку валов воспринимают радиальные подшипники, установленные в корпус.

Рассчитаем параметры зубчатых колес первой ступени.

Принимаем высоту зуба h равной 18мм. Тогда модуль колеса m равен:

$$m = \frac{h}{2.25}; \quad (2.1)$$

$$m = \frac{h}{2.25} = \frac{18}{2.25} = 8;$$

Число зубьев Z принимаем равным 22. Рассчитаем высоту головки зубьев, мм:

$$h_a = m; (2.2)$$

$$h_a = m = 8 \text{ мм};$$

Рассчитаем высоту ножки зубьев, мм:

$$h_f = 1,25 * m; (2.3)$$

$$h_f = 1.25 * m = 1.25 * 8 = 10 \text{ мм};$$

Определим делительный диаметр колеса, мм:

$$d = m * Z; (2.4)$$

$$d = m * Z = 8 * 22 = 176 \text{ мм};$$

Диаметр выступов зубьев, мм:

$$d_a = m * (Z + 2); (2.5)$$

$$d_a = 8 * (22 + 2) = 192 \text{ мм};$$

Диаметр впадин зубьев, мм:

$$d_f = m * (Z - 2,5); (2.6)$$

$$d_f = 8 * (22 - 2,5) = 156 \text{ мм};$$

Шаг зубьев p найдем по формуле:

$$p = m * \pi; (2.7)$$

где π – число Пи.

$$p = 8 * 3,141 = 25,13 \text{ мм};$$

Толщина зуба, мм:

$$S = 0.5 * p; (2.8)$$

$$S = 0.5 * 25,13 = 12,57 \text{ мм};$$

Определим расчетное межосевое расстояние, мм:

$$a = \frac{Z * m}{2}; \quad (2.9)$$

$$a = \frac{22 * 8}{2} = 88 \text{ мм};$$

Рассчитаем ширину зуба, мм:

$$b = a * \psi; \quad (2.10)$$

где ψ – коэффициент ширины венца колеса, для шестерни равный 0,2...0,34.

$$b = 88 * 0,2 = 17,6 \text{ мм};$$

Ширину колес для первой ступени принимаем равной 18 мм.

Найдем диаметр вала, мм:

$$d_s = d_a - 4 * h; \quad (2.11)$$

$$d_s = 192 - 4 * 18 = 120 \text{ мм}.$$

Рассчитаем параметры зубчатых колес второй ступени.

Принимаем высоту зуба h равной 6 мм. Тогда, согласно формуле 2.1, модуль колеса m равен:

$$m = \frac{h}{2.25} = \frac{6}{2.25} = 2,75;$$

Число зубьев Z принимаем равным 22. Согласно формуле 2.2, найдём высоту головки зубьев, мм:

$$h_a = m = 2,75 \text{ мм};$$

Рассчитаем высоту ножки зубьев, согласно формуле 2.3:

$$h_f = 1.25 * m = 1.25 * 2,75 = 3,44 \text{ мм};$$

Определим делительный диаметр колеса, по формуле 2.4:

$$d = m * Z = 2,75 * 22 = 60,5 \text{ мм};$$

Диаметр выступов зубьев, рассчитаем согласно формуле 2.5:

$$d_a = 2,75 * (22 + 2) = 66 \text{ мм};$$

Диаметр впадин зубьев, (форм. 2.6):

$$d_f = 2,75 * (22 - 2,5) = 53,6 \text{ мм};$$

Шаг зубьев p найдем по формуле 2.7:

$$p = 2,75 * 3,141 = 8,64 \text{ мм};$$

Толщину зуба, определим согласно формуле 2.8:

$$S = 0.5 * 8,64 = 4,32 \text{ мм};$$

Определим расчетное межосевое расстояние, согласно формуле 2.9:

$$a = \frac{22 * 2,75}{2} = 30,25 \text{ мм};$$

Рассчитаем ширину зуба по формуле 2.10:

$$b = 30,25 * 0,2 = 6,05 \text{ мм};$$

Ширину колес для второй ступени принимаем равной 6 мм.

Найдем диаметр вала, используя формулу 2.11:

$$d_g = 66 - 4 * 6,19 = 41,25 \text{ мм}.$$

Согласно ГОСТу 6636-69, принимаем диаметр вала равный 42 мм.

Рассчитаем параметры зубчатых колес третьей ступени.

Принимаем высоту зуба h равной 2мм. Тогда, согласно формуле 2.1, модуль колеса m равен:

$$m = \frac{h}{2.25} = \frac{2}{2.25} = 0,9;$$

Число зубьев Z принимаем равным 22. Согласно формуле 2.2, найдём высоту головки зубьев, мм:

$$h_a = m = 0,9 \text{ мм};$$

Рассчитаем высоту ножки зубьев, согласно формуле 2.3:

$$h_f = 1.25 * m = 1.25 * 0,9 = 1,125 \text{ мм};$$

Определим делительный диаметр колеса, по формуле 2.4:

$$d = m * Z = 0,9 * 22 = 19,8 \text{ мм};$$

Диаметр выступов зубьев, рассчитаем согласно формуле 2.5:

$$d_a = 0,9 * (22 + 2) = 21,6 \text{ мм};$$

Диаметр впадин зубьев, (форм. 2.6):

$$d_f = 0,9 * (22 - 2,5) = 17,55 \text{ мм};$$

Шаг зубьев p найдем по формуле 2.7:

$$p = 0,9 * 3,141 = 2,83 \text{ мм};$$

Толщину зуба, определим согласно формуле 2.8:

$$S = 0.5 * 2,83 = 1,41 \text{ мм};$$

Определим расчетное межосевое расстояние, согласно формуле 2.9:

$$a = \frac{22 * 0,9}{2} = 9,90 \text{ мм};$$

Рассчитаем ширину зуба по формуле 2.10:

$$b = 9,90 * 0,2 = 1,98, \text{мм};$$

Ширину колес для третьей ступени принимаем равной 2мм.

Найдем диаметр вала, используя формулу 2.11:

$$d_g = 21,6 - 4 * 2,03 = 13,5, \text{мм}.$$

Зубчатые колеса на третьей дробилке будут принимать вращающий момент с вала через шпонки, т.к. минимальный размер существующих шлицов больше максимально возможных размеров вала, осуществляться это будет через шпонки. Конструктивным методом принимаем диаметр валов третьей ступени равным 12 мм.

2.3 Расчет производительности

Определим производительность проектируемой дробилки, согласно рассчитанным параметрам зубчатых колес в разделе 2,2.

Производительность, Q – это масса переработанного продукта за определенное время. Для нашего случая она будет равняться:

$$Q = Q1 * K, (2.12)$$

где Q – требуемая производительность, кг/м³; K – количество колес на одной ступени измельчителя; $Q1$ – производительность одного колеса дробилки за один час, кг/час.

$$Q1 = 60 * N * V1 * \rho * n, (2.13)$$

где N – количество впадин одного колеса, равное количеству зубьев; ρ – плотность перерабатываемого продукта, кг/м³; $V1$ – объем

одной частицы измельченного сырья, м^3 ; n – частота вращения вала, об/мин.

Рассматриваемая установка предназначена для утилизации пиролизом отходов пищевого производства. С её помощью будут перерабатываться разные отходы: остатки мышечной ткани, сухожилий, связок, хрящей, но порядка 90% от всей массы составляет костная ткань (копыта, рога, кости) сельскохозяйственных животных.

Кости состоят из губчатых, внутренних тканей, плотного, компактного вещества, составляющего основную часть кости, и надкостницы, некой плёнки, покрывающей кость снаружи. Плотность кости зависит от химического состава, температуры и пористости. Плотность сухой обезжиренной кости составляет 1700—1900 кг/м^3 , а плотность компактного вещества 1290—2000 кг/м^3 , [15].

Для расчетов необходимых усилий, создаваемых измельчителем, мы используем прочностные характеристики сырья, а именно значения плотности и предела прочности для самых твердых перерабатываемых пород, т.к. если наша установка измельчит самые твердые участки биомассы, то ей не составит труда измельчить и все менее плотные компоненты. Для этого установка должна создавать давление, в несколько раз превышающее предел прочности для самых твёрдых перерабатываемых элементов биомассы. В связи с чем принимаем для прочностных расчетов плотность ρ_0 равной 1650 кг/м^3 и предел прочности для самых твердых элементов $[\sigma_{\text{пред1}}] = 160$ МПа, а для расчета производительности принимаем плотность перерабатываемого сырья ρ равной 1290 кг/м^3 , согласно [15].

Объем одной частицы измельченного сырья равен произведению троих ее геометрических параметров:

$$V1 = a_{min} * b_{min} * c_{min}, \text{ м}^3 \quad (2.14)$$

где a_{min} – длина получаемой частицы измельченного сырья, м;
 b_{min} – ширина получаемой частицы измельченного сырья, м; c_{min} – высота получаемой частицы измельченного сырья, м.

Длина частицы измельченного сырья a_{min} равна толщине зуба S зубчатого колеса рассматриваемой ступени измельчителя:

$$a_{min} = S, \quad (2.15)$$

Ширина получаемой частицы измельченного сырья b_{min} равна ширине зуба зубчатого колеса рассматриваемой ступени измельчителя:

$$b_{min} = b, \quad (2.16)$$

Высота получаемой частицы измельченного сырья c_{min} будет приблизительно равной высоте зуба зубчатого колеса рассматриваемой ступени измельчителя:

$$c_{min} = h, \quad (2.17)$$

Найдем занимаемый объем одной частицы измельченного сырья для каждой ступени измельчителя, согласно формуле 2.14. Тогда для первой ступени он будет равен:

$$\begin{aligned} V1_1 &= a_{min1} * b_{min1} * c_{min1} * 10^{-9} = 12,57 * 17,6 * 18 * 10^{-9} \\ &= 4,071 * 10^{-6} \text{ м}^3; \end{aligned}$$

Для второй:

$$V1_2 = a_{min2} * b_{min2} * c_{min2} * 10^{-9} = 4,32 * 6 * 6,19 * 10^{-9} = 160,4 * 10^{-9} \text{ м}^3;$$

Для третьей ступени:

$$V1_3 = a_{min3} * b_{min3} * c_{min3} * 10^{-9} = 1,41 * 2 * 1,98 * 10^{-9} = 5,6 * 10^{-9} \text{ м}^3.$$

Рабочая длина вала l , м, непосредственно контактирующая с перерабатываемым продуктом, будет рассчитываться, согласно формуле 18.

$$l = (b + s) * K, (2.18)$$

где b – ширина зубчатых колёс, м; s – расстояние между колесами соседних валов, м; K – количество колес на одной ступени измельчителя.

Расстояние между колесами соседних валов назначаем конструктивно, а именно:

Для первой ступени $s_1 = 3$ мм;

Для второй ступени $s_2 = 3$ мм;

Для третьей ступени $s_3 = 1$ мм.

Рабочая длина валов первой ступени определим по формуле 2.18:

$$l_1 = (18 + 3) * 8 = 168 \text{ мм} = 0,168 \text{ м.}$$

Рассматриваемая величина во всех ступенях должна быть примерно одинаковой в конструктивных целях. Проверим соблюдение этого условия у второй и третьей ступени, согласно формуле 2.18:

$$l_2 = (6 + 3) * 19 = 171 \text{ мм} = 0,171 \text{ м.}$$

$$l_3 = (2 + 1) * 57 = 171 \text{ мм} = 0,171 \text{ м.}$$

Задуманное условие выполняется.

Таким образом, по выше представленным формулам, методом научного подбора, нашли следующие величины:

$$1. \quad \text{Частота вращения валов первой ступени } n_1 = 15 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$\text{Частота вращения валов второй ступени } n_2 = 100 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Частота вращения валов третьей ступени $n_3 = 910 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$;

2. Количество зубчатых колес для первой ступени измельчителя $K_1 = 8$;

Количество зубчатых колес для второй ступени измельчителя $K_2 = 19$;

Количество зубчатых колес для третьей ступени измельчителя $K_3 = 57$;

Для проверки определенных параметров в пункте 2,3 найдем получаемую производительность каждой ступени измельчителя по формулам 12, 13:

Производительность первой ступени:

$$Q_1 = 60 * K_1 * N_1 * V1_1 * \rho * n_1 = 60 * 8 * 22 * 4,071 * 10^{-6} * 1290 * 15 \\ = 832 \frac{\text{кг}}{\text{час}}.$$

Производительность второй ступени:

$$Q_2 = 60 * K_2 * N_2 * V1_2 * \rho * n_2 = 60 * 19 * 22 * 160,4 * 10^{-9} * 1290 * 100 \\ = 523,2 \frac{\text{кг}}{\text{час}}.$$

Производительность третий ступени:

$$Q_3 = 60 * K_3 * N_3 * V1_3 * \rho * n_3 = 60 * 57 * 22 * 5,6 * 10^{-9} * 1290 * 910 \\ = 503 \frac{\text{кг}}{\text{час}}.$$

Таким образом, убедились, что спроектированные ступени измельчителя удовлетворяют техническому заданию, т.е. максимальная производительность каждой ступени больше изначально заданной производительности.

2.4 Расчет требуемой мощности

Для нахождения необходимой мощности воспользуемся формулой 2.19, [16]:

$$P = M * \omega, (2.19)$$

где M – крутящий момент, Н*м; ω – угловая скорость вращения, рад/с.

Угловую скорость можно определить по следующей формуле:

$$\omega_i = 2 * \pi * n_i, (2.20)$$

где n_i – частота вращения i -ого вала, об/сек.

Крутящий момент определяется по формуле 2.21.

$$M_i = \frac{F_1 * d_1}{2} (2.21)$$

где F – сила, с которой зубчатое колесо действует на сырье, Н; d – делительный диаметр зубчатого колеса, рассчитанный в пункте 2.1, мм.

Сила F находится из условия прочности для деформации при растяжении-сжатии, [17]:

$$\sigma = \frac{F}{A}, (2.22)$$

$$\sigma > [\sigma_{\text{пред}}], (2.23)$$

где σ – напряжение, Па, создаваемое силой F , Н, действующей на поперечное сечение, площадью A , м²; $[\sigma_{\text{пред}}]$ – предельно допустимые напряжения для материала, воспринимающего нагрузку, Па.

Исходя из этого, можно определить силу, которая должна создаваться зубчатым колесом для успешного измельчения сырья, не забудем учесть, что сила F действует по касательной поверхности A , тогда:

$$F_i = [\sigma_{\text{пред}}] * A * \cos\alpha, (2.24)$$

где $[\sigma_{\text{пред}}]$ – предельно допустимые напряжения для материала, Па;
 A – площадь сечения, воспринимающего нагрузку от силы F , м²; α – угол между вектором силы F и поверхностью площадью A , градус;

В нашем случае, за предельно допустимое напряжение принимаем предельно допустимые напряжения на сжатие для костей, [15] равное 160 Мпа;

Площадь поперечного сечения найдем по формуле:

$$A_i = \frac{e * K_0 * b}{10^6}, (2.25)$$

где K_0 – количество колес; b – ширина зубчатых колес, мм; e – ширина поверхности частицы сырья, на которую действует одно зубчатое колесо силой F , мм.

Согласно формуле 2.25 найдем необходимые площади поперечного сечения A для каждой ступени измельчителя:

$A_1 = \frac{4 * 8 * 17,6}{10^6} = 5,632 * 10^{-4} \text{ м}^2$, – необходимая площадь поперечного сечения для первой ступени;

$A_2 = \frac{2 * 19 * 6,05}{10^6} = 2,299 * 10^{-5} \text{ м}^2$, – необходимая площадь поперечного сечения для второй ступени;

$A_3 = \frac{0,5 * 57 * 2}{10^6} = 5,643 * 10^{-5} \text{ м}^2$, – необходимая площадь поперечного сечения для второй ступени.

Согласно формуле 2.24, найдем для каждой ступени измельчителя силу, которая должна создаваться зубчатым колесом для успешного измельчения сырья:

$$F_1 = 160 * 10^6 * 5,632 * 10^{-4} * 0,353 = 90112 \text{ Н};$$

$$F_2 = 160 * 10^6 * 2,299 * 10^{-5} * 0,372 = 36784 \text{ Н};$$

$$F_3 = 160 * 10^6 * 5,643 * 10^{-5} * 0,392 = 9028,8 \text{ Н}.$$

Определим крутящие моменты для валов каждой ступени по формуле 2.21:

$$M_1 = \frac{F_1 * d_1}{2} = \frac{90112 * 176}{2} = 2799,2 \text{ Н * м};$$

$$M_2 = \frac{F_2 * d_2}{2} = \frac{36784 * 60,5}{2} = 413,9 \text{ Н * м};$$

$$M_3 = \frac{F_3 * d_3}{2} = \frac{9028,8 * 19,8}{2} = 35,04 \text{ Н * м}.$$

Согласно формуле 2.20 найдем угловые скорости для каждой ступени измельчителя:

$\omega_1 = 2 * \pi * n_1 = 2 * 3,141 * \frac{15}{60} = 1,57 \text{ рад/с}$ – угловая скорость вращения вала для первой ступени;

$\omega_2 = 2 * \pi * n_2 = 2 * 3,141 * \frac{100}{60} = 10,47 \text{ рад/с}$ – угловая скорость вращения вала для второй ступени;

$\omega_3 = 2 * \pi * n_3 = 2 * 3,141 * \frac{910}{60} = 95,3 \text{ рад/с}$ – угловая скорость вращения вала для третьей ступени.

По формуле 2.19 найдем мощности, необходимые для успешного давления:

$P_1 = M_1 * w_1 = 2799,2 * 1,57 = 4396,2$ Вт – требуемая мощность для первой ступени измельчителя;

$P_2 = M_2 * w_2 = 413,9 * 10,47 = 4810$ Вт – требуемая мощность для второй ступени измельчителя;

$P_3 = M_3 * w_3 = 35,04 * 95,3 = 3705$ Вт – требуемая мощность для третьей ступени измельчителя.

Требуемую мощность двигателя можно найти по формуле:

$$P_{дв} = \frac{P}{\eta_{п}}, (2.26)$$

где P – рассчитанная мощность ступени, Вт; $\eta_{п}$ – коэффициент полезного действия привода.

В нашем случае $\eta_{п}$ будет равен, [стр 41, 18]:

$$\eta_{п} = \eta_{зп} * \eta_{подш}^n * \eta_{муфт} * \eta_{ред}, (2.27)$$

где $\eta_{зп}$ – КПД зубчатой передач; $\eta_{подш}$ – КПД подшипников качения; n – количество подшипников качения; $\eta_{муфт}$ – КПД муфты; $\eta_{ред}$ – КПД редуктора.

Согласно [стр 41, 18], определим КПД привода по формуле 2.27:

$$\eta_{п} = \eta_{зп} * \eta_{подш}^n * \eta_{муфт} * \eta_{ред} = 0,96 * 0,998^4 * 0,98 * 0,97 = 0,901$$

Тогда, согласно формуле 2.26, определим требуемую мощность двигателей:

$$P_{дв1} = \frac{P_1}{\eta_{п}} = \frac{4396,2}{0,901} = 4879,25 \text{ Вт, -требуемая мощность двигателя}$$

для первой ступени измельчителя;

$$P_{дв2} = \frac{P_2}{\eta_{п}} = \frac{4810}{0,901} = 4810,05 \text{ Вт, -требуемая мощность двигателя для}$$

второй ступени измельчителя;

$$P_{дв3} = \frac{P_3}{\eta_{п}} = \frac{3705}{0,901} = 3705,22 \text{ Вт, -требуемая мощность двигателя для}$$

третьей ступени измельчителя;

Таким образом, нам необходимы три двигателя постоянного тока номинальной мощностью 5,5 кВт.

2.5 Выбор двигателя

Вместо редуктора и двигателя постоянного тока выбираем мотор-редуктор по идеологическим соображениям.

Цилиндрический стандартный мотор-редуктор NORD-5,5,[19], с основными характеристиками:

Крутящий момент: 50 - 700 Н*м;

Мощность: 0,12 - 7,5 кВт;

Передаточное число: 1,92:1 - 488,07:1;

КПД: >95%.

2.6 Выбор материалов валов

Материалом валов всех ступеней каскадного измельчителя выбираем конструкционную углеродистую сталь марки Ст 45 с термообработкой улучшение. Она широко используется в промышленности для изготовления валов, шестерен, шпинделей, цилиндров, кулачков, других нормализуемых, улучшаемых и

подвергаемых поверхностной термообработке деталей, от которых требуется повышенная прочность, [20].

Допускаемые напряжения принимаем по нормам, [21]:

$$[\sigma_p] = 166,7 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} - \text{допускаемые напряжения при растяжении};$$

$$[\sigma_{из}] = 210,8 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} - \text{допускаемые напряжения при изгибе};$$

$$[\sigma_{\tau_{кр}}] = 127,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} - \text{допускаемые напряжения при кручении};$$

2.7 Проверочный расчет валов на прочность

Проверочный расчет валов на прочность выполняют, учитывая совместное действие изгиба и кручения. При этом расчет отражает разновидности цикла напряжений изгиба и кручения, усталостные характеристики материалов, размеры, форму и состояние поверхности валов. Проверочный расчет проводится по данным, рассчитанным в конструктивной части компоновки и после установления окончательных размеров валов, [18], [22].

Цель расчета — определить напряжения, возникающие в опасных сечениях вала, и сравнить их с допускаемыми напряжениями для конкретного материала.

1. Вал первой ступени каскадного измельчителя:

Нормальные напряжения изменяются по симметричному циклу, при котором амплитуда напряжений σ_a не должна превышать значения предельных напряжений изгиба:

$$\sigma_a = \frac{M \cdot 10^3}{W}, \quad (2.28)$$

где M – изгибающий момент в рассматриваемом сечении, Н*м; W – момент сопротивления сечения вала, мм³.

В данном случае момент сопротивления сечения полого шлицевого вала равняется:

$$W_{\text{ш}} = W_{\text{ш}} - W_{\text{к}}, (2.29)$$

где $W_{\text{ш}}$ – момент сопротивления сечения шлицевого вала, мм³; $W_{\text{к}}$ – момент сопротивления сечения круглого сечения, мм³.

Согласно [табл 11.1, 18], эти моменты вычисляются по формулам:

$$W_{\text{ш}} = \frac{0,1 \cdot (d+D)^3}{2}, (2.30)$$

где d – меньший диаметр шлицевого вала, мм; D – внешний диаметр шлицевого вала, мм.

$$W_{\text{к}} = 0,1 \cdot d_1^3, (2.31)$$

где d_1 – внутренний диаметр трубы шлицевого вала, мм.

Тогда момент сопротивления сечения полого шлицевого вала будет равен, [стр 269, 18], [23], [24]:

$$W_{\text{ш}} = W_{\text{ш}} - W_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot (d+D)^3}{2} - 0,1 \cdot d_1^3 = \frac{0,1 \cdot (88+82)^3}{2} - 0,1 \cdot 68^3 = 245650 - 31443,2 = 214206,8 \text{ мм}^3$$

.

Вычислим напряжение по формуле 2.28:

$$\sigma_a = \frac{M \cdot 10^3}{W} = \frac{2800 \cdot 1000}{214206,8} = 13,07 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

Проверяем условие прочности:

$$\sigma_a < [\sigma_{\text{из}}] (2.32)$$

где $[\sigma_{из}]$ – допускаемые напряжения при изгибе, $\frac{Н}{мм^2}$;

$$13,07 \frac{Н}{мм^2} < 210 \frac{Н}{мм^2}$$

Условие выполняется. Проверяем касательные напряжения, изменяющиеся по отнулевому циклу, при котором амплитуда цикла τ_a равна половине напряжений кручения $[\sigma_{\tau кр}]$:

$$\tau_a = \frac{M * 10^3}{2W}, (2.33)$$

где M – изгибающий момент в рассматриваемом сечении, $Н*м$; W – полярный момент инерции сопротивления сечения вала, $мм^3$.

В данном случае полярный момент инерции сопротивления сечения полого шлицевого вала равняется:

$$W_{ш} = W_{ш} - W_{к},$$

где $W_{ш}$ – полярный момент инерции сопротивления сечения шлицевого вала, $мм^3$; $W_{к}$ – полярный момент инерции сопротивления сечения круглого сечения, $мм^3$.

Согласно [табл 11.1, 18.], эти моменты вычисляются по формулам:

$$W_{ш} = 0,2 * d^3, (2.34)$$

где d – внутренний диаметр шлица, $мм$.

$$W_{к} = 0,2 * d_1^3, (2.35)$$

где d_1 – внутренний диаметр трубы шлицевого вала, $мм$.

Тогда:

$$W_{ш} = W_{ш} - W_{к} = 0,2 * d^3 - 0,2 * d_1^3 = 0,2(82^3 - 68^3) = 47387,2 \text{ мм}^3$$

$$\tau_a = \frac{M * 10^3}{2W} = \frac{2800 * 10^3}{2 * 47387,2} = 29,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Проверяем условие прочности:

$$\tau_a < \frac{1}{2} [\sigma_{\tau \text{кр}}], \quad (2.36)$$

$$29,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < 63,75 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Условие выполняется.

2. Вал второй ступени каскадного измельчителя:

В данном случае, согласно [табл 11.1, 18], момент сопротивления сечения вала находится по формуле 2.31:

$$W_k = 0,1 * d_1^3 = 0,1 * 30^3 = 2700 \text{ мм}^3.$$

Тогда по формуле 2.28 определим нормальные напряжения, возникающие на валу второй ступени измельчителя:

$$\sigma_a = \frac{M * 10^3}{W} = \frac{413,9 * 1000}{2700} = 153,296 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

Проверяем условие прочности, по формуле 2.32:

$$153,3 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < 210 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Условие выполняется. Проверяем касательные напряжения. Для этого воспользуемся формулами 2.33 и 2.35

$$\tau_a = \frac{M * 10^3}{2W} = \frac{M * 10^3}{2 * 0,2 * d^3} = \frac{413,9 * 10^3}{2 * 0,2 * 30^3} = 38,32 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Проверяем условие прочности по формуле 2.36:

$$38,32 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < 63,75 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Условие выполняется.

3. Вал третьей ступени каскадного измельчителя:

В данном случае, согласно [табл 11.1, 18], момент сопротивления сечения вала находится по формуле 2.31:

$$W_k = 0,1 * d_1^3 = 0,1 * 12^3 = 172,8 \text{ мм}^3.$$

Тогда по формуле 2.28 определим нормальные напряжения, возникающие на валу второй ступени измельчителя:

$$\sigma_a = \frac{M * 10^3}{W} = \frac{35,04 * 1000}{172,8} = 202 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

Проверяем условие прочности, по формуле 2.32:

$$202 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < 210 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Условие выполняется. Проверяем касательные напряжения. Для этого воспользуемся формулами 2.33 и 2.35

$$\tau_a = \frac{M * 10^3}{2W} = \frac{M * 10^3}{2 * 0,2 * d^3} = \frac{35,04 * 10^3}{2 * 0,2 * 12^3} = 50,6 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Проверяем условие прочности по формуле 2.36:

$$50,6 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < 63,75 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Условие выполняется.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Введение в современное станкостроение

Машиностроение – это одна из ведущих отраслей промышленности Российской Федерации. За счет нее за последние годы было создано в среднем 15% ВВП. В настоящее время на машиностроительных предприятиях работает 34,5% трудоспособного населения от занятого в промышленности в целом. Машиностроение служит материальной основой реализации научно-технического прогресса, одним из главных центров генерации, распространения и использования новых знаний, инноваций, высоких технологий.

Отечественное станкостроение в упадке. И это не просто громкие слова, а констатация факта, подтверждаемая министерством промышленности и торговли РФ. Реанимировать столь важную для страны отрасль призвана федеральная целевая программа "Национальная технологическая база". Одной из подпрограмм в ней значится "Развитие отечественного станкостроения и инструментальной промышленности". В её рамках в последующие 20 лет будет выделено свыше 50 миллиардов рублей на исследования, разработку и создание новейших образцов высокоточных и высокотехнологичных российских станков. Причем, из федерального бюджета планируется выложить только 50% от всей суммы. Остальное – частные инвестиции.

Настоящее положение дел таково: за последние два десятка лет производство станков в России сократилось почти в 20 раз: с 70 до 3 тысяч, выпускают которые всего около 100 предприятий. По оценкам экспертов количество действующих станков в стране оценивается от 900 тысяч до 1,5 млн штук. Из них ежегодно выходят из эксплуатации порядка 50 тысяч. Общая изношенность (моральная и физическая) оборудования достигла 80%. Мировое лидерство в станкостроении с большим отрывом

удерживает Китай. За ним плотным строем идут Германия, Италия, Южная Корея и Тайвань. США занимают 7 место, Россия только 21-е.

В настоящее время одна из проблем, с которыми сталкиваются предприятия – неподъемными кредитами. Государство, конечно, попыталось помочь станкостроителям в снижении процентных ставок, но даже нынешние 16-18% оказались для многих непосильной ношей. А иностранные предприятия в это время получают кредиты всего под 1-2% годовых, японские вообще под 0,1%. В Японии, кстати, господдержка ещё шире. Уже известный нам завод Fanuc не платит земельный налог и налог на недвижимость. Прибыль компании, идущая на техперевооружение, создание новых рабочих мест, также не облагается налогом. Более того, государство возмещает транспортные расходы при экспорте продукции в Европу.

В итоге российским производителям выгоднее продавать свои станки за рубеж, российским покупателям – приобретать их за рубежом. Как итог, между отечественным станкостроением и машиностроением возникла стена финансового непонимания.

С другой стороны, закупать импортные станки становится также невыгодно и даже некомфортно. Дело в том, что иностранные компании при отправке высокотехнологичного оборудования на экспорт прописывают в контракте возможность контроля за использованием и перемещением своих станков. В этом им помогает установка дополнительного программного обеспечения на оборудование. В некоторых случаях производитель может даже заблокировать непредусмотренные перемещения или ограничить доступ к станкам.

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации понимает необходимость институциональных изменений. Прежде всего, это развитие межотраслевых институтов, что является основой

конкурентоспособности всех отраслей. При этом станкостроение, конечно, остается базовым направлением, которому и дальше будет уделять значительное внимание, [27].

3.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Согласно Единой системе технологической документации (ЕСТД) (ГОСТ 3.1109-82) существуют три вида технологических процессов (ТП): единичный, типовой и групповой. Технологические процессы создаются для изготовления нового изделия или совершенствования уже существующего.

Основным фактором при составлении технологического процесса является тип производства. По условию курсовой работы, технологический процесс должен быть составлен для единичного или мелкосерийного производства.

3.3 Анализ технологичности конструкции детали

В соответствии с ГОСТ 14.205—83, технологичность — это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.

Проведя анализ технологичности детали с точки зрения ее изготовления можно выделить ряд технологичных факторов:

1. Все размеры с заданной точностью и шероховатость поверхностей можно обеспечить на универсальном оборудовании и на оборудовании с ЧПУ.

2. Обрабатываемые поверхности легко доступны для режущего инструмента.

Нетехнологичным является:

- Наличие уплотнительной канавки;

- Наличие восьми отверстий, несоосных с заготовкой;
- Наличие ступенчатого перехода.

3.4 Выбор вида и способа получения заготовки

Заготовка – предмет труда, из которого изменением формы и размеров, свойств поверхности и материала изготавливают деталь. На заготовительной операции заготовку приводят к форме и состоянию наиболее удобным для дальнейшей обработки механическим, термическим и др. методами обработки. При выборе заготовки, учитываются формы детали и ее размеры, исходный материал, тип и вид производств, наличия требуемого оборудования, качество поверхности готового изделия. При выборе заготовки необходимо стремиться к выбору такой конструктивной формы заготовки, которая бы максимально приближалась к форме и свойствам готовой детали, [28].

Изготовление заготовок для производства фланца — самый трудный и самый трудоемкий технологический процесс в изготовлении фланца как готового изделия. На производство фланцевой заготовки уходит львиная доля себестоимости фланца.

Для единичного и мелкосерийного производств характерно то, что большая часть металла уходит в стружку, из чего следует, что заготовка не совсем соответствует форме готового изделия. Проведя анализ чертежа, можно сделать вывод, что наиболее технологичным способом получения заготовки – получение из прутка.

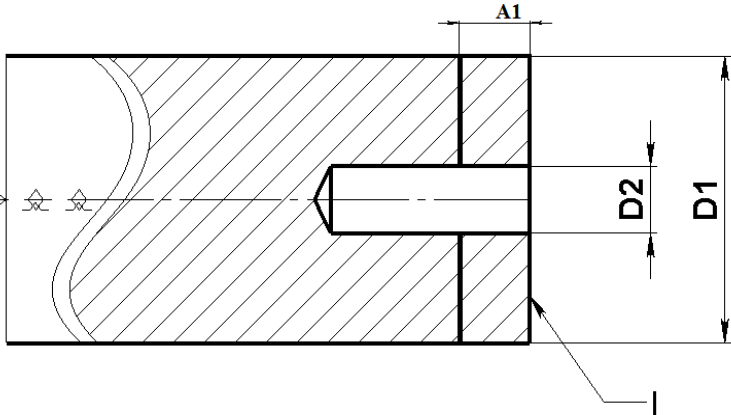
В качестве заготовки принимаем прокат стальной горячекатаный круглый ГОСТ 2590-88 из стали коррозионно-стойкой обыкновенной марки 12X18H10T, которая содержит до 0,12% углерода, 17-19% хрома, 9-11% никеля, 1% титана, 0,8% кремния и 2% марганца. ГОСТ 5949-75.

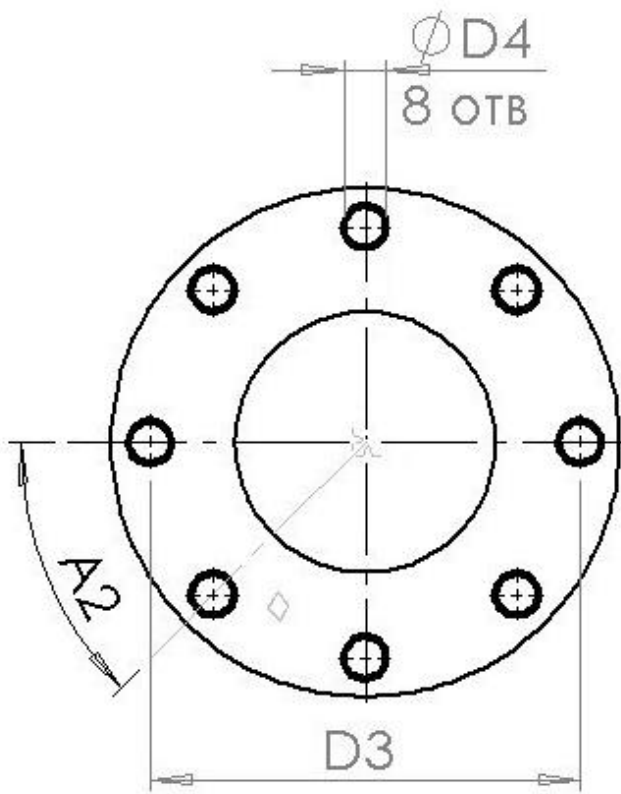
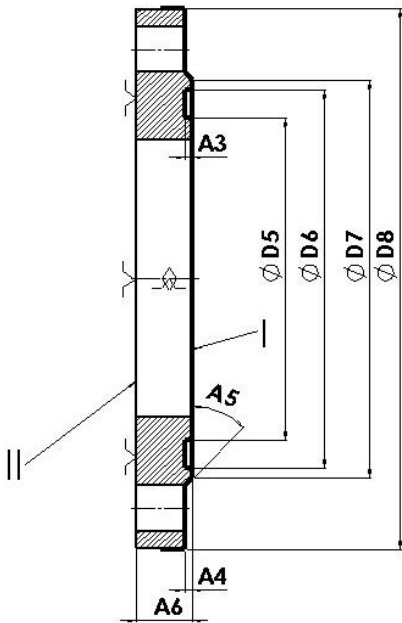
3.5 Технологический маршрут

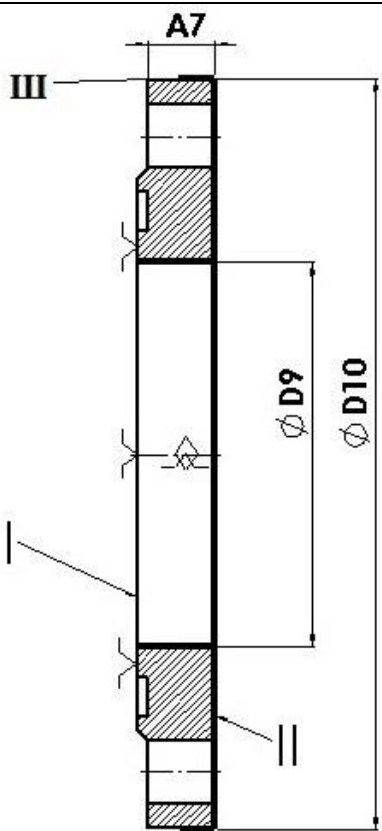
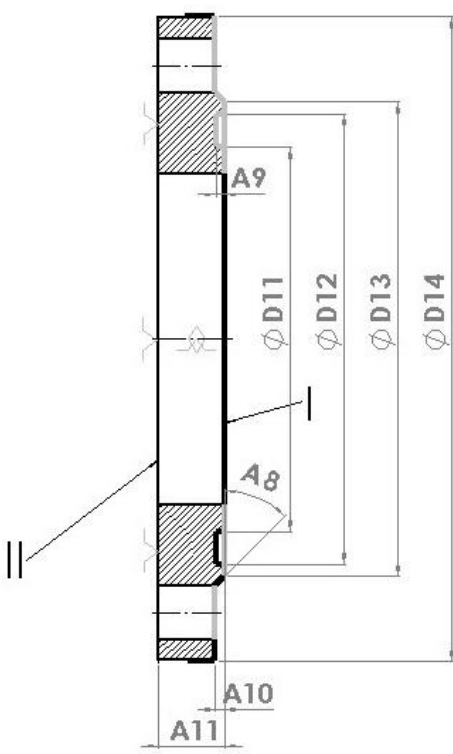
Технологический маршрут составляется согласно конструкторскому чертежу (см. приложение) с учетом всех требования,

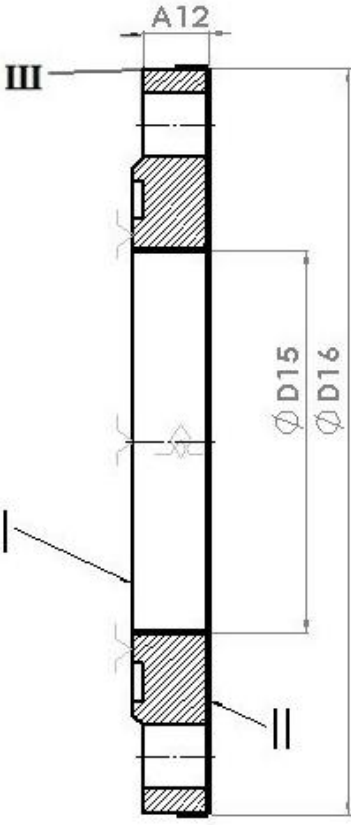
указанных на чертеже. Чертеж детали приведен в приложении А.
Технологический маршрут занесен в таблицу 1.

Таблица 3.1 - Технологический маршрут

№ операции	Наименование операций и схема базирования	Обработка поверхностей
1	Токарная 	-Подрезать торец I, - Точить цилиндр, выдерживая размер D1 - Сверлить главное отверстие, выдерживая размер D2 - Отрезать деталь, выдерживая размер A1
2	Сверлильная	- Сверлить восемь отверстий, выдерживая размер D3, D4 и A2

		
3	Токарная 	- Точить цилиндр, выдерживая размер D8 - Точить торец I, выдерживая размеры D7, A4, A5, A6 -Точить торец I, выдерживая размеры D5, D6, A3
4	Токарная	- Точить поверхность III,

		выдерживая размер D10 - Точить торец II, выдерживая размер A7 - Точить главное отверстие, выдерживая размер D9
5	Токарная 	- Точить цилиндр, выдерживая размер D14 - Точить торец I, выдерживая размеры D7, A8, A10, A11 - Точить торец I, выдерживая размеры D5, D6, A3
6	Токарная	- Точить

		поверхность III, выдерживая размер D16 - Точить торец II, выдерживая размер A12 - Точить главное отверстие, выдерживая размер D15
--	--	--

3.6 Размерный анализ

Размерный анализ способствует уменьшению себестоимости технологического процесса.

Расчет припуска проводится, полагаясь на ГОСТ 31109-82. Методы расчета минимального припуска: опытно-статистический; расчетно-аналитический (ГОСТ 7505-74; 7062-79; 7829-70). Расчетно-аналитический метод учитывает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки поверхности детали. Использование этого метода уменьшает отход металла в стружку.

Составим расчетную схему технологического процесса изготовления отверстия диаметром $D = 110_{-870}^0$. Схема показана на рисунке 3.1.

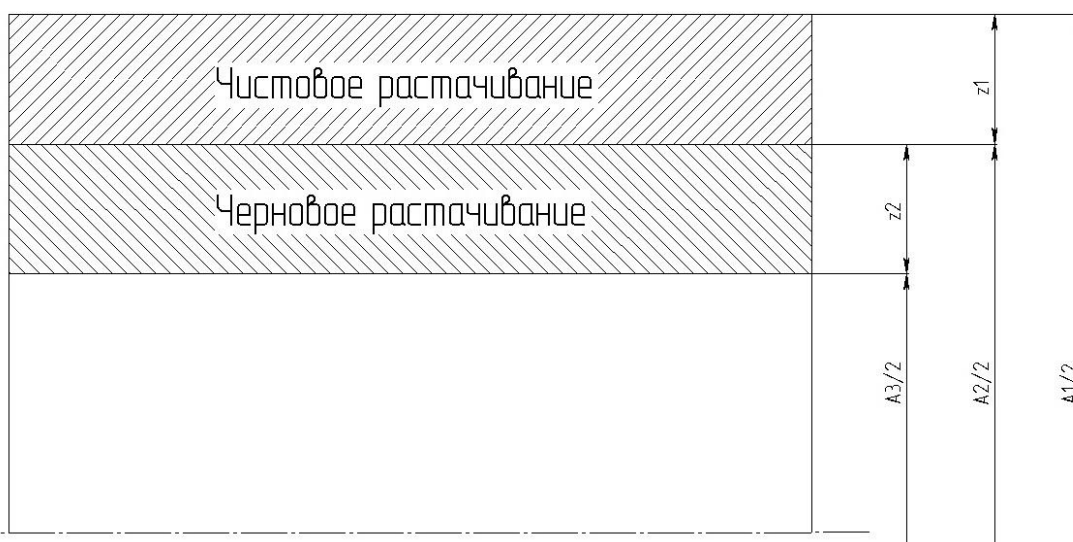


Рисунок 3.1 Расчетная схема технологического процесса изготовления отверстия диаметром $D = 110_{-870}^0$

Расчет минимального припуска Z_{min}

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних цилиндрических поверхностей вращения:

$$Z_{min} = (Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \Delta y_i^2}, \quad (3.1)$$

Где Z_{min} – минимальный припуск на обработку, мкм; Rz_{i-1} – величина шероховатости с предыдущей операции, мкм; h_{i-1} – величина дефектного слоя поверхности детали, мкм; $\rho_{\Sigma i-1}$ – величина пространственного отклонения после предыдущей операции, мкм; Δy_{i-1} – погрешность установки обрабатываемой заготовки, мкм.

Вследствие того, что заготовка устанавливается в трёхкулачковый самоцентрирующий патрон, погрешность установки и величина пространственного отклонения равны нулю:

$$\Delta y_{i-1} = 0, \rho_{\Sigma i-1} = 0 \quad (3.2)$$

Данные заносим в таблицу 3.2, графы 7 и 8.

Назначим на каждую технологическую операцию класс точности получаемого размера согласно [29, с.8, таб. 4]. Данные заносим в таблицу 3.3, графу 14.

В графу 6 заносим глубину деформированного слоя на каждой технологической операции согласно [29, с.8, таб. 4].

В графу 5 заносим шероховатость, получаемую на каждой технологической операции согласно [29, с.8, таб. 4].

В графу 4 заносим обозначение припуска на технологической операции.

В графу 15 заносим допуск на технологический размер, соответствующий каждой технологической операции согласно [29, с.8, таб. 4].

В графу 13 заносим обозначение технологического размера соответствующего технологической операции

Рассчитаем минимальный припуск Z_{min} на каждую технологическую операцию согласно [30, с.175, формула 2].

$$2Z_{min} = 2 \left[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \Delta y_i^2} \right] \quad (3.3)$$

Проведем расчет минимального припуска Z_{min} на одну сторону:

$$Z_{min} = \left[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \Delta y_i^2} \right] \quad (3.4)$$

Расчет необходимо начинать с требуемого технологического размера (с конца).

Минимальный припуск на чистовое растачивание:

$$Z_{min} = \left[(80 + 35) + \sqrt{0^2 + 0^2} \right] = 115 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск на черновое растачивание:

$$Z_{min} = \left[(320 + 400) + \sqrt{0^2 + 0^2} \right] = 720 \text{ мкм.}$$

Полученные данные заносим в таблицу 3.2, графу 9.

Для расчета остальных параметров, необходимо рассмотреть технологические размерные цепи для каждого припуска, соответствующего технологической операции.

Чистовое растачивание

Допуск на припуск Z_2 определяется как:

$$TZ_2 = TA_2 + TA_3 = 435 + 435 = 870 \text{ мкм} \quad (3.5)$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графу 12.

Наименьший и наибольший припуски Z_2 определяется как:

$$Z_{2 \min} = A_{3 \min} - A_{2 \max} \quad (3.6)$$

$$Z_{2 \max} = A_{3 \max} - A_{2 \min} \quad (3.7)$$

Определим наибольший предельный технологический размер $A_{2 \max}$:

$$A_{2 \max} = A_{3 \min} - Z_{2 \min} = 54,450 \text{ мм}$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графу 17.

Определим наименьший предельный технологический размер $A_{2 \min}$:

$$A_{2 \min} = A_{2 \max} - TA_2 = 54,015 \text{ мм}$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графу 16.

Определим наибольший припуск $Z_{2 \max}$

$$Z_{2 \max} = A_{3 \max} - A_{2 \min} = 985 \text{ мкм}$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графу 10.

Определим номинальный припуск $Z_{2 \text{ ном}}$

$$Z_{2 \text{ ном}} = A_{3 \max} - A_{2 \max} = 550 \text{ мкм}$$

Результат заносим в таблицу 3. 2, графу 11.

Определим расчетные значения диаметров отверстия:

$$D_{2\min} = A_{2\min} \cdot 2 = 108,03 \text{ мм};$$

$$D_{2\max} = A_{2\max} \cdot 2 = 108,9 \text{ мм};$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графы 18, 19.

Черновое растачивание

Допуск на припуск Z_1 определяется как:

$$TZ_1 = TA_1 + TA_2 = 435 + 435 = 870 \text{ мкм.}$$

Результат заносим в таблицу 2, графу 12.

Наименьший и наибольший припуски Z_1 определяется как:

$$Z_{1\min} = A_{2\min} - A_{1\max}$$

$$Z_{1\max} = A_{2\max} - A_{1\min}$$

Определим наибольший предельный технологический размер $A_{1\max}$:

$$A_{1\max} = A_{2\min} - Z_{1\min} = 53,295 \text{ мм}$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графу 17.

Определим наименьший предельный технологический размер $A_{1\min}$:

$$A_{1\min} = A_{1\max} - TA_1 = 52,86 \text{ мм}$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графу 16.

Определим наибольший припуск $Z_{1\max}$

$$Z_{1\max} = A_{2\max} - A_{1\min} = 1590 \text{ мкм}$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графу 10.

Определим номинальный припуск $Z_{1\text{ ном}}$

$$Z_{1\text{ ном}} = A_{2\text{ max}} - A_{1\text{ max}} = 1155 \text{ мкм}$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графу 11.

Определим расчетные значения диаметров отверстия:

$$D_{1\text{ min}} = A_{1\text{ min}} \cdot 2 = 105,72 \text{ мм}; (3.8)$$

$$D_{1\text{ max}} = A_{1\text{ max}} \cdot 2 = 106,59 \text{ мм}; (3.9)$$

Результат заносим в таблицу 3.2, графы 18, 19.

В результате сделанных расчетов можно сделать вывод, что диаметр сверла для главного отверстия диаметром $D = 110_{-870}^0$ должен быть в пределах 105,72-106,59 мм;

3.7 Расчет режимов резания

Сверление 8 отверстий Ø 14

1) Определим глубину резания при сверлении

$$t = 0.5D = 7 \text{ мм.} [31, \text{ с.276 }]$$

2) Определим подачу согласно [31, с. 277, таб. 25]

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

3) Скорость рассчитывается согласно [31, с.276].

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot s^y}} \cdot K_v, (3.10)$$

где C_v, K_v, q, y, m – поправочные коэффициенты; T – стойкость инструмента, мин; s – подача, мм/об.

Коэффициенты C_v, q, y, m выбираются согласно [32, с.278, таб. 38].

$$C_v = 3,5; \quad q = 0,5; \quad y = 0,45; \quad m = 0,12.$$

Стойкость инструмента (T) примем равной 15 минут, исходя из [31, с.279, таб.30]

Глубина резания (t) составит 7 мм.

Поправочный коэффициент K_v рассчитывается согласно [31, с.276-277].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{tv}, (3.11)$$

Где K_{mv} – поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала; $K_{nv} = 0,3$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального

материала на скорость резания, [31, с. 263, таб.6]; $K_{\varepsilon v}$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления, [31, с. 280, таб.31].

Рассчитаем коэффициент K_{mv} согласно [31, с.261, таб. 1].

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (3.12)$$

Где $K_{\Gamma} = 1$ – поправочный коэффициент для материала инструмента, показатель степени $n_v = -0,9$, принимаем согласно [31, с.262, табл. 2]

$\sigma_B = 510 \text{ МПа}$ – предел прочности обрабатываемого материала, МПа.

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{510} \right)^1 = 0,7$$

$$K_v = 0,7 * 0,3 * 1 = 0,21$$

$$v = \frac{3,5 * 14^{0,5}}{8^{0,12} * 0,3^{0,45}} * 0,21 = 14,82 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

4) Рассчитаем крутящий момент, согласно [31, с.277]

$$M = 10 * C_m * D^q * S^y * k_p, \quad (3.13)$$

Где $C_m = 0,041$, $q = 2$, $y = 0,7$ – коэффициент и показатели степеней, определенные по [10, с.281, таб.32], $k_p = k_{mp} = 0,75$ – поправочный коэффициент, взятый из [10, с.264, таб.9].

$$M = 10 * 0,041 * 14^2 * 0,3^{0,7} * 0,75 = 25,95 \text{ Н} * \text{М}$$

5) Рассчитаем осевую силу, согласно [31, с.277]

$$P_z = 10 * C_p * D^q * S^y * k_p = 10 * 143 * 14 * 0,3^{0,7} = 8,6 \text{ кН}, \quad (27)$$

Где $C_p = 143, q = 1, y = 0.7$, исходя из [31, с.281, таб. 32]

6) Рассчитаем частоту вращения n согласно [31, с.280]

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (3.14)$$

где D – диаметр обработки, мм.

$$D = 10 \text{ мм.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 14,82}{\pi \cdot 14} = 336,95 \frac{\text{об}}{\text{мин}}, \text{ принимаем } n = 335 \text{ об/мин.}$$

7) Рассчитаем требуемую мощность главного привода станка согласно [31, с.280]

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} \quad (15)$$

$$N = \frac{25,95 \cdot 335}{9750} = 0,891 \text{ кВт.}$$

Рассверливание 8 отверстий Ø 18

1) Определим глубину резания при сверлении

$$t = 0.5(D-d) = 0.5(18-14)=2 \text{ мм.} [31, \text{ с.276 }], \quad (3.15)$$

2) Определим подачу согласно [31, с. 277, таб. 25]

$$S = 0,35 \text{ мм/об..}$$

3) Скорость рассчитывается согласно [31, с.276].

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v, \quad (3.16)$$

где C_v, K_v, q, y, m – поправочные коэффициенты; T – стойкость инструмента, мин; t – глубина резания, мм; s – подача, мм/об.

Коэффициенты C_v, q, y, m выбираются согласно [31, с.279, таб. 29].

$$C_v = 16,2; q = 0,4; \quad x = 0,2; y = 0,5; m = 0,2.$$

Стойкость инструмента (T) примем равной 15 минут, исходя из [31, с.279, таб.30]

Глубина резания (t) составит 2 мм.

Поправочный коэффициент K_v рассчитывается согласно [31, с.276-277].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{tv}, \quad (3.17)$$

Где K_{mv} – поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала; $K_{nv} = 0,3$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания, [31, с. 263, таб.6]; K_{tv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления, [31, с. 280, таб.31].

Рассчитаем коэффициент K_{mv} согласно [31, с.261, таб. 1].

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (3.18)$$

Где $K_{\Gamma} = 1$ – поправочный коэффициент для материала инструмента, показатель степени $n_v = -0,9$, принимаем согласно [31, с.262, табл. 2]

$\sigma_B = 510 \text{ МПа}$ - предел прочности обрабатываемого материала, МПа.

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{510} \right)^1 = 0,7$$

$$K_v = 0,7 * 0,3 * 1 = 0,21$$

$$v = \frac{16,2 * 18^{0,4}}{15^{0,2} * 2^{0,2} * 0,35^{0,5}} * 0,21 = 9,255 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4) Рассчитаем крутящий момент, согласно [32, с.277]

$$M = 10 * C_m * D^q * t^x * S^y * k_p, (3.19)$$

Где $C_m = 0,106$, $q = 1$, $x = 0,9$, $y = 0,8$ – коэффициент и показатели степеней, определенные по [10, с.279, таб.29], $k_p = k_{mp} = 0,75$ – поправочный коэффициент, взятый из [31, с.264, таб.9].

$$M = 10 * 0,106 * 18^1 * 2^{0,9} * 0,35^{0,8} * 0,75 = 11,53 \text{ Н} * \text{м}$$

5) Рассчитаем осевую силу, согласно [31, с.277]

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * k_p = 10 * 140 * 2^{1,2} * 0,35^{0,65} * 0,75 = 1,22 \text{ кН},$$

Где $C_p = 140$, $x = 1,2$, $y = 0,65$, исходя из [31, с.281, таб. 32]

6) Рассчитаем частоту вращения n согласно [31, с.280]

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, (3.20)$$

где D – диаметр обработки, мм.

$$D = 18 \text{ мм}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 9,255}{\pi \cdot 18} = 163,6 \frac{\text{об}}{\text{мин}}, \text{принимаем } n = 165 \text{ об/мин}.$$

7) Рассчитаем требуемую мощность главного привода станка согласно [32, с.280]

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, (3.21)$$

$$N = \frac{11,53 \cdot 165}{9750} = 0,195 \text{ кВт}.$$

3.8 Выбор оборудования

Для данной технологической операции выбираем сверлильный станок с ЧПУ. Выбор оборудования осуществляется с учётом следующего:

- ✓ Размеры рабочей зоны оборудования должны соответствовать габаритным размерам обрабатываемой детали;
- ✓ Технические характеристики станка должны обеспечивать возможность получения заданной точности и качества обрабатываемой поверхности детали;
- ✓ Мощность, жесткость и кинематика оборудования должны обеспечивать обработку детали при оптимальных режимах резания;
- ✓ Оборудование должно удовлетворять требованиям единичного и мелкосерийного производства.

Вертикально-сверлильный станок с программным управлением и крестовым столом 2Н118Ф2 предназначен для сверления, рассверливания, зенкования, развертывания в деталях отверстий, которые заданы в прямоугольной системе координат.

Данный станок относится к классу станков нормальной точности, что свидетельствует в названии буква «Н».

Наличие крестового стола с числовым программным управлением позволяет осуществлять координатную обработку деталей типа крышек, фланцев, панелей без предварительной разметки и применения кондукторов.

Крестовой стол работает автоматически по набранной программе.

Цикл перемещения шпинделя автоматизирован. Система кодирования информации по ГОСТ 13052-67.

Станок может быть использован в мелкосерийном и серийном производстве различных отраслей промышленности.

Технические характеристики станка 2Н118Ф2 представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Технические характеристики станка.

Класс точности	Н
Наибольший диаметр сверления, мм.	18
Наибольший вес обрабатываемой детали на столе, кг	150
Наибольший ход шпинделя, мм	150
Наибольшее расстояние от конца шпинделя до стола, мм	450
Вылет шпинделя до направляющих сверлильной головки, мм	200
Наибольшее перемещение сверлильной головки, мм	300
Частота вращения шпинделя, об/мин	180;250;355;500;710; 1000;1420;2000;2800;
Подачи шпинделя, мм/об	0,1;0,14;0,2;0,28;0,4; 0,56;
Наибольшее усилие подачи, кгс	560
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кгс*м	8,8
Размеры рабочей поверхности стола (длина х ширина), мм	450x280
Перемещение стола, мм	380
Продольное	220
Поперечное	

Точность установки продольных и поперечных перемещённых координат, мм	0,05
Дискретность задания перемещения, мм	0,01
Система программного управления	Координата C70
Тип системы программного управления	Позиционная
Программоноситель	Восьмидорожечная перфолента
Максимальная величина линейных перемещений, мм: По координате x По координате y	1999,99 999,99
Тип считывающего устройства	Контактный
Режим работы	Автоматический, полуавтоматический, преднабор, ручное управление
Напряжение электросети, в	220/380
Тип аппарата на вводе	АК-63-3М
Номинальный ток расцепителей вводного аппарата, а	20
Тип привода главного движения	A02-22-4
Мощность привода главного движения, кВт	1,5
Частота вращения привода главного движения, об/мин	1420
Тип привода поперечного и продольного перемещения стола	A0Л2-11-4
Мощность привода поперечного и продольного перемещения стола, кВт	0,6
Частота вращения привода поперечного и	1370

продольного перемещения стола, об/мин	
Тип привода ускоренного перемещения шпинделя	АОЛ-22-2/Ф3
Мощность привода ускоренного перемещения шпинделя, кВт	0,6
Частота вращения привода ускоренного перемещения шпинделя, об/мин	2800
Тип привода насоса охлаждения	ПА-22
Мощность привода насоса охлаждения, кВт	0,125
Производительность привода насоса охлаждения, л/мин	22
Габариты станка без выносливого оборудования (длина x ширина x высота), мм	1460x1300x2155
Масса станка, кг:	
Без электрооборудования	1285
С электрооборудованием	1720

3.9 Нормирование

Для данной технологической операции проведем нормирование. Нормирование будет заключаться в определении штучного времени. Расчет норм времени осуществляется на основании РТК (см приложение). Нормирование технологической операции будет осуществляться согласно [6].

Время автоматической работы станка по программе рассчитывается согласно [33, стр5, формула 1.3]:

$$T_a = T_{oa} + T_{ва}; (3.22)$$

Основное время автоматической работы станка считается по формуле согласно [33, стр5, формула 1.4]:

$$T_{oa} = \sum \frac{L_i}{S_i \cdot n_i} \cdot i, (3.23)$$

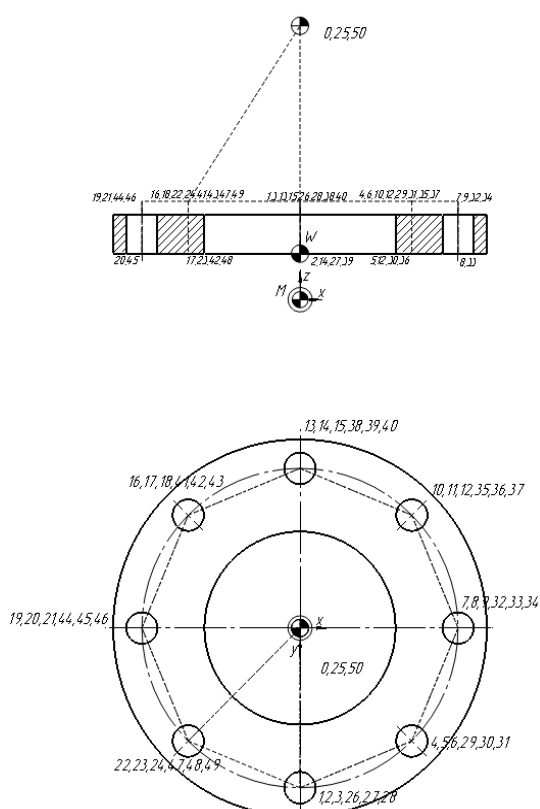
где T_{oa} - машинное время для всех переходов, мин; L_i – путь пройденный i -м инструментом на рабочей подаче, мм; S_i - рабочая подача для i -го инструмента, мм/об; n_i - рабочая частота вращения шпинделя, об/мин; i – число проходов i -го инструмента.

$$T_{oa} = \frac{30 \cdot 8}{0,3 \cdot 335} \cdot 1 + \frac{30 \cdot 8}{0,35 \cdot 165} \cdot 1 = 6,54 \text{ мин}$$

Траектории движения инструментов на рабочей подаче представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Траектория движения инструмента на рабочей подаче

Схема	$L_{\text{раб}},$ мм	Число прохо дов	Траектория
	30	1	1-2 4-5 7-8

			10-11
			13-14
			16-17
			19-20
			22-23
30	1		26-27
			29-30
			32-33
			35-36
			38-39
			41-42
			44-45
			48-48

Расчёт вспомогательного времени

Расчет вспомогательного времени ведется согласно, [34]:

$$T_{oa} = T_{вха} + T_{ост}; (3.24)$$

T_{вха} – время на выполнение операционных вспомогательных ходов.

T_{ост} – время технологических пауз.

Определение времени, требующегося на холостые ходы и смену инструмента, рассчитывается согласно [34]

$$T_{оха} = \frac{\sum L_{xx}}{S_{xx}} \cdot i + T_{см}, (35)$$

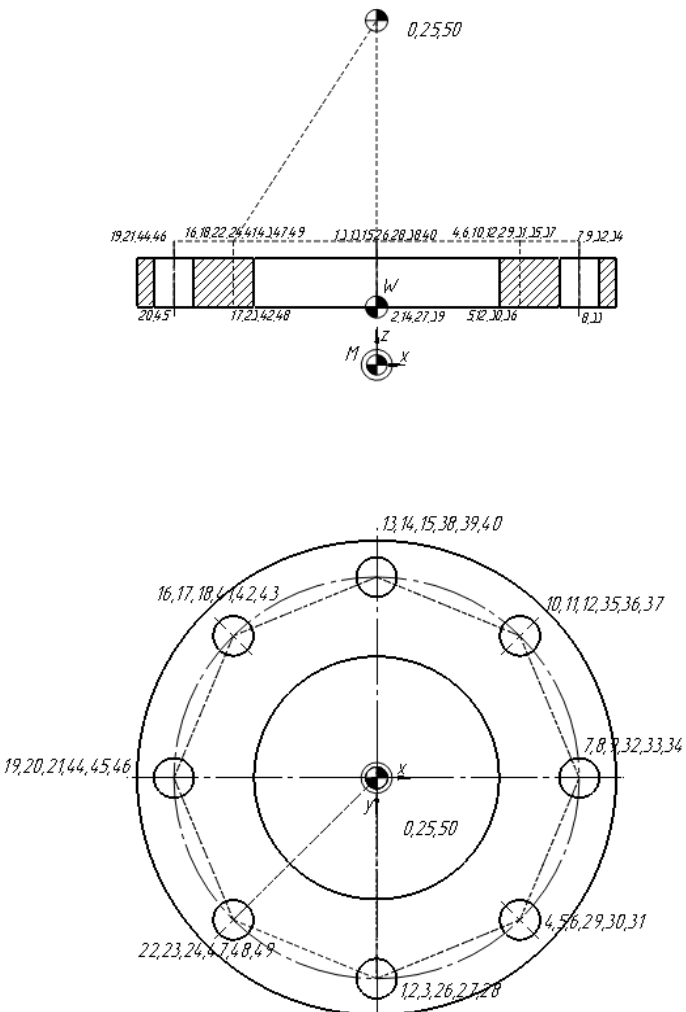
где **T_{xx}**- время на холостые перемещения, мин; **L_{xx}** – путь пройденный i-м инструментом на холостом ходу, мм; **S_{xx}**- скорость холостых ходов, мм/об; **i**-число холостых ходов i-го инструмента; **T_{см}**.- время смены инструмента, мин; **T_{см}**.=0,1 мин.

Тогда:

$$T_{\text{оха}} = \frac{30 \cdot 16 + 69,65 \cdot 14 + 119,4 \cdot 4}{400} + 0,1 = 4,93 \text{ мин}$$

Траектории движения инструментов на ускоренной подаче представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Траектория вспомогательных движений инструмента

Схема	$L_{\text{хх}},$ мм	Число прох одов	Траектор ия
	0	1	2–3 5–6 8–9 11–12 14–15 17–18 20–21 23–24 27–28 30–31 33–34 36–37 39–40 42–43 45–46 48–49
	9,65	1	3–4 6–7 9–10 12–13 15–16

			18-19
			21-22
			28-29
			31-32
			34-35
			37-38
			40-41
			43-44
			46-47
	19,4	1	0-1
			24-25
			25-26
			49-50

$$T_{\text{ост}} = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{\text{в0}} = 4,93 + 0,2 = 5,13 \text{ мин}$$

$$T_0 = 6,54 + 5,13 = 11,67 \text{ мин}$$

Расчет времени вспомогательной ручной работы [33, стр5, формула 1.5]:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{ву}} + T_{\text{вн}} + T_{\text{в0}} ; (3,25)$$

где $T_{\text{ву}}$ – вспомогательное время на снятие и установку детали; $T_{\text{ву}}$ рассчитывается согласно [33. стр.53, карта 3]

$$T_{\text{ву}} = 0,18 \text{ мин}$$

$T_{\text{в0}}$ – вспомогательное время, связанное с выполнением операции;

$$T_{\text{в0}} = 0,32 + 0,31 = 0,63 \text{ мин [33. стр.79, карта 14]}$$

$T_{\text{вн}}$ – вспомогательное неперекрываемое время на контрольные измерения;

$$T_{\text{вн}} = 0,12 + 0,14 + 0,09 + 0,09 = 0,44 \text{ мин [33. стр.84 – 85, карта 15]}$$

$$T_{\text{в}} = 0,18 + 0,63 + 0,44 = 1,25 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опер}} = 11,67 + 1,25 = 12,92 \text{ мин}$$

Время на отдых и личные потребности составляет:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{отдыха}} = T_{\text{опер}} \cdot (4\% - 8\%), (3.26)$$

$$T_{\text{обсл}} = 0,8 \text{ мин}$$

Расчёт подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время рассчитывается как сумма слагаемых:

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{оснащ}} + T_{\text{налад}} + T_{\text{инструкт}}, (3.27)$$

где $T_{\text{оснащ}}$ – время на получение инструмента, оснастки и документации; $T_{\text{инструкт}}$ – время на инструктаж рабочего; $T_{\text{налад}}$ – время на наладку оборудования.

Рассчитывается как сумма следующих параметров:

$$T_{\text{налад}} = i \cdot T_{\text{инстр}} + T_{\text{креп}} + T_{\text{подгот}}, (3.28)$$

где i - количество инструмента; $T_{\text{инстр}}$ - время на единицу инструмента; $T_{\text{креп}}$ – слагаемое времени, зависящее от способа крепления заготовки; $T_{\text{подгот}}$ - время на подготовку оснастки

Пользуясь [35. стр.96 – 97, карта 21], получим

$$T_{\text{налад}} = 3 \cdot 1,5 + 4,5 + 6 = 11 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пз}} = 4 + 11 + 4 = 19 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{а}} + T_{\text{в}} + T_{\text{отдыха}} + T_{\text{обсл}} + \frac{T_{\text{пз}}}{N}, (3.29)$$

Где, N – партия деталей, принятая за 100

$$T_{\text{шт}} = 11,67 + 1,25 + 0,8 + 0,8 + \frac{19}{100} = 14,71 \text{ мин}$$

3.10 Выбор режущего инструмента

Для выбранного оборудования, осуществляем выбор режущих инструментов, согласно ГОСТ 4010—77, сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком, короткой серии, материал Р6М5.

Для первого отверстия диаметром 14мм:

Сверло нормальной точности, исполнение 1, правое, обозначение 2300-0749, диаметром D=14мм, длиной сверла L=107мм, длиной режущей части сверла l=54мм;

Для второго отверстия диаметром 18мм:

Сверло нормальной точности, исполнение 1, правое, обозначение 2300-0767, диаметром D=18мм, длиной сверла L=123мм, длиной режущей части сверла l=62 мм.

3.11 Выбор средств технического контроля

Для контроля размеров, полученных в ходе технологической операции необходимо использовать следующий измерительные инструменты:

1. Отверстие $\varnothing 18_{-0,43}^0$ – микрометры для измерения внутренних диаметров DIN 863;
2. Для остальных размеров, выполненных по 14 качеству использовать штангенциркуль – ШЦЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-89;

3.12 Расчет приспособления

На данной технологической операции заготовка будет базироваться в тиски станочные винтовые самоцентрирующие с призматическими губками для круглых профилей (по ГОСТ 21168-75), относящиеся к универсальным безналадочным приспособлениям.

По данным, полученным в ходе расчета режимов резания, наибольшая сила резания P_z возникает при сверлении восьми отверстий диаметром 14 мм. Расчет силы зажима будем вести, согласно, [35]. Расчетная схема усилия зажима заготовки приведена на рисунке 3.2.

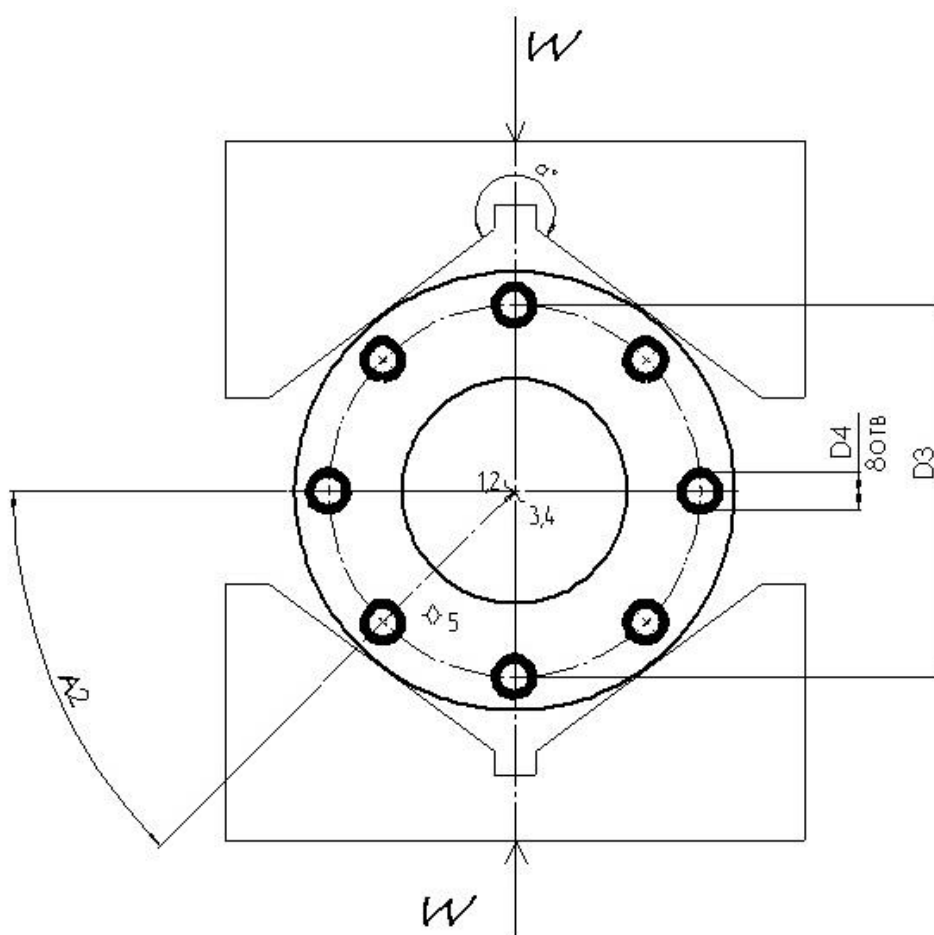


Рисунок 3.2 - Расчетная схема усилия зажима заготовки

Рассчитаем усилия зажима, согласно [35, с. 203, табл. 8.1]:

$$W = \frac{K * M_p * \sin(\alpha/2)}{f * D}, \quad (3.30)$$

где $K = 1,5$ – коэффициент запаса; $f = 0,25$ – коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов; $M_p = 25,95 \text{ Н} * \text{м}$ – крутящий момент на сверле; $D = 14 \text{ мм}$ – диаметр сверла; α – угол призмы.

В соответствии с ГОСТ 21168-75, $\alpha=120^\circ$, $\sin(\alpha/2) = 0.866$.

Подставим все значения:

$$W = \frac{1,5 * 25,95 * 0.866}{0,25 * 0,014} = \frac{33.709}{0,0035} = 9631\text{Н.}$$

Для закрепления заготовки на данной технологической операции необходимо обеспечить усилие 9,6 кН на каждой щеке.

3.13 Заключение технологической части

В результате проделанного курсового проекта, был спроектирован технологический процесс для единичного и мелкосерийного производства механической обработки изготовления детали типа «вал». В процессе проектирования ТП научились рационально подходить к процессу выбора заготовки, а также последующий маршрут обработки в условиях мелкосерийного производства. Назначили допуски и рассчитали припуски на механическую обработку. Рассчитали режимы резания для операции на станке с ЧПУ, выбрали оптимальное оборудование, режущие инструменты, оснастку и средства контроля. Было проведено нормирование и расчёт оснастки. Расчетные данные представлены в табличной форме.

4 ВВЕДЕНИЕ В РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Экономическая оценка является важной частью исследовательской деятельности. Разработка должна не только выполнять свои функциональные назначения, но и быть финансово выгодно, как при производстве, так и при эксплуатации.

Объектом экономической части дипломной работы является универсальный измельчитель пищевых продуктов для измельчения отходов пищевого производства для подготовки их к дальнейшей утилизации пиролизом.

Цель - оценка конкурентоспособности коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования.

Задачи:

- Определение потенциальных потребителей;
- Анализ конкурентоспособности разрабатываемой конструкции;
- SWOT – анализ.

4.1 Анализ рынка

Универсальный измельчитель пищевых продуктов для измельчения отходов пищевого производства для подготовки их к дальнейшей утилизации пиролизом принадлежит рынку для агропромышленных предприятий. Разрабатываемая конструкция будет востребованной в сфере агропромышленных предприятий, ввиду его универсальности по отношению к различным видам сырья, а так же высокой производительности.

4.2 Целевая аудитория

Предполагается работать на рынках «B2B».

Целевую аудиторию могут составлять:

- Агропромышленные предприятия;
- Крупные предприятия пищевой промышленности.

4.3 Конкурентный анализ

Анализ конкуренции позволяет определить вероятное место продукции на рынке среди компаний, производящих схожий продукт. Правильный анализ и оценка конкурентной среды предприятия позволяет создать устойчивое конкурентное преимущество продукта, выбрать правильные каналы коммуникации и понизить операционные риски. В условиях современного рынка, продукция может испытывать конкуренцию как со стороны мирового рынка, так и со стороны фирм внутри страны.

Мировой рынок:

- «John Deere» – крупнейшая конструкторская сельскохозяйственная фирма в мире;
- «CLAAS» – германская машиностроительная компания, крупный производитель сельскохозяйственной техники;
- «Kuhn» – Швейцарский производитель сельскохозяйственной техники;
- «Bourgault»- Канадский производитель сельскохозяйственной техники.

Российский рынок:

- «Агромоторс» – Инженерно-агрономический центр, осуществляющий продажу высококачественной сельхозтехники и тракторов. Барнаул.

Для определения конкурентоспособности нашей разработки сравним технические и экономические характеристики измельчителя с аналогами конкурентов. Сравнение образцов компаний «John Deere», «Агромоторс», и разрабатываемого продукта представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурент оспособность		
		$B_{нр}$	B_{JD}	B_{AM}	$K_{нр}$	K_{JD}	K_{AM}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Производительность	0,14	4	5	3	0,6	0,7	0,4
Мощность	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
Автоматическое управление	0,02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
Габариты	0,03	4	3	4	0,2	0,1	0,1
Объем продукта	0,05	3	5	3	0,2	0,3	0,2
Уровень шума	0,07	4	4	4	0,3	0,1	0,2
Безопасность	0,2	5	5	5	0,5	0,4	0,5
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
Конкурентоспособн ость продукта	0, 15	4	5	4	0,6	0,8	0,6
Уровень проникновения на рынок	0,06	2	3	2	0,2	0,2	0,1
Цена	0,2	3	4	5	0,2	0,3	0,4
Послепродажное обслуживание	0,03	1	1	1	0,0	0,0	0,0
Финансирование научной разработки	0,09	2	5	3	0,2	0,5	0,3

Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	5	3	0,4	0,4	0,2
Итого	1	7	5	6	3,78	4,51	3,62

В таблице 4.1, K_{JD} , B_{JD} представлены показатели компании «John Deere», B_{AM} , K_{AM} - «Агромоторс», и K_{HP} , B_{HP} – нашей разработки.

По произведенным расчетам видно, что измельчитель менее конкурентоспособен в сравнении с продукцией компании «John Deere». В виду того, что данная компания является лидером среди мировых производителей агропромышленной техники.

Высокие высокая производительность измельчителя и простота в обслуживании делают проектируемый измельчитель достаточно конкурентоспособным на рынке агропромышленного оборудования.

4.4 SWOT – анализ

SWOT – вид ситуационного анализа, позволяющий оценить текущую и будущую конкурентоспособность товара компании на рынке с помощью анализа внутренней и внешней среды организации, а также соотношения ее сильных и слабых сторон. Для проведения качественного SWOT-анализа, необходимо провести такие анализы, как SNW и PEST (PESTLE), в нашем случае мы ими пренебрегаем. SWOT – анализ проекта представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – SWOT-анализ

S –STRENGTH (Сильные стороны)	W –Weakness (Слабые стороны)
1. Уникальность продукции 2. Использование отечественных производителей, что снижает себестоимость 3. Самостоятельное производство некоторых составных деталей. 4. Простота конструкции 5. Востребованность рынка в данном оборудовании 6. Высокие технические показатели установки	1. Угроза со стороны крупных компаний 2. Единичное (мелкосерийное) производство
O – Opportunities (Возможности)	T –Treats (Угрозы)

1. Использование инфраструктуры ТПУ 2. Возможности быстрого роста спроса и развитие 3. Возможен приток частного капитала	1. Нестабильное финансирование 2. Высокая конкуренция
--	--

Составим матрицу сильных сторон и возможностей, результаты занесем в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Матрица сильных сторон и возможностей

		Возможности проекта		
		О1	О2	О3
	1	Использование инфраструктуры ТПУ поможет усовершенствовать технологическую часть продукта	Уникальность продукции способствует быстрому росту спроса	Возможности притока частного капитала положительно сказываются на разработках уникальности данной продукции
Сильные стороны проекта	2	Российские технологии отстают от западных, но использование инфраструктуры ТПУ, их последних разработок сможет помочь удержанию спроса,	Снижение себестоимости способствует быстрому росту спроса	-
		Возможности	Самостоятельное	-

	3	инфраструктуры ТПУ способствуют самостоятельному производству некоторых деталей	производство некоторых деталей способствует исключению зависимости от некоторых поставщиков и производителей, что благоприятно сказывается на уменьшении требуемого времени	
	4	-	Простота изготовления конструкции положительно сказывается на росте спроса, ввиду уменьшения требуемого времени на изготовление данной конструкции	-
	5	-	Востребованность рынка агропромышленной техники в данном оборудовании напрямую положительно сказывается на росте спроса на	Востребованность рынка в данном оборудовании предполагают возможность увеличения числа возможных инвесторов

			разработанную конструкцию	
	6	Возможности использования инфраструктуры ТПУ помогут добиться желаемой точности для обеспечения технических параметров установки	Высокие технические показатели установки так же положительно сказываются на росте спроса на данную установку	-

Сопоставление сильных сторон и угроз отображается в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Матрица слабых сторон и угроз

		Угрозы	
		T1	T2
Слабые стороны проекта	W1	Нестабильное финансирование может привести к отставанию по технологическим разработкам от наших конкурентов. Выход: искать больше спонсоров и источников финансирования, иметь запасные накопительные	По причине технического развития крупных фирм и компаний конкурентов, наша конструкция может стать менее уникальной и менее востребованной. Для предотвращения этого нужно следить за миром технологий и по возможности применять новинки в своём производстве;

		фонды;	
	W2	При отсутствии достаточных средств наступает банкротство предприятия. Выход: искать больше спонсоров и источников финансирования, иметь запасные накопительные фонды;	Единичное (мелкосерийное) производство подвержено более высокой конкуренции, чем крупносерийное производство. Выход: нужно следить за миром технологий и по возможности применять новинки в своём производстве, чтобы быть более конкурентоспособными;

4.5 Заключение раздела «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

В результате оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования было выявлено место продукции на рынке, проанализированы преимущества и недостатки продукции по отношению к продукции конкурентов, а также выявлены возможные угрозы и возможности проекта.

В условиях современного рынка, отрасль агропромышленной техники высоко востребована, и существуют тенденции к спросу подобной техники. Несмотря на определённые недостатки, разрабатываемая конструкция будет иметь некоторые преимущества, как над зарубежной техникой, так и над отечественной, следовательно, будет востребована.

Подводя итог, можно сказать, что подобное исследование имеет экономическое обоснование, а значит, принесёт прибыль.

5. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

5.1 Введение в раздел «Социальная ответственность»

В ходе дипломной работы разрабатывается конструкция универсального измельчителя пищевых продуктов, предназначенного для измельчения отходов пищевого производства для подготовки их к дальнейшей утилизации пиролизом.

Раздел социальной ответственности необходим для определения условий труда на данном оборудовании, обнаружение и изучение факторов рабочей среды, отрицательно влияющих на здоровье человека, а также утверждение требуемых норм безопасности и методов обеспечения безопасности при эксплуатации и в условиях ЧС. Раздел социальной ответственности направлен на обеспечение безопасности работника, общества и окружающей среды.

В данном разделе необходимо разработать комплекс мероприятий минимизирующих неблагоприятные последствия производства и эксплуатации разработки. Производственная среда должна соответствовать существующим стандартам техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

5.1 Техногенная безопасность

5.1.1. Требования к рабочему помещению

Рабочее помещение должно быть подготовлено к эксплуатации разрабатываемого устройства. Помещение должно соответствовать количеству сотрудников, участвующих в процессе эксплуатации. Прежде всего использовать измельчитель пищевых продуктов будут в сельском хозяйстве, в частности, установка размещается на складах органических удобрений. Помещение должно удовлетворять требованиям СНиП 2.10.02-84.

Категории помещений изданий по взрывопожарной и пожарной опасности устанавливаются в технологической части проекта в соответствии с требованиями НПБ 105-95 МВД России «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной пожарной опасности», ведомственными (отраслевыми) нормами технологического проектирования или специальными перечнями, устанавливающими указанные категории утвержденными в установленном порядке.

Общая площадь здания определяется в соответствии со СНиП 31-03-2001.

При проектировании зданий и помещений для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции для Северной строительной климатической зоны следует также выполнять соответствующие дополнительные требования СНиП 31-03-2001.

Для размещения технологического, энергетического и санитарно-технического оборудования, которое допускается устанавливать открыто (по нормам технологического проектирования, по специальным перечням, утвержденным в установленном порядке или в соответствии с

технологической частью проекта), следует предусматривать открытые площадки.

Обеспечение доступности зданий и помещений, где организуются рабочие места для инвалидов, следует выполнять в соответствии с требованиями, изложенными в СНиП 31-03-2001, санитарно-бытовое обслуживание работающих инвалидов - в соответствии со СНиП 2.09.04-87.

Квота рабочих мест для инвалидов, виды и группы инвалидности работников, для которых могут быть организованы рабочие места в зданиях и помещениях для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, устанавливаются в задании на проектирование с участием в его составлении территориальных органов социальной защиты населения в соответствии с правилами, установленными в РДС 35-201-98 Госстроя России и Минтруда России «Порядок реализации требований доступности для инвалидов к объектам социальной инфраструктуры».

5.1.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Наиболее вредным фактором при эксплуатации оборудования является уровень шума.

При эксплуатации машины, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих 60 дБА:

- разработкой шумобезопасной техники;
- применением средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029-80;
- применением средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87.

Зоны с уровнем звука или эквивалентным уровнем звука выше 80 дБА должны быть обозначены знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026-76. Работая в этих зонах администрация обязана снабжать средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87.

5.1.3. Повышенный уровень вибрации

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности, расстройство зрения, онемение и отеки пальцев рук, заболевание суставов, снижение чувствительности. Общая низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена, биохимических показателей крови.

Т.к. быстро движущиеся элементы установки являются источниками вибрации, одним из наиболее вредных факторов является повышенный уровень вибрации. Вибрационная безопасность рабочего места должна соответствовать ГОСТ 12.1.012-90.

Нормы вибрации машин должны обеспечиваться и гарантироваться их изготовителями и удостоверяться контрольными службами, уполномоченными проверять показатели безопасности машин.

Заказчик и (или) потребитель, принявший в эксплуатацию машины, оборудование, предприятие, несет ответственность за обеспечение вибрационной безопасности труда.

Для обеспечения вибрационной безопасности труда должен быть организован эффективный контроль соблюдения установленных норм и требований.

Вибрационная безопасность труда должна обеспечиваться:

- системой технических, технологических и организационных решений и мероприятий по созданию машин и оборудования с низкой вибрационной активностью;
- системой проектных и технологических решений производственных процессов и элементов производственной среды, снижающих вибрационную нагрузку на оператора;
- системой организации труда и профилактических мероприятий на предприятиях, ослабляющих неблагоприятное воздействие вибрации на человека.

Для обеспечения вибрационной безопасности труда должен быть организован эффективный контроль соблюдения установленных норм и требований.

5.1.4. Недостаточная освещённость рабочей зоны

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Важно отметить, что не только уровень освещенности, а все аспекты качества освещения играют роль в предотвращении несчастных случаев. Нормы освещения описываются в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03.

Совмещенное освещение помещений жилых и общественных зданий допускается предусматривать в случаях, когда это требуется по условиям выбора рациональных объемно-планировочных или градостроительных решений. Требования к совмещенному освещению в зависимости от назначения помещения изложены в таблице 5,1.

Таблица 5.1 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения основных помещений общественного здания, а также сопутствующих им производственных помещений

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО, %	ЕО, %	КЕО, %	ЕО, %	Освещённость рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Цехи	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	200	40	20

При совмещенном освещении общественных зданий нормируемые значения КЕО должны составлять от нормированных значений КЕО при естественном освещении не менее 60% для остальных помещений.

Искусственное освещение при совмещенном освещении помещений следует проектировать с учётом совмещённого освещения. При этом необходимо предусматривать раздельное включение общего искусственного освещения и дополнительного искусственного освещения, используемого в течение дня.

5.1.5. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое состояние человека. Например, понижение температуры и повышение скорости движения воздуха, способствует усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма. Повышение скорости движения воздуха ухудшает самочувствие, так как способствует усилению конвективного теплообмена и процессу теплоотдачи при испарении пота.

Требования к микроклимату производственных помещений регламентируется СанПиН 2.2.4.548–96 и СНиП 2.10.02-84.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 5.2, применительно к выполнению работы в холодный и теплый периоды года.

Таблица 5.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по	Температура	Температура	Относительная влажность	Скорость движения
-------------	--------------------	-------------	-------------	-------------------------	-------------------

	уровню энергозатрат, Вт	воздуха, °С	поверх- ностей, °С	ность воз- духа, %	воздуха, м/с
Холодный	Па (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
Тёплый	Па (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2

Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 12, применительно к выполнению работы в холодный и теплый периоды года.

Таблица 5.3 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Па (175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	

Тёплый	Па (175-232)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1
--------	--------------	-----------	-----------	-----------	-------	-----

Расчетные параметры внутреннего воздуха (температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха) для проектирования отопления и вентиляции следует принимать:

а) в помещениях для хранения сельскохозяйственной продукции и в основных производственных помещениях - по нормам технологического проектирования;

б) в помещениях, для которых параметры внутреннего воздуха не установлены нормами технологического проектирования, - в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88.

При проектировании отопления и вентиляции зданий для переработки сельскохозяйственной продукции, эксплуатируемых только осенью или весной (на сезонных предприятиях), расчетную температуру наружного воздуха следует принимать равной средней температуре наружного воздуха наиболее холодного месяца за период эксплуатации этих зданий, уменьшенной для отопления на 0,5 и для вентиляции на 0,4 максимальной амплитуды суточных колебаний температуры наружного воздуха в этом месяце.

В зданиях и помещениях для переработки пищевой продукции в качестве местных нагревательных приборов следует применять радиаторы с гладкой поверхностью, предусматривая установку их в местах, доступных для очистки.

Горячее водоснабжение зданий для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции следует проектировать в соответствии со СНиП 2.04.01-85; температуру и расход горячей воды следует принимать по нормам технологического проектирования или технологической части проекта.

5.1.6. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Т.к. установка работает от тока, то существует вероятность получить повреждения в следствии удара током. Источником тока может являться трансформатор. Требования к электробезопасности производственных помещений регламентируется ГОСТ Р 12.1.019-2009.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры;
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляция токоведущих частей (основная, дополнительная, усиленная, двойная);
- изоляция рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- электрическое разделение;
- предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциалов;

- защитное экранирование;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- простое и защитное разделения цепей;
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсацию токов замыкания на землю;
- электроизоляционные средства;
- средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита при нормальном функционировании электроустановок и при возникновении аварийных ситуаций (см. приложения В-Д).

Для обеспечения защиты от поражения термическим действием электрической дуги при работах в закрытых и открытых электроустановках (оборудование электрических сетей, станций и подстанций, контактная сеть железных дорог) со снятием и без снятия напряжения дополнительно следует применять специальные защитные термостойкие комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

Для защиты от поражения электрическим током при прикосновении работающих к элементам электроустановок, находящихся под наведенным напряжением, вызванным электромагнитным влиянием электроустановок, находящихся под рабочим напряжением (двухцепные ВЛ электропередачи, грозозащитные тросы ВЛ, кабельные линии, ВОЛС и контактная сеть железных дорог переменного тока), дополнительно следует применять

шунтирующие (электропроводящие) комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

5.1.7. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы

Подвижные элементы установки представляют опасность работникам, работающим на ней. Лезвия на установке вращаются с высокой скоростью, что может вызвать серьёзные травмы у пострадавшего.

Производственное оборудование должно обеспечивать безопасность работающих при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований (условий, правил), предусмотренных эксплуатационной документацией.

Требования к безопасности оборудования регламентированы в ГОСТ 12.2.003-91.

Безопасность конструкции производственного оборудования обеспечивается:

- 1) выбором принципов действия и конструктивных решений, источников энергии и характеристик энергоносителей, параметров рабочих процессов, системы управления и ее элементов;
- 2) минимизацией потребляемой и накапливаемой энергии при функционировании оборудования;
- 3) выбором комплектующих изделий и материалов для изготовления конструкций, а также применяемых при эксплуатации;
- 4) выбором технологических процессов изготовления;

5) применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных (в том числе пожаровзрывоопасных) ситуаций;

6) надежностью конструкции и ее элементов (в том числе дублированием отдельных систем управления, средств защиты и информации, отказы которых могут привести к созданию опасных ситуаций);

7) применением средств механизации, автоматизации (в том числе автоматического регулирования параметров рабочих процессов) дистанционного управления и контроля;

8) возможностью использования средств защиты, не входящих в конструкцию;

9) выполнением эргономических требований;

10) ограничением физических и нервнопсихических нагрузок на работающих.

Требования безопасности к производственному оборудованию конкретных групп, видов, моделей (марок) устанавливаются на основе требований настоящего стандарта с учетом:

1) особенностей назначения, исполнения и условий эксплуатации;

2) результатов испытаний, а также анализа опасных ситуаций (в том числе пожаровзрывоопасных), имевших место при эксплуатации аналогичного оборудования;

3) требований стандартов, устанавливающих допустимые значения опасных и вредных производственных факторов;

4) научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также анализа средств и методов обеспечения безопасности на лучших мировых аналогах;

5) требований безопасности, установленных международными и региональными стандартами и другими документами к аналогичным группам, видам, моделям (маркам) производственного оборудования;

б) прогноза возможного возникновения опасных ситуаций на вновь создаваемом или модернизируемом оборудовании.

Требования безопасности к технологическому комплексу должны также учитывать возможные опасности, вызванные совместным функционированием единиц производственного оборудования, составляющих комплекс.

Каждый технологический комплекс и автономно используемое производственное оборудование должны укомплектовываться эксплуатационной документацией, содержащей требования (правила), предотвращающие возникновение опасных ситуаций при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации. Общие требования к содержанию эксплуатационной документации в части обеспечения безопасности приведены в приложении.

Производственное оборудование должно отвечать требованиям безопасности в течение всего периода эксплуатации при выполнении потребителем требований, установленных в эксплуатационной документации.

Производственное оборудование в процессе эксплуатации не должно загрязнять природную среду выбросами вредных веществ и вредных микроорганизмов в количествах выше допустимых значений, установленных стандартами и санитарными нормами.

5.2 Региональная безопасность.

Т.к. при эксплуатации не возникает вредоносных отходов, следует отметить вредные факторы при производстве элементов. При производстве разрабатываемого оборудования не производятся газообразные отходы, также не требуется специальная защита селитебной зоны, поэтому следует рассмотреть защиту литосферы и гидросферы.

Т.к. элементы конструкции выполняются из металла, то отходами производства будут являться: металлическая стружка, использованное масло и СОЖ.

Отработанное масло может быть утилизировано следующими способами:

- 1) Восстановление на месте использования: предусматривает удаление загрязняющих веществ из отработанного масла и его повторное использование. Хотя такая форма утилизации не восстанавливает масло в его исходное состояние, она продлевает срок его годности.
- 2) Отправка на нефтеперерабатывающий завод: предусматривает использование отработанного масла либо в качестве сырьевого материала на начальной стадии процесса, либо в качестве коксовика для производства бензина и кокса.
- 3) Регенерация: предусматривает обработку отработанного масла, удаление загрязнений для использования в качестве основы нового смазочного масла. Регенерация продлевает срок годности масляного ресурса до бесконечности. Данная форма переработки является предпочтительной, так как она завершает цикл переработки путем повторного использования масла для производства того же продукта, которым отработанное масло было изначально, и, таким образом, экономит энергию и природное масло.
- 4) Переработка и сжигание для извлечения энергии: предусматривает

удаление воды и частиц таким образом, чтобы отработанное масло можно было сжигать, как топливо для производства тепла или энергоснабжения производственных операций. Данная форма переработки не так предпочтительна, как методы повторного использования материала, поскольку она позволяет использовать отработанное масло только один раз. Тем не менее, в результате производится ценная энергия (такая же, как при использовании стандартного топочного мазута).

Утилизация СОЖ осуществляется несколькими методами: разделением масла и воды, сжиганием масляной фазы и очистка воды. Данные процессы могут быть выполнены путем химического, термического или механического разделения.

Методы расщепления жидкости:

- Ультрафильтрация заключается в фильтрации капель масла от жидкой фазы. Среди основных преимуществ метода можно перечислить низкий отход шлама, незначительное использование химикалий. Однако метод не обходится без недостатков: наличие подготовки, высокие затраты.
- Органическое расщепление. Органические полиэлектролиты разъедают молекулы эмульгатора вместо солей. Техника проста в использовании, экономична, требует переработки партиями. Трудности предполагают предподготовку масляной фазы, наличие химикалий, высокие затраты.
- Обратный осмос подразумевает очень тонкую фильтрацию. Это практически безвредная процедура, которая оставляет чистую воду, годную для вторичного использования. Однако процесс весьма требует больших инвестиций и предварительную подготовку эмульсии.
- Выпаривание состоит в дистилляции веществ, содержащихся в жидкой фазе эмульсии. Основное преимущество данной утилизации сож заключается в незначительном использовании

химикалиев. Среди недостатков можно перечислить: энергозатраты, большие инвестиции.

- Кислотное или солевое расщепление предполагает расщепление эмульсии с помощью солей или электролитов: хлорид железа или кальций. Это достаточно старый и проверенный процесс, однако он больше не актуален, из-за значительного использования химикалиев, образования шлама и засаливания жидкой фазы.

- Кислотное или солевое расщепление, совмещенное с химико-термической подготовкой шлама, подразумевает добавление в эмульсию соляной кислоты, которая расщепляет ее, за счет снижения уровня pH до 1. Данная технология не оставляет больших отходов и характеризуется высоким качеством. Однако и тут не обошлось без недостатков: риск использования соляной кислоты, наличие химикалий, засаливание жидкой фазы.

Твёрдые отходы производства имеют строго однородный характер, в виде металлической стружки, поэтому следует подобные отходы отправлять переплавку и повторное использование. Переработка стружки - трудоемкий процесс, подразумевающий под собой брикетирование или прессование стружки в компактный брикет (пакет) для наименьшего угара стружки при переплавке в сталеплавильных печах. В зависимости от стружки и ее засора используют центрифугу для отжима масла, дробилку для дробления стружки на мелкие фракции, а также брикетировочные или пакетировочные прессы для придания дробленой стружке компактного пакета (брикета) в целях удобства перевозки и плавки в печах. Помимо этого, переработанная и подготовленная для переплавки стружка на порядок дороже, чем выюнообразная или замасленная. При образовании производства следует обеспечить безотходность производства.

5.2.1 Организационные мероприятия обеспечения безопасности.

Важным направлением охраны труда на предприятии является выполнение физиологических и психологических требований при эксплуатации машин и другого оборудования, организации и планировании рабочих мест.

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования, отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии, обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность возникновения профессиональных заболеваний.

Также на удобство эксплуатации влияет окраска и размеры органов управления. От правильного цветового решения зависит не только его эстетическая выразительность, но и функциональность. При выборе цвета учитывается назначение органа управления, условия его применения, объёмно-пространственная структура. Можно назвать несколько общих требований, которым должен удовлетворять цвет органов управления.

Цвета сигнальные и знаки безопасности регламентируются в ГОСТ 12.4.026-76.

Сигнальные цвета и знаки безопасности предназначены для привлечения внимания работающих к непосредственной опасности, предупреждения о возможной опасности, предписания и разрешения определенных действий с целью обеспечения безопасности, а также для необходимой информации.

Сигнальные цвета и знаки безопасности не заменяют необходимых мероприятий по безопасности труда и средств защиты работающих.

Сигнальные цвета следует применять для знаков безопасности поверхностей конструкций, приспособлений и элементов

производственного оборудования, которые могут служить источниками опасности для работающих, поверхностей ограждений и других защитных устройств, а также пожарной техники.

Знаки безопасности следует устанавливать на территории предприятий, строительных площадок, в производственных помещениях, на рабочих местах, участках работ и на производственном оборудовании.

Места расположения знаков безопасности, номера их размеров, а также порядок применения поясняющих надписей к знакам безопасности на территории предприятия, в производственных помещениях и на рабочих местах устанавливает администрация предприятия по согласованию с профсоюзным комитетом и соответствующими органами государственного надзора.

Места расположения и номера размеров знаков безопасности на производственном оборудовании, а также обозначение опасных элементов оборудования сигнальными цветами устанавливают в конструкторской документации на изделие (группу изделий).

Знаки безопасности, установленные на воротах и входных дверях помещений, означают, что зона действия этих знаков охватывает все помещение. Знаки безопасности, установленные у въезда (входа) на объект (участок), означают, что их действие распространяется на объект (участок) в целом. При необходимости ограничить зону действия знака соответствующее указание следует приводить в поясняющей надписи.

Знаки безопасности должны контрастно выделяться на окружающем их фоне и находиться в поле зрения людей, для которых они предназначены. Знаки безопасности должны быть расположены с таким расчетом, чтобы они были хорошо видны, не отвлекали внимания работающих и сами по себе не представляли опасности.

Окраску оборудования лакокрасочными материалами сигнальных цветов и нанесение (установку) знаков безопасности должно производить предприятие-изготовитель оборудования. В случае необходимости

дополнительную окраску лакокрасочными материалами сигнальных цветов и нанесение (установку) знаков безопасности на оборудование, находящееся в эксплуатации, производит предприятие, эксплуатирующее это оборудование.

Символическое изображение и поясняющие надписи на знаках безопасности отраслевого назначения устанавливаются отраслевыми стандартами при соблюдении требований настоящего стандарта.

На местах и участках, являющихся временно опасными, следует устанавливать переносные знаки безопасности и временные ограждения, окрашенные лакокрасочными материалами сигнальных цветов.

Знаки и ограждения должны быть сняты после того, как отпадет необходимость в их применении.

Регламентированные перерывы должны использоваться для активного отдыха и лечебно-профилактических мероприятий и процедур.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления целесообразно выполнять комплексы упражнений.

С целью уменьшения отрицательного влияния монотонии целесообразно применять чередование операций.

В случаях возникновения у работающих зрительного дискомфорта и других неблагоприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение санитарно-гигиенических, эргономических требований, режимов труда и отдыха следует применять индивидуальный подход в ограничении времени работ, коррекцию длительности перерывов для отдыха или проводить смену деятельности на другую.

Работающим с высоким уровнем напряженности во время регламентированных перерывов и в конце рабочего дня показана психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях.

5.3 Особенности законодательного регулирования проектных решений.

Т.к. существует вероятность получения серьёзного повреждения при эксплуатации устройства, к нему не допускаются инвалиды и несовершеннолетние.

Высший надзор за исполнением законов о труде и правил по охране труда министерствами и ведомствами, предприятиями, учреждениями, организациями и их должностными лицами возлагается на Генеральную прокуратуру РФ. Кроме того, контроль за охраной труда в нашей стране осуществляют и другие органы надзора. Контроль за охраной труда можно условно разделить на государственный, государственный профсоюзный, ведомственный, профсоюзный общественный, административно-общественный.

Государственный контроль за охраной труда осуществляется вышестоящими органами государственной власти Российской Федерации и автономных республик. Таковыми являются Федеральная служба в сфере горного и промышленного надзора России и ее органы на местах (службы и агентства).

Инженеры-инспектора специализированных инспекций проводят регистрацию и техническое освидетельствование подконтрольного им оборудования, выдают разрешение на его эксплуатацию, контролируют соблюдение правил и норм по технике безопасности.

Государственный профсоюзный контроль за охраной труда возложен на профсоюзы РФ. В их аппарате имеются специальные органы, которые осуществляют только государственный (не общественный) контроль за охраной труда.

Органами этого вида контроля являются технические инспекции профсоюзов.

Ведомственный контроль за охраной труда проводят министерства и ведомства, которые контролируют внутриведомственное соблюдение законодательства о труде. Для этого создают специальные службы охраны труда в виде отделов с аппаратом инженеров по охране труда, санитарных врачей и других специалистов.

Профсоюзный общественный контроль за охраной труда осуществляют общественные инспектора и комиссии по охране труда комитетов профсоюзов.

Комиссия по охране труда состоит из членов профсоюзов и возглавляет ее член профсоюзного комитета, а в цехе — член цехового комитета профсоюза. Председатель этой комиссии одновременно является старшим общественным инспектором предприятия по охране труда. Председатель комиссии не может быть лицом из администрации. Эта комиссия контролирует соблюдение администрацией законодательства о труде, участвует в подготовке и проверке выполнения соглашения по охране труда, изучает причины производственного травматизма, профессиональных заболеваний и т. д.

Для усиления контроля на производстве за соблюдением законов о труде на общих собраниях профгрупп избираются общественные инспектора по охране труда из числа членов профсоюза сроком на один год.

Общественный инспектор по охране труда контролирует проведение своевременного инструктажа рабочих по технике безопасности и производственной санитарии, проверяет исправность оборудования на рабочих местах, следит за своевременным обеспечением рабочих спецодеждой, немедленно сообщает старшему общественному инспектору о несчастных случаях на производстве, добивается от руководителей участков работ устранения обнаруженных нарушений законов о труде и т. п.

Административно-общественный контроль за охраной труда осуществляет администрация предприятия или организации совместно с профсоюзной организацией по схеме оперативного контроля.

Наиболее значимыми принципами экологического контроля являются:

- независимость контроля в области охраны окружающей среды;
- презумпция экологической опасности, планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- учет природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду, исходя из требований в области охраны окружающей среды;
- обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области охраны окружающей среды, которого можно достигнуть на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов;
- обязательность участия в деятельности по охране окружающей среды органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц;
- запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия и воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализации проектов, которые могут привести к деградации естественных

экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды;

- соблюдение права каждого на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды, а также участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду, в соответствии с законодательством;

- ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды;

- участие граждан, общественных и иных некоммерческих объединений в решении задач охраны окружающей среды.

Субъектами экологического контроля являются: органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления, а также физические и юридические лица. Однако в отношении определенных объектов контроль может осуществляться исключительно со стороны должностных лиц федеральных органов исполнительной власти.

Для обеспечения государственной безопасности Россия имеет систему государственных структур, обладающих специфическими полномочиями, основными отличительными чертами которых являются:

1. Их создание не должно противоречить законодательству Российской Федерации и может предусматриваться: Конституцией Российской Федерации; федеральными конституционными законами; федеральными законами; подзаконными нормативными правовыми актами, в том числе и ведомственными (если речь идет о создании в министерстве или ведомстве специального структурного подразделения);

2. В зависимости от предназначения они могут действовать на постоянной (комиссии) или временной основе (оперативные штабы);

3. Объем и характер их полномочий может определяться федеральными законами или подзаконными нормативными правовыми актами;

4. Постоянно действующие органы исполнительной власти могут наделяться дополнительными властными полномочиями.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации федеративное устройство Российской Федерации основано на ее государственной целостности, единстве системы государственной власти. Федеральные органы исполнительной власти и органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации как часть единой системы государственной власти в пределах ведения Российской Федерации и полномочий Российской Федерации по предметам совместного ведения Российской Федерации и ее субъектов также образуют единую систему исполнительной власти в Российской Федерации.

Субъекты Российской Федерации уполномочены самостоятельно устанавливать путем принятия собственных нормативных правовых актов систему органов государственной власти и определять их полномочия. При этом они должны исходить из основ конституционного строя, общих принципов организации представительных и исполнительных органов государственной власти, из других положений Конституции Российской Федерации, конкретизирующих их федеральных законов и иных нормативных правовых актов федеральных органов государственной власти.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Полное или частичное разрушение здания – это чрезвычайная ситуация, возникающая по причине ошибок, допущенных при проектировании здания, отступлении от проекта при ведении строительных работ, нарушении правил монтажа, при вводе в

эксплуатацию здания или отдельных его частей с крупными недоделками, при нарушении правил эксплуатации здания, а также вследствие природной или техногенной чрезвычайной ситуации.

Обрушению часто может способствовать взрыв, являющийся следствием террористического акта, неправильной эксплуатации бытовых газопроводов, неосторожного обращения с огнем, хранения в зданиях легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ.

Внезапное обрушение приводит к длительному выходу здания из строя, возникновению пожаров, разрушению коммунально-энергетических сетей, образованию завалов, травмированию и гибели людей.

Предупредительные мероприятия:

Заранее продумайте план действий в случае обрушения здания и ознакомьте с ним всех членов своей семьи. Разъясните им порядок действий при внезапном обрушении и правила оказания первой медицинской помощи.

Обязательно имейте и храните в доступном месте укомплектованную медицинскую аптечку и огнетушитель. Ядохимикаты, легковоспламеняющиеся жидкости и другие опасные вещества держите в надежном, хорошо изолированном месте. Не допускайте нахождения в квартире без надобности газовых баллонов. Знайте расположение электрических рубильников, магистральных газовых и водопроводных кранов для экстренного отключения электричества, газа и воды.

При малейших признаках утечки газа перекройте его доступ в квартиру, проветрите помещение и сообщите в службу «Горгаз» по телефону – 04. Категорически запрещается пользоваться открытыми источниками огня, электровыключателями и электробытовыми приборами до полного выветривания газа.

Не загромождайте коридоры здания, лестничные площадки, аварийные и пожарные выходы посторонними предметами. Держите в

удобном месте документы, деньги, карманный фонарик и запасные батарейки.

Действия при внезапном обрушении здания:

Услышав взрыв или обнаружив, что здание теряет свою устойчивость, постарайтесь как можно быстрее покинуть его, взяв документы, деньги и предметы первой необходимости. Покидая помещение, спускайтесь по лестнице, а не на лифте, так как он в любой момент может выйти из строя. Пресекайте панику, давку в дверях при эвакуации, останавливайте тех, кто собирается прыгать с балконов и окон из этажей выше первого, а также через застекленные окна. Оказавшись на улице, не стойте вблизи зданий, а перейдите на открытое пространство. Если Вы находитесь в здании, и при этом отсутствует возможность покинуть его, то займите самое безопасное место: проемы капитальных внутренних стен, углы, образованные капитальными внутренними стенами, под балками каркаса. Если возможно, спрячьтесь под стол – он защитит Вас от падающих предметов и обломков. Если с Вами дети, укройте их собой. Откройте дверь из квартиры, чтобы обеспечить себе выход в случае необходимости. Не поддавайтесь панике и сохраняйте спокойствие, ободряйте присутствующих. Держитесь подальше от окон, электроприборов, немедленно отключите воду, электричество и газ. Если возник пожар, сразу же попытайтесь потушить его. Используйте телефон только для вызова представителей органов правопорядка, пожарных, врачей, спасателей. Не выходите на балкон. Не пользуйтесь спичками, потому что может существовать опасность утечки газа.

Действия при завале:

Дышите глубоко, не поддавайтесь панике и не падайте духом, сосредоточьтесь на самом важном, пытайтесь выжить любой ценой, верьте, что помощь придет обязательно. По возможности окажите себе

первую медицинскую помощь. Попробуйте приспособиться к обстановке и осмотреться, поискать возможный выход. Постарайтесь определить, где Вы находитесь, нет ли рядом других людей: прислушайтесь, подайте голос. Помните, что человек способен выдержать жажду и особенно голод в течение длительного времени, если не будет бесполезно расходовать энергию. Поищите в карманах или поблизости предметы, которые могли бы помочь подать световые или звуковые сигналы (например, фонарик, зеркальце, а также металлические предметы, которыми можно постучать по трубе или стене и тем самым привлечь внимание). Если единственным путем выхода является узкий лаз – протиснитесь через него. Для этого необходимо расслабить мышцы и двигаться, прижав локти к телу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате данной выпускной квалификационной работы был спроектирован и смоделирован универсальный каскадный измельчитель отходов пищевого производства для подготовки их дальнейшей утилизации пиролизом.

Список используемой литературы

1. [Электронный ресурс]– режим доступа: <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857200048&spack=100LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857000684%26listid%3D010000000100%26listpos%3D2%26lsz%3D3%26nd%3D857000684%26nh%3D1%26>
2. Способ переработки органических отходов и устройство для его осуществления Патент №2408649. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/240/2408649.html>
3. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://to-biz.ru/izgotovlenie-kostnoj-muki/>
4. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2014FULL/2014.03.10/DOC/RUNWC1/000/000/002/508/946/document.pdf>
5. Дробилка Патент № 2126298. [Электронный ресурс]– режим доступа: http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet
6. Шредер Патент РФ № 2 492 927. [Электронный ресурс]– режим доступа: <http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2013FULL/2013.09.20/DOC/RUNWC2/000/000/002/492/927/document.pdf>
7. Биомасса как источник энергии: Пер. с англ./Под ред. «S3 С. Соуфера, О. Заборски.-М.: Мир, 1985.-368 с., ил
8. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://brillidea.narod.ru/projects/8.html>
9. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://penzainductor.ru/index.php/2014-12-18-17-58-40/13-piroliz>
10. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/240/2408649.html>

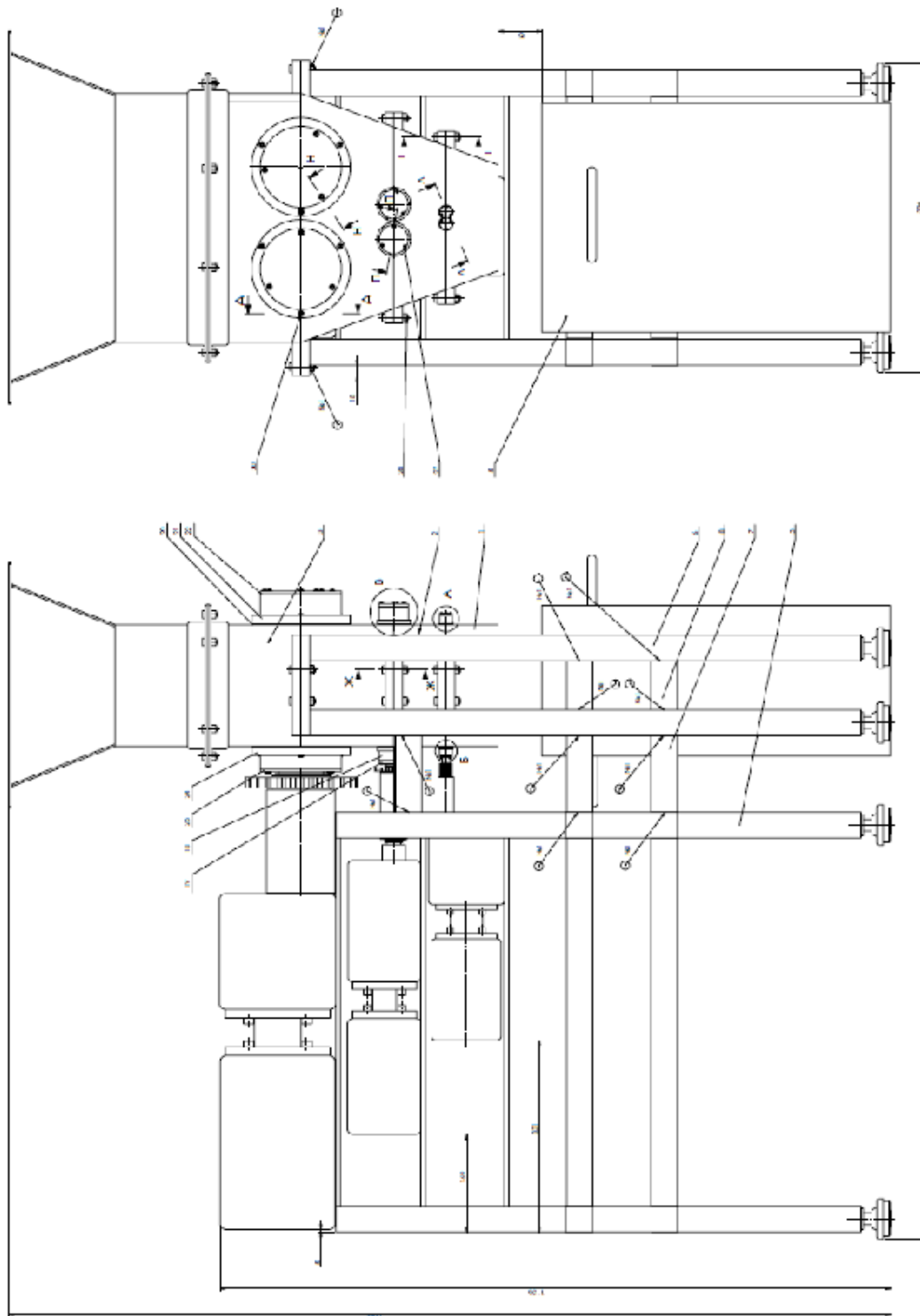
11. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://Biznes-prost.ru/proizvodstvo-kostnoj-muki.html>
12. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://to-biz.ru/izgotovlenie-kostnoj-muki/>
13. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://openbusiness.ru/proizvodstvo/proizvodstvo-kostnoj-muki-oborudovanie-i-tehnologiya.html>
14. Сухарева А.В. Расчет и конструирование зубчатых колес (методические указания для студентов всех специальностей) [Текст] / А.В. Сухарева, А.Н. Лялина // Иваново: ИГТА, 2010. – 16 с.
15. [Электронный ресурс]– режим доступа: <http://promeat-industry.ru/zhivotnye-zhiry/1539-stroenie-i-himicheskiy-sostav-kosti-chast-4.html>
16. [Электронный ресурс]– режим доступа: <http://360dya.ru/elektromotory/asinxronnye/vrashhayushhiy-moment-dvigatelya-usilie-na-valu/>
17. [Электронный ресурс]– режим доступа: <http://www.isopromat.ru/sopromat/teoria/uslovie-prochnosti/pri-rastyazhenii-szhatii>
18. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. Пособие для техникумов. М.: Высш. шк., 1991. – 432 с.
19. [Электронный ресурс]– режим доступа: https://www4.nord.com/cms/ru/product_catalogue/geared_motors/helical_inline_geared_motors/pdp_helical_inline_geared_motors_1542.jsp
20. [Электронный ресурс]– режим доступа: http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/45
21. [Электронный ресурс] – режим доступа: http://razvitie-pu.ru/?page_id=41

22. [Электронный ресурс] – режим доступа:
<http://www.isopromat.ru/sopromat/teoria/uslovie-prochnosti/pri-rastyazhenii-szhatii>
23. [Электронный ресурс] – режим доступа:
<http://sopromat.in.ua/textbook/modulus-of-section>
24. [Электронный ресурс] – режим доступа:
<http://tehtab.ru/Guide/GuideMatherials/MaterialsResistant/MomentsOfInertion/>
25. [Электронный ресурс] – режим доступа: [Электронный ресурс]:
26. Сайфиева С.Н., Ермилина Д.А. Машиностроительный комплекс в структуре российской экономики // Вестник университета – 2008. - № 6 (16), с. 108-114.
27. Станкостроение в России: текущее состояние и современные тенденции развития [Электронный ресурс]. – 2013.– Режим доступа:
http://www.mashportal.ru/machinery_russia-31956.aspx
28. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие.- Томск: Изд-во ТПУ, 2003.-324 с.
29. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т1. М.: Машиностроение, 1985.-1152 с.: ил.
30. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т1. М.: Машиностроение, 1985.-1152 с.: ил.
31. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т2. М.: Машиностроение, 1985.-1152 с.: ил.
32. [Электронный ресурс]– режим доступа:
http://www.plasma.com.ua/electric_motors/air/product17.html
33. Романова С.И. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов для нормирования работ, выполняемых на универсальных многоцелевых станках с числовым программным управлением. - Машиностроение, 1990 г-316с.

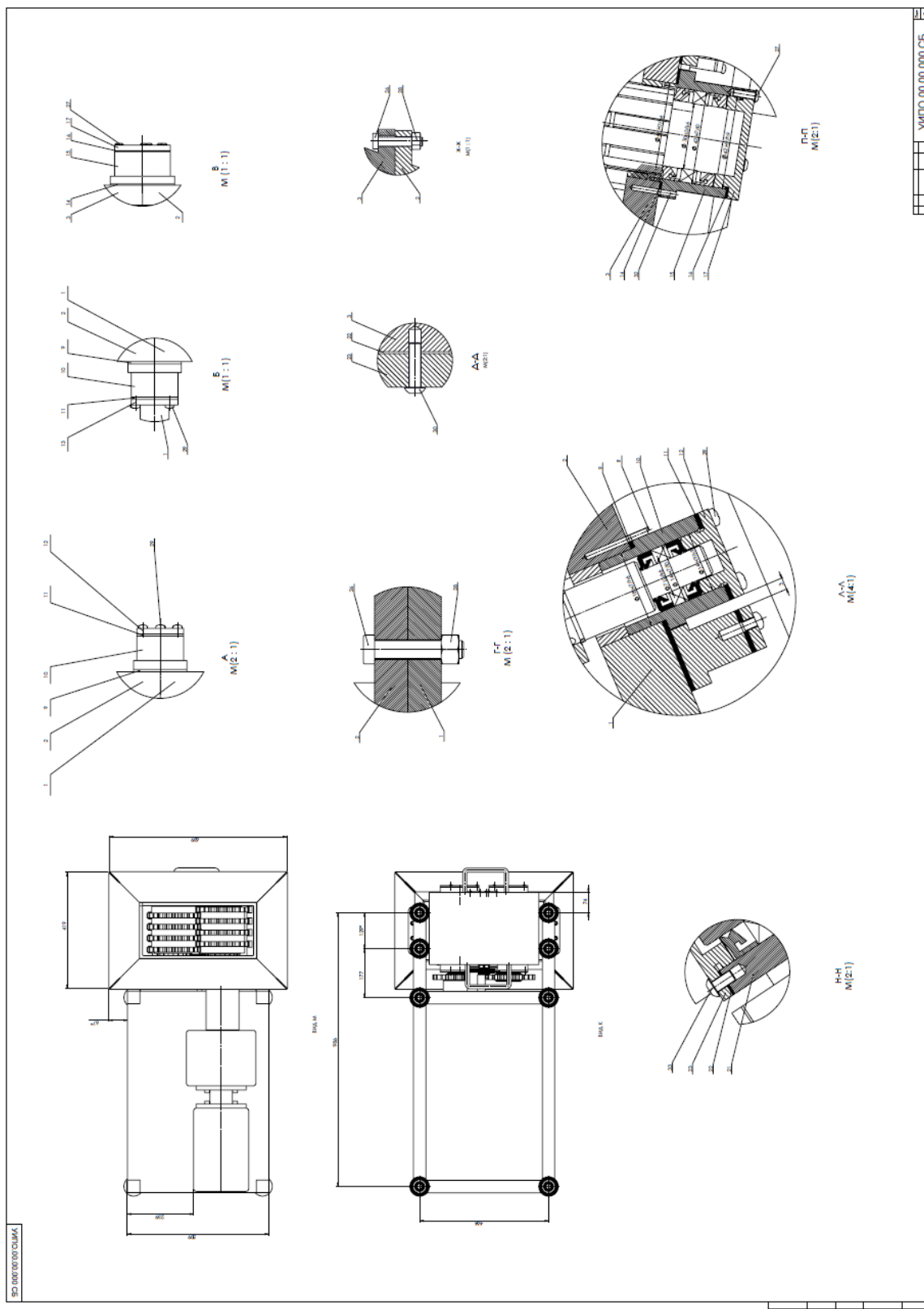
34. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие.- Томск: Изд-во ТПУ, 2003.-324 с.

35. Сайфиева С.Н., Ермилина Д.А. Машиностроительный комплекс в структуре российской экономики // Вестник университета – 2008. - № 6 (16), с. 108-114.

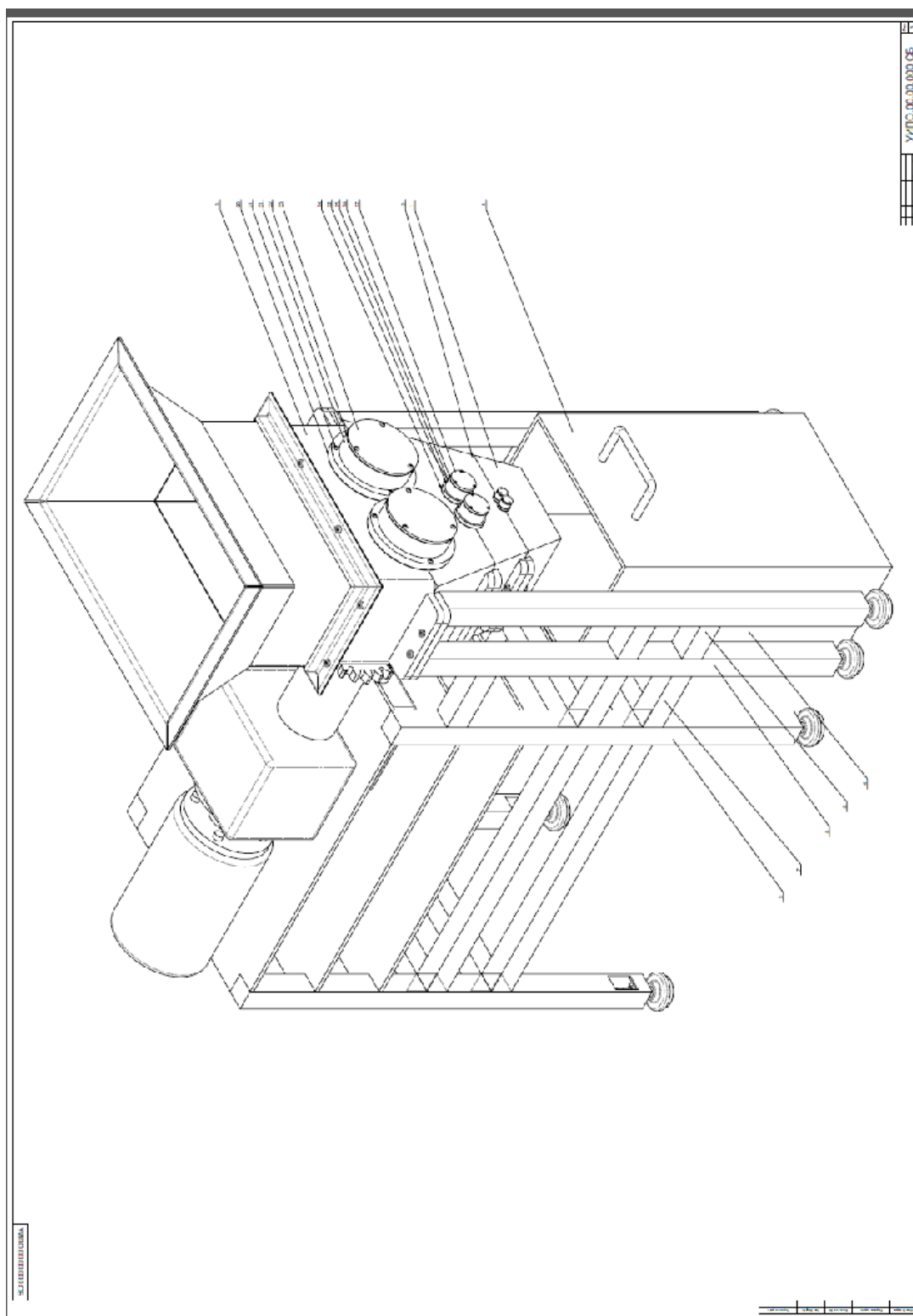
Приложение А, лист 1

[illegible]

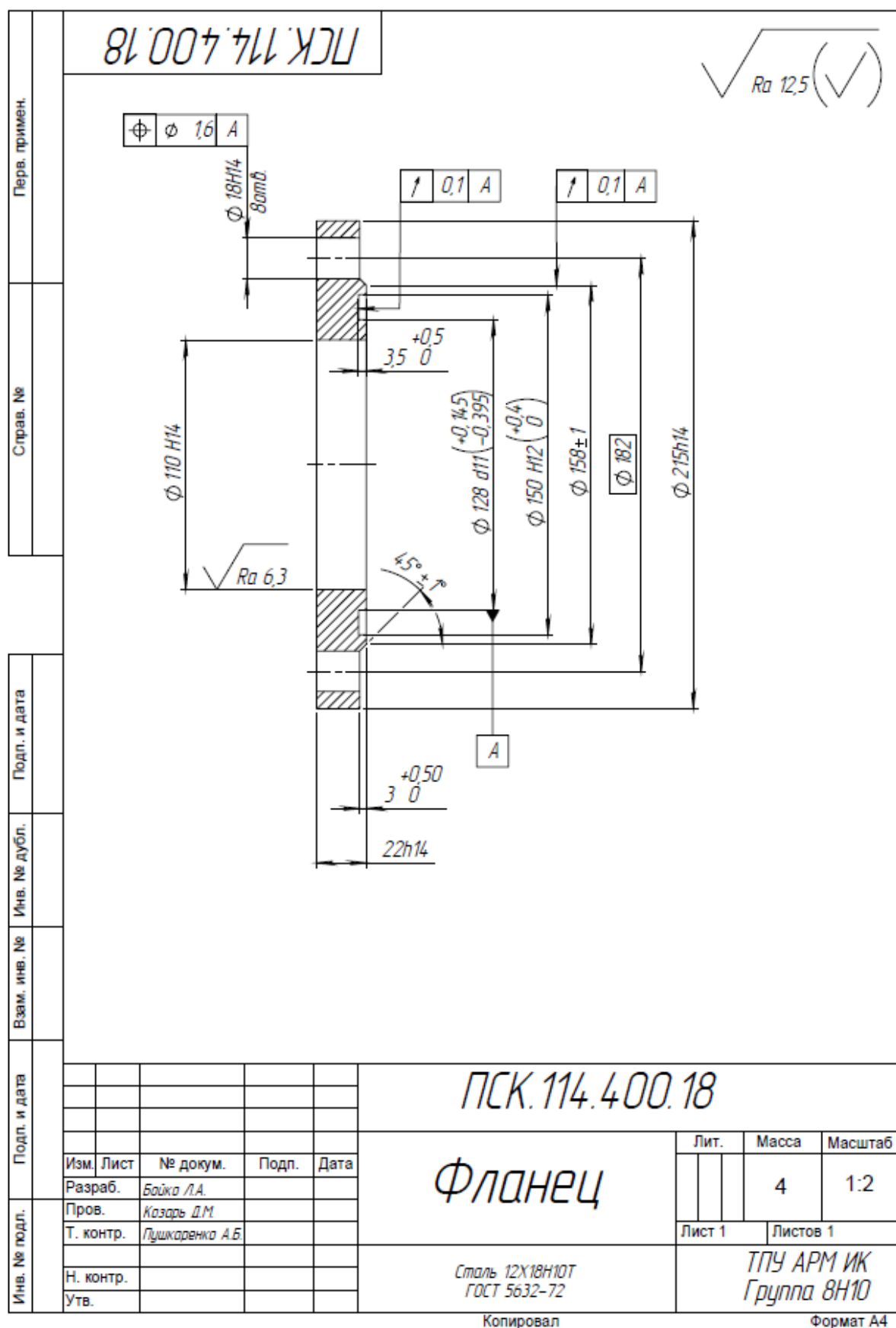
Приложение Б, лист 2



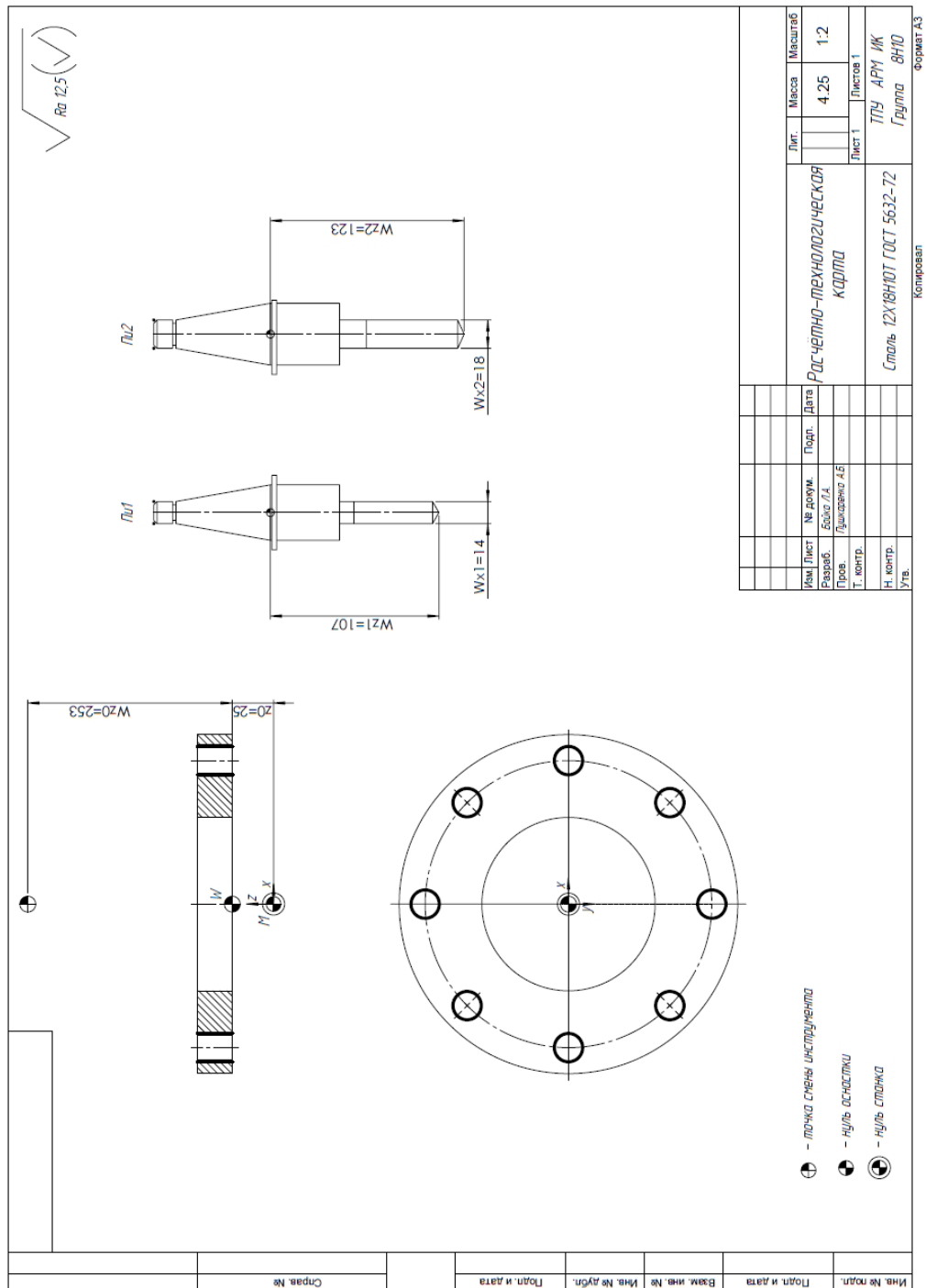
Приложение В, лист 3



Приложение Г



Приложение Д



ПриложениеЕ

[illegible]

Приложение Ж

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

[illegible]

