

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование устройства перфорации листов формата А4

УДК 686.846:655.3.022.7-181

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8В	Байназарова Дарья Денисовна		06.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черкасов Александр Иванович	-		06.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н. доцент		06.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна	-		06.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н. доцент		06.06.2022

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование

ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-13	Умеет проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-14	Умеет проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-15	Умеет применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-17	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Е.А. Ефременков
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А8В	Байназарова Дарья Денисовна

Тема работы:

Проектирование устройства для перфорации листов формата А4	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2022 №34-78/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(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.).</i></p>	<p>Объект исследования: оптимизация делопроизводства в рамках НИ ТПУ;</p> <p>Разработка устройства прошивки дел студентов объемом до 25 листов формата А4;</p> <p>Чертеж детали «фланец»;</p> <p>Тип производства – мелкосерийное.</p>
---	--

<p>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></p>	<p>Литературный обзор разнонаправленных устройств перфорации и прошивки : классификация, анализ достоинств и недостатков прототипов; разработка принципиальной схемы установки; создание 3D модели установки; составление технологического процесса изготовления детали «фланец»; расчет режимов резания; проведение размерного анализа; подбор оборудования, режущего и мерительного инструмента; нормирование; расчет приспособления; разработка раздела финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения; разработка раздела социальной ответственности; заключение по работе.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сборочный чертеж устройства перфорации; 2. Чертеж общего вида; 3. Чертеж детали; 4. Принципиальная схема.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Кащук Ирина Вадимовна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Черемискина Мария Сергеевна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>13.12.2021</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черкасов Александр Иванович	-		22.11.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8В	Байназарова Дарья Денисовна		13.12.21

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 117 листов, 38 рисунков, 10 таблиц.

Ключевые слова: перфорация, прошивка, делопроизводство.

Объектом исследования являются методы оптимизации делопроизводства НИ ТПУ.

Цель работы проектирование устройства для перфорации документов объемом до 25 листов формата А4, разработка конструкторской и технологической документации проектируемого устройства. Разработка мероприятий по социальной ответственности.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ существующих методов перфорации и прошивки документов. В результате проведенного анализа были выявлены достоинства и недостатки тех или иных устройств перфорации и прошивочных станков и установок.

Была разработана принципиальная схема работы устройства, на основе которой была разработана 3D модель и создан рендер перфорационного устройства для дел до 25 листов. Также был разработан технологический маршрут и размерный анализ сборочной единицы «Фланец».

При выполнении раздела финансовый менеджмент была проведена оценка и коммерческого потенциала, и перспективности проводимого исследования, проведен SWOT – анализ и планирование исследования. Доказана эффективность реализации проекта.

В ходе выполнения раздела социальной ответственности были рассмотрены возможные опасные и вредные факторы, которые воздействуют на оператора данной установки и окружающую среду. Также были приведены правовые и организационные нормы обеспечения безопасности.

Оглавление

Введение.....	9
1. Аналитическая часть.....	9
1.1. Виды перфорации и прошивки бумаги.....	9
1.1.1. Методы сшивания бумаги нитью.....	12
1.2. Виды перфорации бумаги.....	14
1.3. Виды устройств для сшивания бумаги.....	16
1.3.1. Прошивочный станок Yunger M168.....	18
1.3.2. Устройство для прошивки документов УПД 1.....	20
1.3.3. Дырокол на 4 отверстия KW-Trio 954/01.....	21
1.3.4. Переплетчик на термоклейку (аппарат для установки пластиковых люверсов) Yunger-628.....	22
1.4. Обзор прототипов разрабатываемого механизма.....	23
1.4.1. Дырокол на 4 отверстия KW-Trio 954/01.....	23
1.4.2. Механизмы швейных игл.....	24
2. Проектная часть.....	26
2.1. Расчет цилиндрической передачи.....	26
2.1.1. Определение допустимых напряжений изгиба.....	26
2.1.2. Проектный расчет.....	27
2.1.3. Модуль передачи.....	28
2.1.4. Предварительные размеры колес.....	29
2.2. Проектные расчеты валов.....	30
2.3. Конструирование зубчатых колес.....	31
2.4. Конструирование зубчатого колеса.....	31
2.5. Расчет устойчивости сжатого стержня для иглы дырокола.....	33
2.6. Характеристики и описание выбранного привода.....	36
2.7. Выбор подшипников качения.....	37
2.8. Разработка принципиальной схемы, описание работы, создание и рендер 3D модели.....	37
3. Технологическая часть.....	40
3.1. Введение.....	40
3.2. Техническое задание.....	41
3.3. Анализ технологичности конструкции детали.....	41
3.3.1. Выводы из проведенного анализа технологичности детали.....	45
3.4. Обоснование выбора вида заготовки.....	45
3.5. Разработка технологического маршрута.....	48
3.6. Размерный анализ.....	54
3.6.1. Чистовое точение.....	56

3.6.2.	Черновое точение.	58
3.7.	Расчет режимов резания	58
3.7.1.	Точение поверхности $D_{0.1}$	58
3.7.2.	Сверление отверстий $D_{1.7}$ на поверхности $D_{1.3}$	60
3.7.3.	Сверление отверстия $D_{1.6}$ на поверхности $D_{1.2}$	62
3.8.	Подбор оборудования.	64
3.9.	Нормирование.....	64
3.9.1.	Расчет основного времени.....	64
3.9.2.	Расчет вспомогательного времени.....	68
3.9.3.	Расчет оперативного времени.	69
3.10.	Выбор режущего инструмента.....	69
3.11.	Выбор технического оснащения.	69
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	74
4.1.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	74
4.1.1.	Анализ конкурентных технических решений	74
4.1.2.	SWOT-анализ.....	76
4.2.	Планирование научно-исследовательских работ.....	82
4.2.1.	Структура работ в рамках научного исследования.....	82
4.2.2.	Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	83
4.2.3.	Бюджет научно-технического исследования.....	95
4.3.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	104
	Выводы по разделу.....	108
5.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	113
5.2.	Профессиональная социальная безопасность.....	115
5.3.	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.....	120
5.4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	121
5.5.	Выводы по разделу.....	123
	Заключение.	124
	Список источников	124

Введение.

Согласно приказу №125-1/о.д. «О введении в действие инструкции по делопроизводству в Национальном исследовательском Томском поли-техническом университете» от 05.05.2021 личные дела студентов подлежат полному оформлению, а также заверению печатью университета.

Основной документ, регламентирующий правила как сшивать документы в России – это предписания Росархива, установленные приказом от 23.12.2009 № 76.

Следуя из данного предписания полному оформлению, так же подлежат дела постоянного временного (свыше 10 лет) хранения и по личному составу.

Дела временного (до 10 лет включительно) хранения подлежат частичному оформлению дела: допускается хранить в скоросшивателях, не проводить пересистематизацию документов в деле, листы дела не нумеровать, заверительные надписи не рекомендуется составлять.

Прошивка документов зависит от сферы, к которой они принадлежат. Входящая и исходящая документация подшивается совсем не так, как отчёты для налоговой или бумаги из бухгалтерии. А потому в каждой сфере есть свои правила и документы, указывающие, как правильно и что именно нужно сшивать, подавать для отчётности и сдавать на хранение в архив. [1]

1. Аналитическая часть.

1.1. Виды перфорации и прошивки бумаги

Брошюровка документов. Брошюровкой называют скрепление листов по одной стороне в документ (брошюру). Сейчас, чтобы скрепить документ в брошюру, принято использовать специальное оборудование — биндер.

Существуют разные типы брошюровки, отличающиеся и по цене, и по применению.

Сшивание разъемными скобами является одним из самых распространенных, простых и дешевых видов брошюровки. Его преимуществом перед остальными является возможность быстро снять со скобы листы, поменять их порядок и вернуть на место. Однако это же может стать и недостатком, так как

при многократном разворачивании листы могут сходиться со скоб. Также у данного способа есть ограничение на количество листов — после 200 становится уже проблематично скрепить всё в один документ. Разъемными скобами часто сшивают курсовые работы студенты.



Рисунок 1. Пластиковые разъемные скобы

Скрепление на пружину. Скрепление на пружину позволяет избежать отсоединения листов, но в остальном похоже на предыдущий способ. Здесь уже можно скрепить до 480 листов — в зависимости от материала и диаметра пружины. Этим способом часто пользуются при составлении презентации компании, медиа-китов и пр.



Рисунок 2. Скрепление на железную пружину

Термоклеевая брошюровка. Термоклеевая брошюровка используется уже для книг в бумажном переплете. Стопку листов смазывают горячим клеем и тот, застывая, скрепляет их в один блок. Этим способом можно скрепить не

более 350 листов. Также стоит учитывать, что книга не сможет сохранять открытый вид без вреда для склейки. [2]



Рисунок 3. Термоклеевая брошюровка

Скрепление винтами и заклепками. Для скрепления блоков винтами и заклепками (люверсами) в зоне корешка пробиваются или высверливаются одно, или несколько сквозных отверстий с диаметром по размеру втулки или фасонной гайки крепежной детали. Детали крепежа устанавливаются в отверстия, после чего заклепки опрессовываются ударом молотка или в рычажном и винтовом прессе. Люверсы устанавливаются или вручную, или на полуавтоматических станках.

Детали скрепления с резьбой – хороший альтернативный вариант скрепления – в зависимости от конструкции установка выполняется вручную или с помощью отвертки.

Этот способ скрепления применяется преимущественно в производстве альбомов различного назначения, каталогов и папок с бумагой, для нестандартных изделий.

Чтобы альбомы хорошо и удобно раскрывались, применяют тканевые шарниры для соединения листов блока с корешковыми полосками картона. [3]

1.1.1. Методы сшивания бумаги нитью

Прошивка нитями. Чтобы обеспечить целостность документации, представить отчет в налоговую или сдать важные бумаги в архив и другие организации, нужно выполнить прошивку документов. Это гарантия безопасности, ведь так не сможет произойти потери или подмены отдельных листов. [1]

Расстояние между отверстиями стандартное – 80мм.

1. Сшивание документа в два отверстия.

Для проделывания отверстий нужно использовать дырокол, крайние инструменты — это шило и дрель. Сшивать документы специальным шнуром или нитками в два отверстия проще всего. Этот способ подойдет для разных видов бумаг, которые впоследствии будут переданы для проверки или в качестве отчёта, убранные в архив.

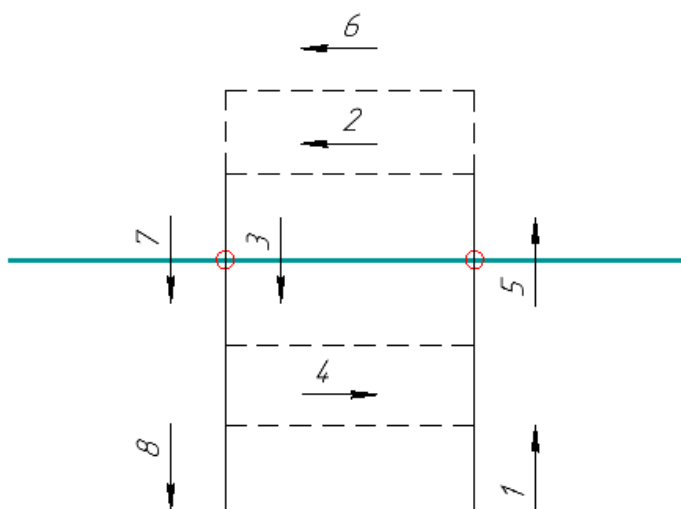


Рисунок 4. Схема сшивания в два отверстия

2. Сшивание документов в три отверстия.

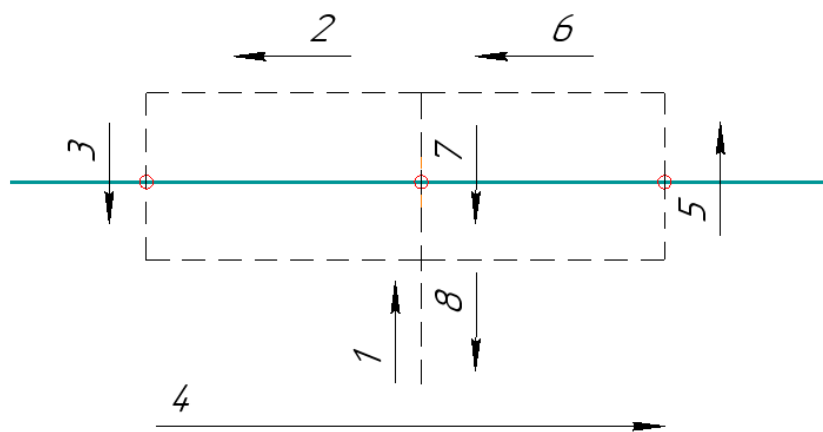


Рисунок 5. Схема сшивания в три отверстия

Расстояние от крайнего отверстия до центрального – 68 мм

3. Сшивание документов в четыре отверстия.

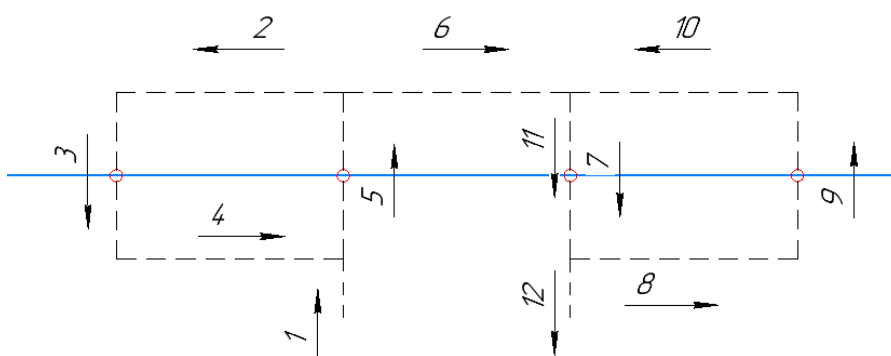


Рисунок 6. Схема сшивания в четыре отверстия

4. Сшивание в пять отверстий.

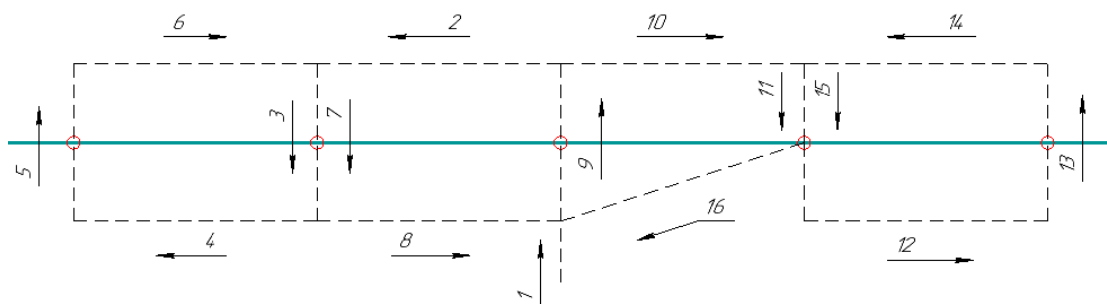


Рисунок 7. Схема сшивания в пять отверстий

Сшивка документации в 5 дырок используется очень редко. Обычно к ней прибегают, когда книга имеет нестандартный размер или же документы, помещённые в неё, очень важные, нуждающиеся в строгой отчётности и особенном хранении.

5. В ТПУ сшивают в 4 дырки, используя данную схему.

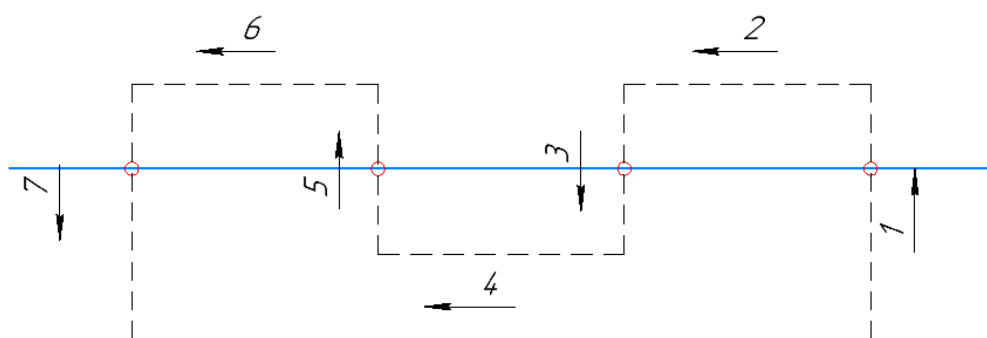


Рисунок 8. Схема сшивания в НИ ТПУ

1.2. Виды перфорации бумаги

Перфорация – это метод получения небольших, часто расположенных по сложной конфигурации отверстий, облегчающих работу с отрывными материалами. Ярким примером перфорации можно считать почтовые марки, расположенные на листе и отделяемые друг от друга по необходимости. Как правило, отверстия при перфорации применяют небольшие, чтобы сохранить устойчивость продукции от самопроизвольного отрыва частей, но с учетом возможности быстрого отделения необходимой части листа. Применяется в основном круглая перфорация и прямоугольная. Перфорация производится с помощью специальных ножей, различающихся по материалу применения (бумаге), размеру отверстий, шагу и т.д. Ножи можно считать узкоспециализированным оборудованием. [4]

Дырокол. Все дыроколы для бумаги делятся на целевые категории:

1. Офисный дырокол – мини-агрегат, который используется без интенсивных нагрузок и прокалывает не более 10 листов бумаги за прием. Подходит для детского творчества, для сшива в домашних условиях школьных рефератов, студенческих курсовых и дипломных работ.
2. Большой дырокол для брошюрования – применяется для объемных сшивов в архивных службах. Чем больше дырокол, тем длиннее его ручка. Это позволяет прилагать меньше усилий для пробивания толстых слоев бумаги.
3. Профессиональный дырокол повышенной мощности – пробивает до 200 листов и рассчитан на длительный срок эффективной эксплуатации.
4. Фигурный дырокол – используется в целях декоративно-прикладного искусства (скрапбукинга), имеет ножи, прокалывающие отверстия в виде фигур – звездочек, рыбок, мишек и т.п. Подвид фигурных дыроколов – магнитный и бордюрный компостеры, позволяющие обрабатывать узорной резьбой края бумаги.

Размер отверстия у всех стандартных дыроколов составляет 5,5 мм, а расстояние между ними не превышает 80 мм. По количеству дырочек наиболее распространены устройства, пробивающие одновременно 2 или 4 отверстия, хотя возможны и индивидуальные варианты (от одного до двенадцати отверстий за раз).

Сверление. Основным методом получения круглых отверстий в промышленных масштабах можно считать сверление бумаги. Этот прием позволяет получить в массе сквозные отверстия круглой формы, размер которых зависит от применяемого сверла. Специализация оборудования для сверления заключается, в основном, в возможностях регулировки рабочего стола и применении специального полого сверла.

Сверло имеет режущую кромку по наружному краю, что позволяет формировать аккуратные отверстия почти на всю его длину. Наиболее часто встречаются размеры сверла от 4 до 8 мм, хотя существуют и другие диаметры (от 2 до 20 мм).

Применение регулируемого рабочего стола позволяет формировать отверстия с точностью приводки до 0,25 мм на всем тираже практически на любом материале (картон, бумага различной плотности). Часто применяется сверление в производстве папок, блоков органайзеров, бирок, ярлыков и т.д.

Высечка. Высечка как прием получения отверстий сложной формы с высокой точностью расположения относительно других частей продукции. Часто сочетается с вырубкой и биговкой в промышленных масштабах при формировании в один проход. Высечка позволяет получать отверстия любой формы и размеров.

Пресс. При небольших разделах и тиражах иногда в качестве перфоратора используется небольшой пресс с одним или несколькими штампами, позволяющими создавать отверстия различной формы в уже готовой продукции.

Шило перфорации. Также пользуются шилом перфорации, так как это самый дешевый способ создания отверстий в бумаге. [5]

1.3. Виды устройств для сшивания бумаги.

Принцип работы всех видов прошивочных устройств является однотипным: первым делом осуществляется перфорация листов, затем все бумаги соединяются определенной вставкой.

Переплетчик на пластиковую пружину. Данный способ позволяет соединить до 450 листов бумаги. Достоинствами данного способа переплета является низкая цена на расходные материалы, это единственный способ переплета, который позволяет изменять содержание уже готового документа и использовать расходные материалы многократно. Однако, при этом невозможно раскрыть брошюру на 360 градусов.

Область применения: прайс-листы, рекламные проспекты, пресс-релизы, подшивки материалов. Расходные материалы: пластиковые пружины и обложки разных цветов.



Рисунок 9. Переплетчик на пластиковую пружину

Переплетчик по металлической пружине. Металлический переплет, в отличие от пластикового, позволяет раскрывать брошюру на 360 градусов. Навивка спиралей на таких агрегатах может производиться вручную или же автоматически, документы в объеме до 120 листов фиксируются упором.

Достоинствами данного способа является высокое качество полученного документа.

Минусы: высокая стоимость и невозможность вторичного использования расходных материалов, самое низкое ограничение по количеству переплетаемых листов в документе.

Область применения: каталоги, календари, блокноты, тетради.

Расходные материалы: металлические пружины и обложки разных цветов.



Рисунок 10. Переплетчик на металлической пружине

Термопереплетчики. Термопереплетчики — еще один вид оборудования для полиграфии, пригодного для создания высококачественных брошюр. В специальную термопапку вкладывается документ объемом до 700 страниц. Корешок этой папки пропитывается клеем, после чего происходит нагрев поверхности. Клей постепенно размягчается и надежно соединяет между собой листы вложенного документа.

Достоинством является то, что качество брошюр близко к типографическому исполнению, однако при этом возникает недостаток в виде высокой стоимости и невозможности повторного использования не только расходных материалов, но и страниц самого документа. Область применения: брошюры, научные труды, учебные пособия. Расходные материалы: обложки для термопереплета разных цветов. [5]



Рисунок 11. Термопередатчик

1.3.1. Прошивочный станок Yunger M168

M168 представляет собой электрическое устройство для ниточного переплета дел временного и постоянного хранения. Машинка для прошивки документов Yunger M168 позволяет повысить скорость и качество переплетных (архивных) работ, с его помощью можно организовать архивную обработку документации на рабочем месте без привлечения сторонних специалистов (архивных служб).



Рисунок 12. Прошивочный станок Yungger M168

Принцип работы станка. Станок производит сверление пачек документов (и картона) толщиной до 10 см. перьевым сверлом с прорезью в форме крючка, с последующим продеванием нити сквозь отверстие, оператору станка остается завязать концы нити узлом. Для сверления отверстий в устройстве также может использоваться обычное сверло, при этом прошивка документов будет осуществляться цыганской иглой и нитью, также можно скрепить пачку бумаг металлопластиковыми стяжками. [6]



Рисунок 13. Привод прошивочного станка Yungger M168



Рисунок 14. Мотор прошивочного станка Younger M168

1.3.2. Устройство для прошивки документов УПД 1

Настольное устройство для прошивки документов УПД 1 (архивный станок) применяется в делопроизводстве и предназначено для прошивки и переплета папок бухгалтерских и прочих документов различных форматов (максимум по малой стороне формата А-3), для их архивного хранения. Применение устройства значительно облегчает формирование папок и позволяет сшить толстую пачку документов непосредственно на рабочем месте. [6]



Рисунок 15. Устройство для прошивки документов УПД 1

Устройство для подшивки документов УПД-1 представляет собой сверлильный станок для пачек бумаг толщиной до 100 мм., состоящий из перемещаемой струбцины и электрического привода (электродвигатель асинхронный конденсаторный 250 Вт, 2700 об/мин, уровень шума не более 60 дБ) со сверлильным патроном. Сверление пачек бумаг осуществляется с использованием рычага поэтому при работе нет необходимости прилагать большие усилия.

Устройство УПД-1 относится к классу профессиональных бумагосверлильных машин, которые могут применяться архивными службами и (для больших объемов работ).

1.3.3. Дырокол на 4 отверстия KW-Trio 954/01

Пробивает пачку 150 листов бумаги 80 гр/м, модель KW-Trio 954/01.

Расстояние между отверстиями - 80 мм. (стандарт).

Модель оборудована металлическим регулятором для точного позиционирования стопы бумаги. После проделывания отверстий пачку бумаги можно подшить в архивную папку с гребнями. Подходит для организаций с небольшим документооборотом, либо может применяться при изготовлении фотоальбомов для скрепления на полиграфические винты. [7]



Рисунок 16. Дырокол на 4 отверстия KW-Trio 954/01

Также используется в перфорации документов для последующей сшивки нитями.

1.3.4. Переплетчик на термоклепку (аппарат для установки пластиковых люверсов) Yunger-628

Аппарат для установки пластиковых люверсов YUNGER-628 (переплет на термоклепку) является универсальным брошюратором для скрепления документов толщиной до от 0,1 мм. до 30 мм (от 2 до 300 листов), брошюровка пластиковой термоклепкой производится на произвольное количество отверстий, также пользователь сам регулирует отступ от края бумаги. Термоклепка представляет собой полую нейлоновую трубку, концы которой расплавляются (развальцовываются), что позволяет пропустить через нее ленту или нить и опечатать многостраничный документ. [7]



Рисунок 17. Переплетчик на термоклепку Yunger-628

Брошюровка осуществляется следующим образом - в пачке бумаги проделываются отверстия (левым рычагом), после этого в отверстия вставляются отрезки полый нейлоновой трубки, затем при опускании правого рычага оба конца трубки расплавляются (развальцовываются) и таким образом надежно скрепляют документы. То есть аппарат сам обрезает необходимую высоту трубки, развальцовывает и запаивает ее с обоих концов.

Можно сброшюровать только листы бумаги либо можно использовать стандартные обложки как для переплета на пластиковую и металлическую пружину, а также производить переплет в универсальную архивную папку. Также переплетчик можно просто использовать как мощный дырокол.

1.4. Обзор прототипов разрабатываемого механизма.

1.4.1. Дырокол на 4 отверстия KW-Trio 954/01.

Данное приспособление является разновидностью классического дырокола. Следовательно, принцип его действия сравним с работой вышеуказанного офисного приспособления.

Одной из основных частей дырокола являются стальные круглые ножи в форме стержней, опускающиеся на бумагу сверху под давлением при нажатии рукой.

Кромки ножей в основном изготавливаются эллипсоидной углубленной формы для ровного среза бумаги. Под стержневыми ножами находятся корпус с отверстиями, ведущими в бумагоприёмник.

Бумагоприёмник представляет из себя накладку на нижнюю часть корпуса, а также является противоскользящим покрытием для всего устройства.

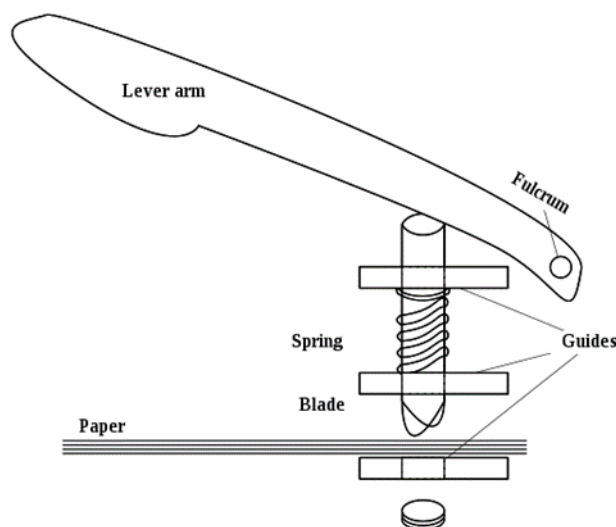


Рисунок 18. Принцип работы дырокола

Давление оказывается непосредственно на ножи. Они крепятся на так называемую «ручку», работающую как рычаг. Ножи прикрепляются ближе к оси вращения, чем точка приложения усилий к ручке и центруются за счёт двух направляющих в крышке. (рис.18).

Под рычагом находится пружина, осуществляющая возвратное движение устройства в начальное рабочее положение. Пружина упирается в шайбу, надетую непосредственно на саму пружину.

Корпус рассматриваемой модели изготавливается из металла и пластика.

Устройство работы данного прототипа дырокола было использовано в созданном перфорационном механизме для прошивки дел до 25 листов.

1.4.2. Механизмы швейных игл.

Механизм иглы служит для прокола материала иглой, и проведения сквозь него игольной нитки. В зависимости от конструкции и назначения машины механизмы иглы могут быть различной структуры и конструктивного исполнения. [8]

Структура механизма и конструкция иглы должны обеспечивать:

- прокалывание материала и проведение сквозь него нитки с минимальными нарушениями ее прочности;
- необходимую величину перемещения иглы;
- своевременное образование и точное подведение петли игольной нитки к носику челнока;
- минимальную скорость вертикального перемещения иглы в период захвата игольной нитки челноком;
- согласование работы механизма иглы с другими механизмами машины;
- минимальные нагрузки на элементы механизма;
- безопасность в работе.



Рисунок 19. Классификация механизмов игл

В зависимости от конструкции машин в них применяются иглы различных типов: прямые с ушком, прямые без ушка, прямые с крючком, дугообразные.

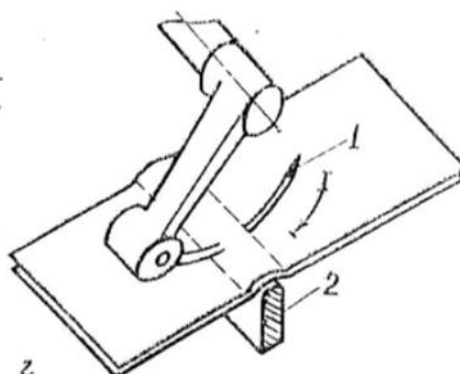


Рисунок 20. Дугообразная игла с траекторией вращения вокруг собственной оси

В ряде случаев для удобства компоновки шьющих механизмов или выполнения некоторых швейных операций иглу перемещают под углом, горизонтально или же вокруг оси вращения.

Данный механизм также используется как прототип в выполняемой выпускной квалификационной работе.

2. Проектная часть.

Проектная часть выполняемой выпускной квалификационной работы представляет из себя расчет и проектирование определенных частей механизма требующих точных вычислений для последующей качественной работы.

2.1. Расчет цилиндрической передачи.

Для изготовления колес выбираем сталь ABS пластик. ABS пластик – это ударопрочная техническая смола (термопластическая) на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом. Термообработка выбранному материалу не требуется. [9]

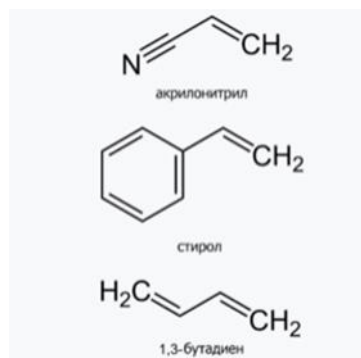


Рисунок 21. Структура составляющих химических элементов

ABS пластик используется в производстве:

- корпусов промышленных аккумуляторов
- спортивного инвентаря, деталей оружия
- лодок
- мебели
- изделий сантехники
- выключателей, розеток, вилок, удлинителей
- канцелярских изделий

2.1.1. Определение допускаемых напряжений изгиба

Допускаемые напряжения изгиба:

$$[\sigma]_F = \sigma_{Flim} Y_N Y_R Y_A / S_F$$

где σ_{Flim} – предел выносливости,

Y_N – коэффициент долговечности

Y_R – Коэффициент влияния шероховатости

Y_A – коэффициент влияния двустороннего приложения нагрузки

S_F – коэффициент запаса прочности

Для цилиндрической шестерни:

Коэффициент запаса прочности S_F не учитывается в вычислениях, так как термообработка не проводится, а значит процесс поверхностного упрочнения не происходит.

Предел выносливости σ_{Flim} пластика ABS: $\sigma_{Flim} = 36$ МПа.

Для длительно работающих быстроходных передач $Y_N = 1$.

Коэффициент влияния шероховатости $Y_R = 1.1$ при шлифовании и зубфрезеровании с параметром шероховатости $Rz \leq 40$ мкм. Коэффициент влияния двустороннего приложения нагрузки Y_A не учитывается, так как материал не закалённый и не цементованный.

Получим:

$$[\sigma]_F = 36 * 1 * 1.1 = 39,6$$

2.1.2. Проектный расчет

Цель проектного расчета – определить геометрические размеры передачи, обеспечивающие ее работоспособность и надежность. В расчетах следует учитывать требования минимизации габаритов, массы и стоимости передачи.

Принимаем межосевое расстояние исходя из созданной конструкции $a_w = 152$ мм.

Делительный диаметр:

$$d_2 = \frac{2 * a_w * u}{u + 1} = \frac{2 * 152 * 1}{1 + 1} = 152 \text{ мм}$$

Ширина зубчатого колеса:

$$b_2 = \psi_{ba} * a_w = 0.25 * 152 = 38 \text{ мм}$$

$\psi_{ba} = 0.25$ – коэффициент ширины принимают из ряда стандартных чисел (для прямозубых передач).

2.1.3. Модуль передачи

Максимально допустимый модуль m_{max} , мм, определяют из условия не- подрезанные зубьев у основания:

$$m_{max} \approx \frac{2 * a_w}{17(u + 1)} \approx \frac{2 * 152}{17(1 + 1)} = 8,9 \text{ мм}$$

Минимальное значение модуля m_{min} , мм, определяют из условия проч- ности:

$$m_{min} = \frac{K_m * K_F * T_1(u + 1)}{a_w * b_2 * [\sigma]_F}$$

где $K_m = 3.4 * 10^3$ – для прямозубых;

крутящий момент муфты:

$$T_1 = 0,02 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$P_{э.тр}$ – мощность электродвигателя. [11]

$$P_{э.тр} = 160 \text{ Вт}$$

ω_1 – скорость вращения двигателя с учетом частоты вращения, которую мы задаем через плато.

$$\omega_1 = \pi * \frac{n}{30} = 3.14 * \frac{0,1}{30} = 0,01 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

$$n = 6 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 0,1 \frac{\text{об}}{\text{с}}.$$

Коэффициент K_F учитывает нагрузку при расчёте по напряжением из- гиба определяется по формуле:

$$K_F = K_{Fv} * K_{F\beta} * K_{F\alpha}$$

где $K_{Fv} = 1.11$ – коэффициент, учитывающий внутреннюю динамику напря- жения, определяется по табл. 2.9.

$K_{F\alpha} = K_{H\alpha}^0 = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние погрешностей изготов- ления шестерни и колеса на распределение нагрузки между зубьями.

Коэффициент $K_{F\beta}$ – учитывающий неравномерность распределения напряжений у основания зубьев по ширине зубчатого венцы, оценивается по формуле:

$$K_{F\beta} = 0.18 + 0.82 * K_{H\beta}^0 = 0.18 + 0.82 * 1.06 = 1.049$$

где $K_{H\beta}^0 = 1.06$ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки в начальный период работы определяют по табл. 2.7

Получим:

$$K_F = 1.11 * 1.049 * 1 = 1.164$$

Получим:

$$m_{min} = \frac{K_m * K_F * T_1(u + 1)}{a_w * b_2 * [\sigma]_F} = \frac{3.4 * 10^3 * 1.164 * 0.02(1 + 1)}{152 * 38 * 39.6} = 0.8 \text{ мм}$$

Из полученного диапазона ($m_{min} \dots m_{max}$) модулей принимаем меньшее значение m , согласия его со стандартными:

$$m = (m_{min} \dots m_{max}) = (0.8 \dots 8.9) = 1 \text{ мм}$$

2.1.4. Предварительные размеры колес

Суммарное число зубьев находим по формуле:

$$z_s = \frac{2a_w}{m} = \frac{2 * 152}{1} = 304$$

Число зубьев шестерней находим по формуле:

$$z_{1,2} = \frac{z_s}{u \pm 1} = \frac{304}{1 + 1} = 152$$

Делительный диаметр колес:

$$d_{1,2} = z_{1,2}m = 152 * 1 = 152 \text{ мм}$$

Диаметр вершин зубьев колес:

$$d_{a1} = d_1 + 2 * (1 + x_1 - y) * m$$

где $x_1 = 0$ – коэффициенты смещения у шестерни

y – коэффициент воспринимаемого смещения

a – делительное межосевое расстояние

Делительное межосевое расстояние a находим по формуле:

$$a = 0.5m(z_2 \pm z_1) = 0.5 * 1 * (152 + 152) = 152 \text{ мм}$$

Коэффициент воспринимаемого смещения y находим по формуле:

$$y = \frac{-(a_w - a)}{m} = \frac{-(152 - 152)}{1} = 0 \text{ мм}$$

Диаметр вершин зубьев Шестерней:

$$d_{a1} = d_1 + 2 * (1 + x_1 - y) * m = 152 + 2 * (1 + 0 - 0) * 1 = 154 \text{ мм}$$

Диаметры впадин зубьев шестерней:

$$d_{f1} = d_1 - 2 * (1.25 - x_1) * m = 152 - 2 * 1.25 * 1 = 149,5 \text{ мм}$$

2.2. Проектные расчеты валов

Материал вала – конструкторская сталь Ст 3.

Для входного вала:

$$d_B = (7..8) \sqrt[3]{T} = 7 * \sqrt[3]{0.02} = 2.17 \text{ мм}$$

где T_6 – номинальный момент на быстроходном валу. [12]

Так как полученное значение не является стандартным, возникает проблема поиска расчета данного вала. Однако ресурсы, полученные в результате поиска рекомендаций по вычислениям проектирования ступеней валов нестандартного значения, не являются подтверждено квалифицированными, компетентными и точными. Учитывая вышеуказанный фактор принимаем величину предварительного диаметра быстроходного вала минимальным по значениям в выбранном ресурсе, следовательно $d_B = 17 \text{ мм}$. [10]

Вычисленные значения диаметров округляем в ближайшую сторону до стандартных см табл. 24.1.

$$d_B = 17 \text{ мм}, l = 36 \text{ мм}$$

$$d_{\Pi} = d + 2t_{\text{кон}} = 17 + 2 * 3 = 23 \text{ мм}, l = 36 \text{ мм}$$

$$d_{B\Pi} = d_{\Pi} + 3r = 23 + 3 * 1,5 = 27,5 \text{ мм}, l = 42 \text{ мм}$$

Где $d = 17 \text{ мм}$; $t_{\text{цил}} = 3 \text{ мм}$; $r = 1,5 \text{ мм}$

Спроектированный вал:

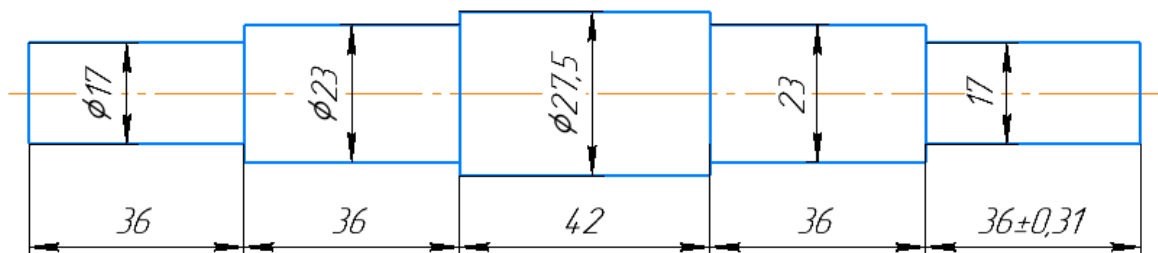


Рисунок 22. Эскиз полученного вала

Исходя из созданного прототипа механизма входной и выходной вал являются практически идентичными конструктивными элементами.

2.3. Конструирование зубчатых колес.

Форма зубчатого колеса может быть с плоской или выступающей ступицей. Значительно реже колеса делают со ступицей, выступающей в обе стороны из-за сложности изготовления и последующей обработки. [13]

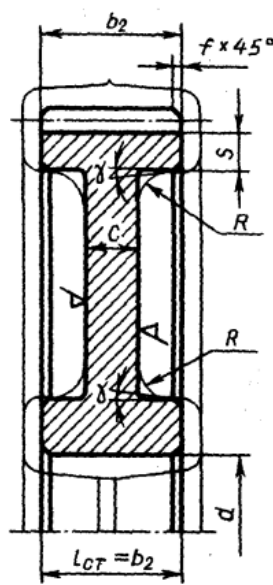


Рисунок 23. Выбранное исполнение шестерни

$$d_{a1} = 62,6 \text{ мм}$$

Длину l_{CT} посадочного отверстия колеса желательно принимать равной или больше b_2 зубчатого венца.

Принятую длину ступицы согласуют с расчетной и с диаметром посадочного отверстия d .

На торцах зубчатого венца (зубьях и углах обода) выполняют фаски f , которые округляют до стандартного значения.

На прямозубых зубчатых колесах при твердости рабочих поверхностей менее 350 НВ фаска 45° .

$$f = 0,5 \cdot m = 0,5 \cdot 1 = 1,5 = 0.5 \text{ мм}$$

2.4. Конструирование зубчатого колеса.

$$d_a = 152 \text{ мм}$$

Т.к. $d_{a2} > 80$, то выполняются выточки на 1...2 мм. В нашем случае возьмем 2 мм

Длина ступицы:

$$l_{ст} = b_2 \text{ мм}$$

Диаметр ступицы:

$$d_{ст} = (1.5 \dots 1.55)d = 1.5 \cdot 27.5 = 41.25 \text{ мм}$$

Ширина S торцов зубчатого венца

$$S = 2.2 \cdot m + 0.05 \cdot b_2 = 2.2 \cdot 1 + 0.05 \cdot 38 = 4.1$$

На прямозубых зубчатых колесах при твердости рабочих поверхностей менее 350 НВ фаска 45° .

$$f = 0.5 \cdot 3 = 1.5 = 1.6 \text{ мм}$$

Толщина диска:

$$C = (0.35 \dots 0.4)b_2 = 0.4 \cdot 38 = 15.2 \text{ мм}$$

Для свободной выемки заготовки шестерни из пресс-формы принимают значения штамповочных углов $\gamma \geq 7^\circ$ и радиусы закругления $R \geq 6^\circ$, в нашем случае примем значение $\gamma = 10^\circ$ и $R = 6^\circ$.

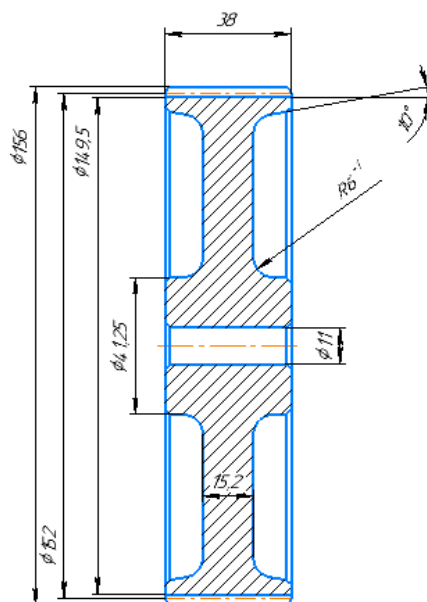


Рисунок 24. Эскизное изображение шестерни с учетом геометрических расчетов

При установке колес на валах необходимо обеспечить надежное базирование колеса по валу, передачу вращающего момента от колеса к валу или от вала к колесу.

Для передачи вращающего момента чаще всего применяют призматические и сегментные шпонки (Шпонка 16 x 10 x 80 ГОСТ 23360—78): $d = 17$ мм, $l = 36$ мм. [14]

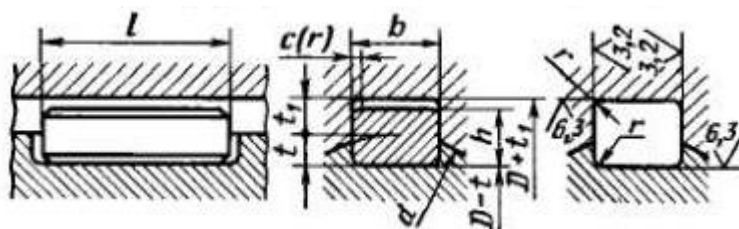


Рисунок 25. Шпоночное соединение

Тогда:

- $b = 5$ мм;
- $h = 5$ мм;
- $s = 0,16$ мм;
- Вала $t_1 = 3$ мм;
- Ступицы $t_2 = 2$ мм;
- $l = 10$ мм.

2.5. Расчет устойчивости сжатого стержня для иглы дырокола.

Для определения устойчивости иглы, пробивающей бумагу, при нагрузке во время работы был использован модуль программного обеспечения для инженерного анализа и численного моделирования «Ansys».

В случае работы иглы в дыроколе, будет рассчитываться устойчивость сжатого стержня в статическом состоянии.

Диаметр иглы составляет 2 мм, материал – углеродистая сталь с содержанием углерода от 0,7 до 1,0%. Твердость стали соответствует мировым стандартам и величине 60 по шкале Роквелла.

Для точности проведения расчетов создаем в геометрии прямую на которую наложим сегменты по всей поверхности с заданным диаметром в 2 мм,

уточним выбранный нами материал и его характеристики и зададим фиксированную опору на обоих концах полученного стержня.

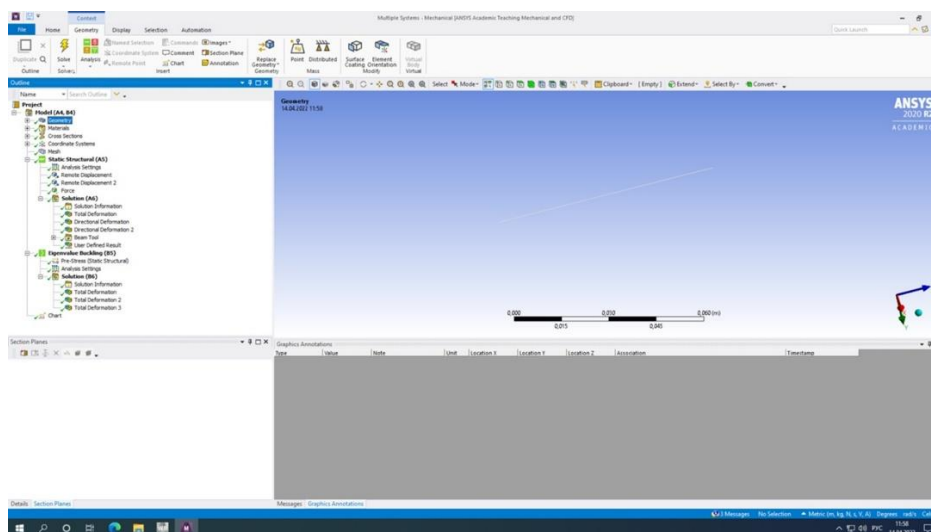


Рисунок 26. Геометрия рассчитываемого элемента

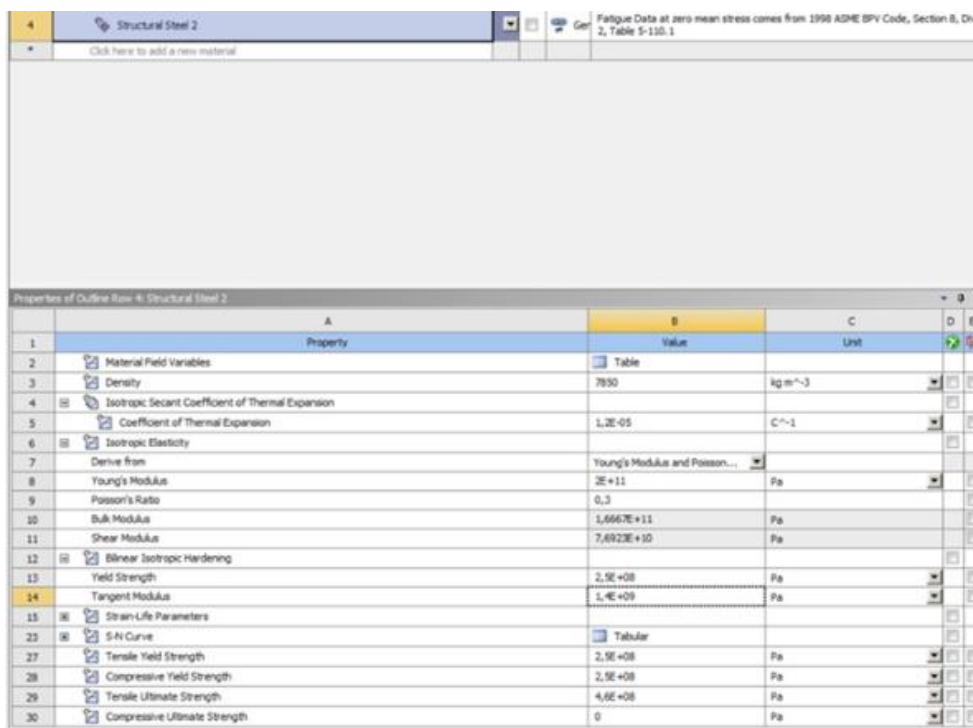


Рисунок 27. Выбранный материал

Задаем направление и величину силы наложенной на стержень. Величина силы равна 1350 Н. Направление от одного конца стержне до другого.

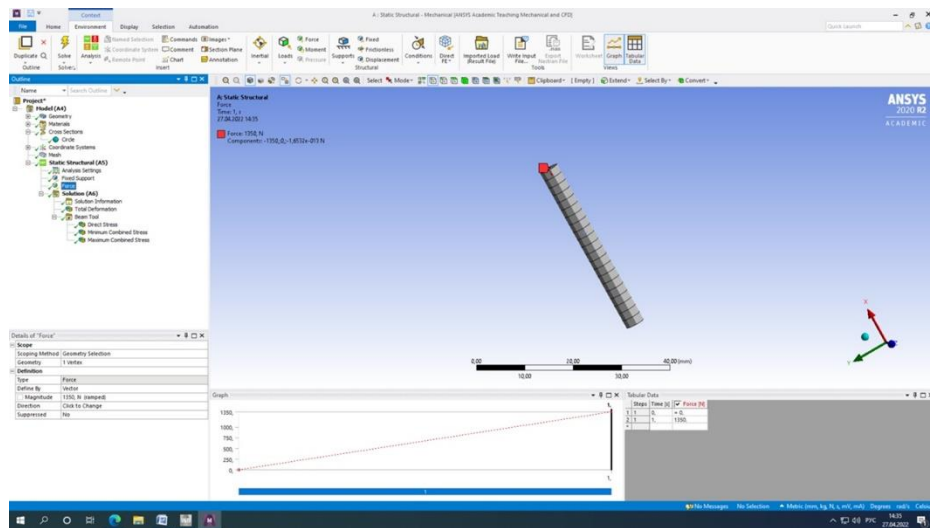


Рисунок 28. Задание силы, действующих на стержень

Для решения данной задачи в разделе «Solution» назначаем «Total Deformation» для определения максимальных смещений.

В итоге получаем три варианта деформаций, которые могут произойти при нагрузке более 1350 Н.

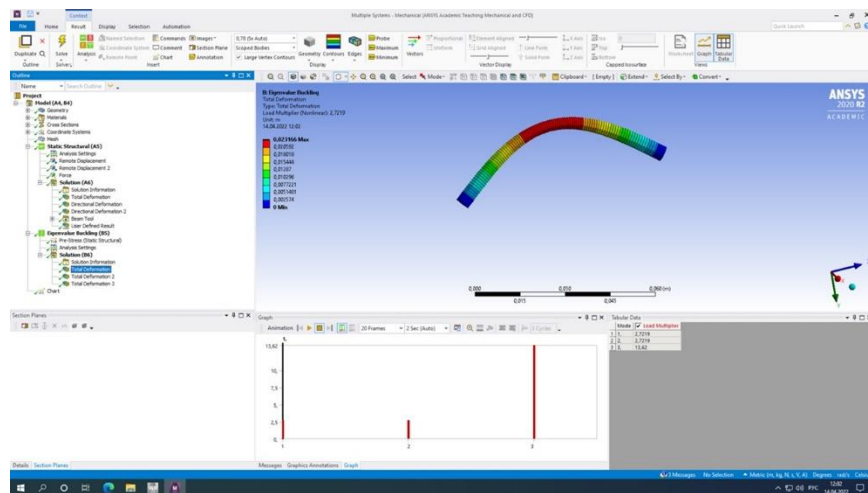


Рис.!. – Вариант деформации

С учетом того, что реальная минимальная нагрузка для пробития 25 листов бумаги составляет 60 Н (данная величина получена экспериментальным методом через рычаг и динамометр), можно сделать вывод о том, что игла диаметром в 2 мм из углеродистой стали пригодна для работы в данном механизме.

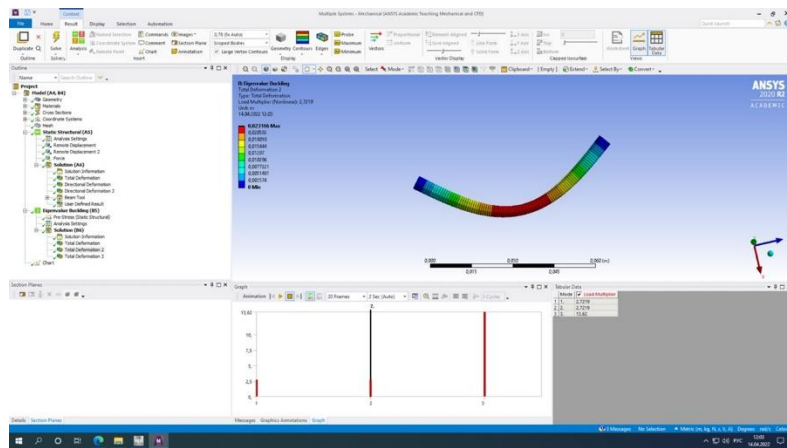


Рисунок 29. Вариант деформации

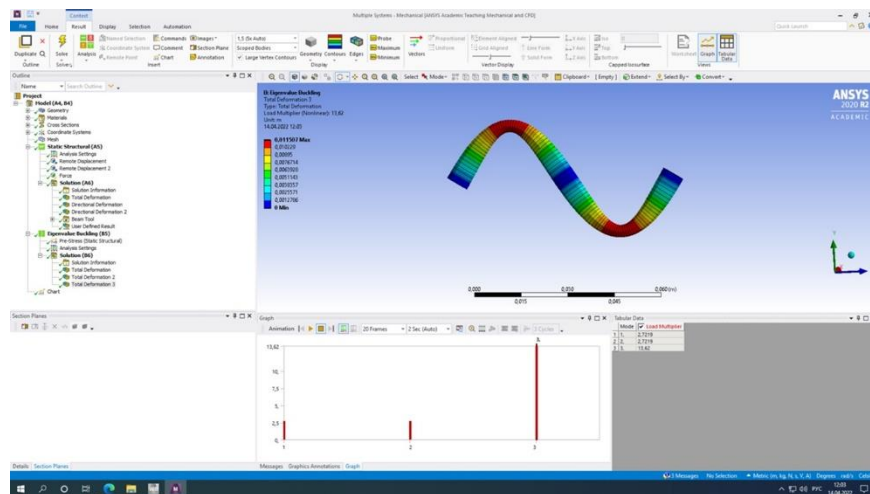


Рисунок 30. Вариант деформации

2.6. Характеристики и описание выбранного привода.

Выбор двигателя зависит от выданной задачи. В данном случае это:

- Обороты двигателя 8 об/мин.
- Обороты в обе стороны
- Управляемость (возможность подсоединения платы)

Исходя из заданных характеристик выбираем шаговый двигатель PL20H28-D4. [15]

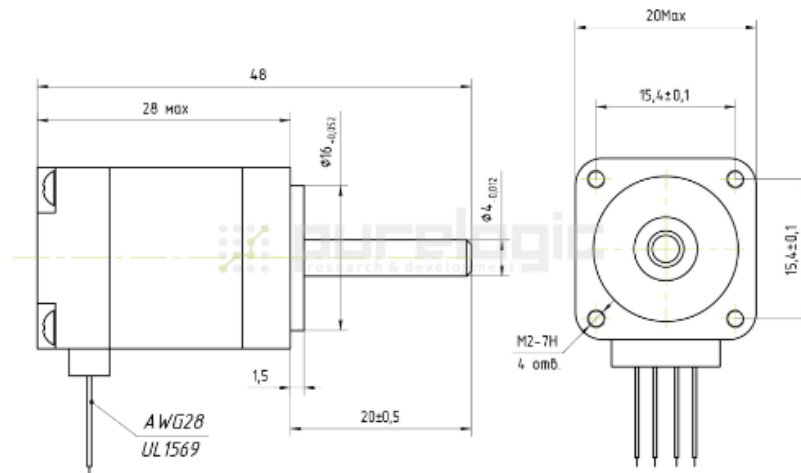


Рисунок 31. Чертеж шагового двигателя

Таблица 1 – Характеристики двигателя

Характеристики	Значение
Диаметр выходного двигателя, мм	4
Общая масса, кг	0,06
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	20X20X28
Угловой шаг, °	1.8
Рабочий ток, А	0,6
Момент, Н·м	0,02

2.7. Выбор подшипников качения.

Исходя из того, что момент на входном валу $T=0,02$, можно сделать вывод о том, что нагрузка на валы в процессе работы будет минимальна, следовательно, выбор подшипников не требует расчетов. Согласно полученному диаметру ступени вала под подшипник, выбираем шариковые радиальные однорядные подшипники 6204/22.

2.8. Разработка принципиальной схемы, описание работы, создание и рендер 3D модели.

Перфорация производится за счет устройства дырокола, а именно иглами диаметром 3 мм из Ст3. Устройство отличается от стандартного дырокола не только диаметром игл, но и количеством стоек. В стандартном дыроколе их количество составляет 2, в проектируемом устройстве их 4. Так как принцип работы дырокола уже описан в разделе 1.4.1 принципиальная схема не требуется.

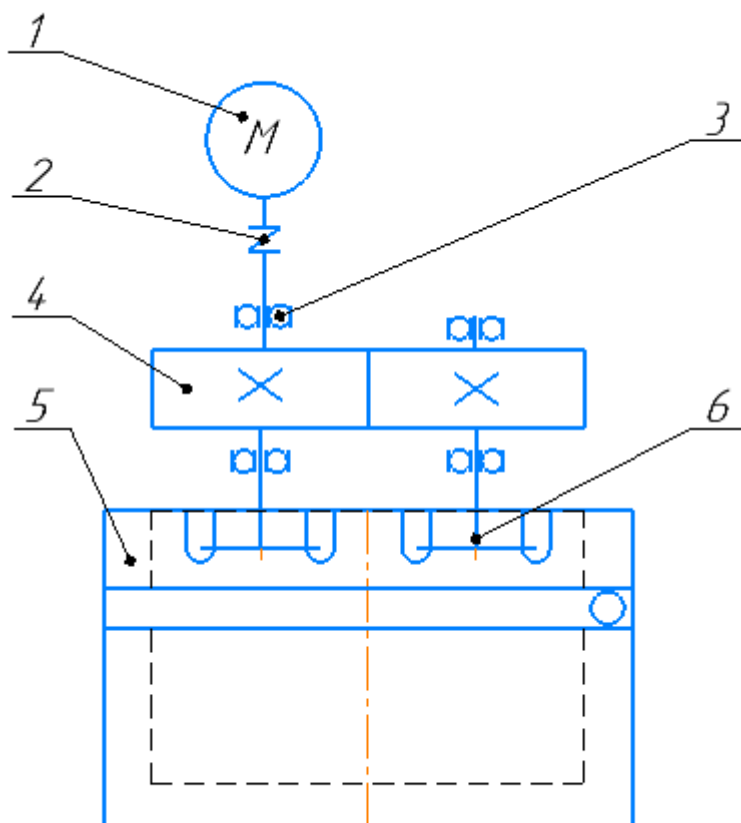


Рисунок 32. Принципиальная схема зоны прошивки механизма

На принципиальной схеме зоны прошивки (рис.32) пронумерованы элементы работающего механизма, а именно:

1. Шаговый двигатель;
2. Фрикционная муфта;
3. Подшипники качения;
4. Шестерни;
5. Подвижная платформа;
6. Дугообразные иглы с пазом.

Зона прошивки представляет из себя две дугообразные иглы с пазами для крепления ниток, прикрепленные к цилиндрической прямозубой передаче с приводом в виде шагового двигателя, платы и блока питания.

Шестерни совершают реверсивное движение вокруг собственных осей, тем самым прошивая бумагу следуя нормативам и положениям ТПУ.

Листы закладываются в подвижную платформу с пазами. Перфорируемый документ вкладывается и ровняется за счет буртиков на подвижной платформе, прижимается и фиксируется переключателем с прижимным винтом.

Платформа перемещается от зоны перфорации к зоне прошивки по направляющим на 4-х закладных Festo и фиксируются в рабочих зонах пружиной, находящейся в закладной и прижимающей металлический шар к направляющей.

В результате проведенной работы получилась 3D модель прошивочного устройства для прошивки документов объемом до 25 листов, представленная на рисунке 33.

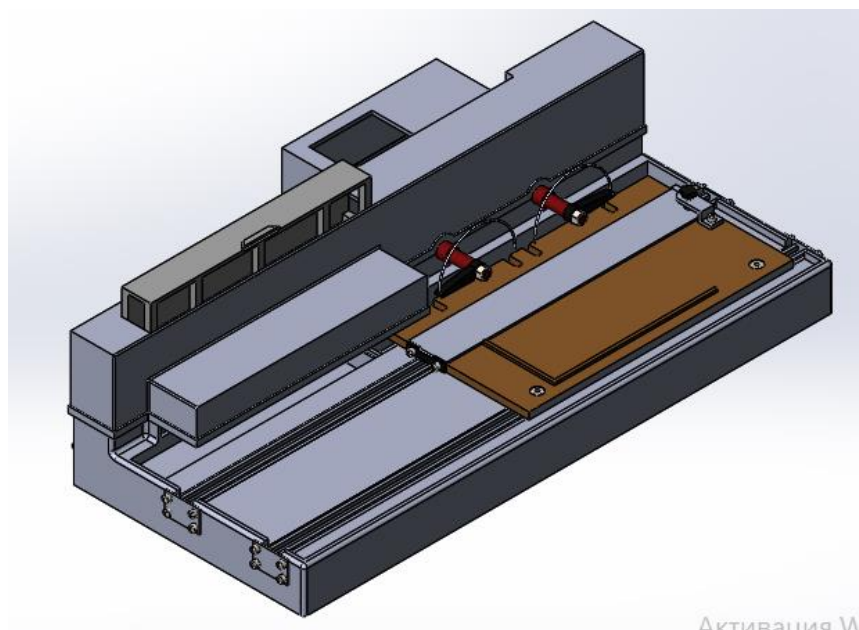


Рисунок 33. 3D модель спроектированного устройства

Далее с помощью программы Autodesk 3ds Max проводим рендер полученной модели и оформляем его для презентационных нужд. Проведенный рендер изображен на рисунке 34.



Рисунок 34. Рендер полученной модели

3. Технологическая часть.

3.1. Введение.

Технология (от греческого языка «techne» - искусство, мастерство, умение) - совокупность приёмов и способов получения, обработки или переработки сырья, материалов, полуфабрикатов или изделий, осуществляемых в различных отраслях машиностроительной промышленности, в строительстве и т.д. [16]

В современном же понимании технология машиностроения – это наука, изучающая и устанавливающая закономерности осуществления процессов обработки и параметры, воздействие на которые наиболее эффективно сказывается на интенсификации процессов и повышении их точности.

Предметом изучения в технологии машиностроения является изготовление изделий заданного качества в установленном программой выпуска количестве при минимальной себестоимости, наименьших затратах материалов и высокой производительности труда.

Процесс изготовления машин или механизмов состоит из комплекса работ, необходимых для производства заготовок, их обработки, сборки из готовых деталей сборочных единиц и, наконец, создание сборки из полученных сборочных единиц и отдельных деталей готовых машин.

Целью данной части выпускной квалификационной работы является проведение технологического анализа детали «Фланец», а именно: проектирование технологического маршрута

- выбор оборудования;
- выбор режущего инструмент;
- выбор технического оснащения (измерительный инструмент, приспособления и т.д.);
- определение режимов резания;
- нормирование черновых технологических операций.

3.2. Техническое задание.

Разработать технологический процесс изготовления детали «Фланец». Чертеж представлен на рис.32.

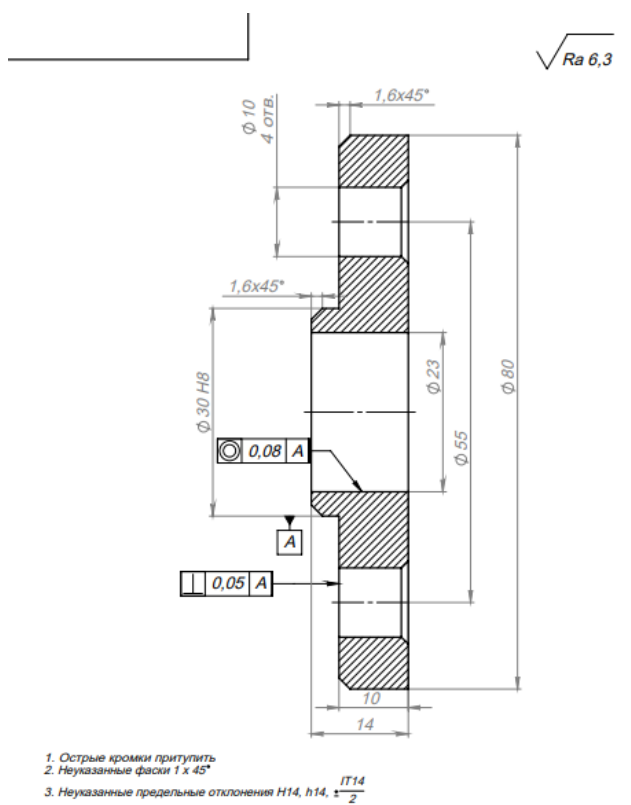


Рисунок 35. Фланец

3.3. Анализ технологичности конструкции детали

Согласно ГОСТ 14.201– 83 обеспечение технологичности конструкции детали является основной функцией подготовки производства, предусматривающей взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач,

направленных, в свою очередь, на повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Основным источником информации, для оценки технологичности изделия, является чертеж самой детали, разработанный конструктором. Он должен содержать все необходимые сведения о материале и конструкции детали, все размеры, допуски, шероховатость обрабатываемых поверхностей и допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, взаимное положение поверхностей, а также технические требования к их обработке.

Уточним, что в технические требования чертежа входят:

- неуказанные предельные отклонения по качеству H14, h14 и $\pm IT14/2$;
- обработка острых кромок;
- неуказанные фаски $0,5 * 45^\circ$.

В данном случае заготовку, а именно пруток, можно закреплять в стандартных приспособлениях (зажимная призма и т.д.), также можно обработать на станках небольших размеров, учитывая габариты заготовки.

В рабочем чертеже детали присутствуют допуски соосности и перпендикулярности относительно конструкторской базы А на 0,08 и 0,05.

В данном случае, для обеспечения вышеуказанных требований нужно использовать одну из поверхностей в качестве базы.

Для одной внутренней цилиндрической поверхности используется 8 качество. Для осуществления данного условия, нужно применять самоцентрирующиеся приспособление.

Материалом выполняемой детали является конструкционная углеродистая сталь, а именно «Сталь 3».

Сталь 3 широко распространена во всех сферах промышленного производства. Данный материал является самым распространенным металлом для несущих строительных конструкций. Из этого сплава делают лист, профиль, трубу и другой металлопрокат.

Легирующие элементы в структуре этого сплава, которые влияют на его характеристики – это марганец, хром, медь и никель.

В таблице 2 представлен химический состав марки стали Ст3.

Таблица 2. Химический состав стали 3

C	Fe	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Si
0,14 - 0,22%	97%	0.4 - 0.65%	≤0,3%	≤0,05	<0,04	≤0,3%	≤0,3%	<0,08	0,05- 0,17%

Таблица 3. Механические свойства стали 3

σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	НВ
205-255	22-26	69	131

Показатель материалоемкости – характеризуется коэффициентом использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_3}$$

M_d – масса детали; M_3 – масса заготовки

$$M_d = 0,34 \text{ кг}$$

$$M_3 = 0,8 \text{ кг}$$

$$K_{им} = \frac{0,34}{0,8} = 0,425$$

Базовое значение показателя $K_{им} = 0,7$. Если расчетное значение коэффициента использования материала выше базового, то можно сказать, что выбранным методом получения заготовки и ее конфигурация удовлетворяют требованиям технологичности.

Коэффициент унификации конструктивных материалов:

$$K_{y.э} = Q_{y.э}/Q_э$$

$Q_{y.э}$ и $Q_э$ – соответственно число унифицированных конструктивных элементов детали и общее, шт

$$K_{y.э} = \frac{11}{11} = 1$$

К унифицированным поверхностям относятся стандартные канавки, фаски, центровочные гнезда, зубчатые, шлицевые, шпоночные поверхности; гладкие цилиндрические и плоские поверхности, если их номинальный размер принадлежит одному из рядов номинальных линейных размеров и допуск размера назначен по квалитетам. Базовое значение показателя $K_{y.э} = 0,8$

Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей:

$$K_{п.ст} = D_{о.с}/D_{м.о}$$

$D_{о.с}$ и $D_{м.о}$ – соответственно число поверхностей детали, обрабатываемых стандартным инструментом, и всех, подвергаемых механической обработке поверхностей, шт.

$$K_{п.ст} = \frac{8}{8} = 1$$

Коэффициент обработки поверхностей:

$$K_{п.о.} = 1 - \frac{D_{м.о}}{D_э}$$

$D_{м.о}$ и $D_э$ соответственно, число поверхностей подвергаемых механической обработке и общее число поверхностей, шт.

$$K_{п.о.} = 1 - \frac{8}{8} = 0$$

Коэффициент шероховатости поверхности:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{ср}}$$

$$B_{ср} = \sum \frac{B_i}{n_i}$$

B_i – значение параметра шероховатости;

n_i – количество параметров шероховатости.

Минимальное значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей $Ra = 6,3$ мкк

$$B_{cp} = 6,3$$
$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{6,3} = 0,84$$

3.3.1. Выводы из проведенного анализа технологичности детали

Из вышеприведенных количественных показателей технологичности для данной детали, можно сделать вывод о том, что полученный коэффициент материалоемкости ниже среднего ($0,425 < 0,7$), а это говорит о том, что значительная часть материала срезается в стружку, что приводит к снижению технологичности изделия и к повышению цены детали.

Коэффициент унификации конструктивных элементов показал, что деталь технологична, так как количество унифицированных и неунифицированных элементов совпадает.

Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей – абсолютно все поверхности обрабатываются стандартным инструментом.

Коэффициент шероховатости поверхности указывает, что вся деталь имеет одну шероховатость, данный фактор положительно сказывается при обработке.

Таким образом, проанализировав качественные и количественные показатели технологичности детали «Фланец», можно сделать вывод о том, что деталь является технологичной.

3.4. Обоснование выбора вида заготовки.

Должны учитываться такие факторы, как конструктивные формы детали, технологичные возможности производства, вид производства, габариты, вес детали, сложность геометрических форм и т.д. Отталкиваясь от этих факторов выбирается наиболее выгодный способ получения детали.

Заготовками для изготовления деталей механизмов могут служить:

- **Отливки.** Отливки применяются для изготовления деталей сложной формы из чугуна, цветных металлов и специальной литейной стали (к обозначению марки стали добавляется индекс Л). Заготовки данного вида характеризуются повышенной шероховатостью поверхности, высокой твёрдостью поверхностного слоя, большими величинами припусков на обработку и высокой стоимостью.
- **Поковки.** Поковки применяются для изготовления деталей из пластических металлов менее сложной, чем у вышеуказанных отливок, конфигурации, но имеющих большие перепады размеров. Заготовки данного вида характеризуются меньшей, чем у отливок шероховатостью поверхности, однако при этом повышенной твёрдостью поверхностного слоя, большими величинами припусков на обработку и невысокой стоимостью.
- **Сортовой прокат.** Основное достоинство данного вида — низкая ценовая категория. Он изготавливается из стали и цветных металлов в виде прутков с различной формой поперечного сечения. Существенным недостатком является низкий коэффициент использования материала.

Первым критерием при выборе типа заготовки служит материал, из которого изготавливается деталь:

1. Сталь – прокат, поковка, штамповка, реже - отливка;
2. Чугун – различные способы литья;
3. Цветные металлы – прокат, отливка, реже – штамповка;
4. Полимеры – прокат, отливка.

Вторым критерием являются технологические возможности типа производства:

1. Для деталей простой формы предпочтителен прокат;
2. Для деталей средних и крупных размеров простой формы с большими перепадами размеров - поковка;
3. Для деталей сложной формы - отливка или штамповка.

С учётом материала детали и его технологических свойств (материал сталь 10), её массы и габаритных размеров, требований механических свойств (особых требований не предъявляется), а также типа производства (мелкосерийный) выбираем в качестве исходной заготовки: прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества ГОСТ 535-88.

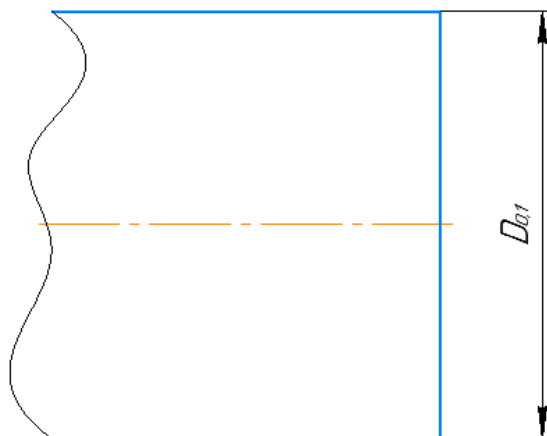
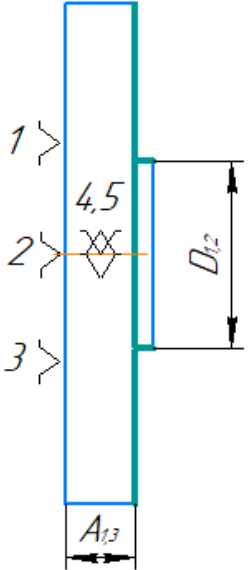
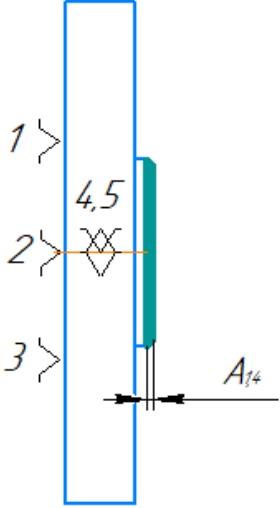
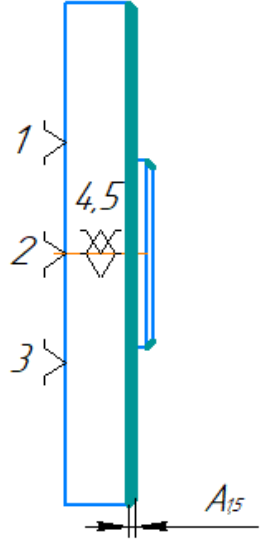
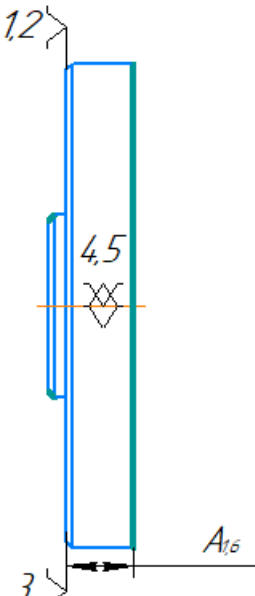
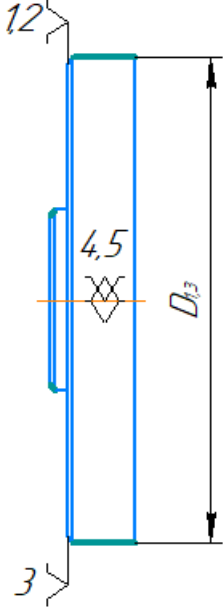
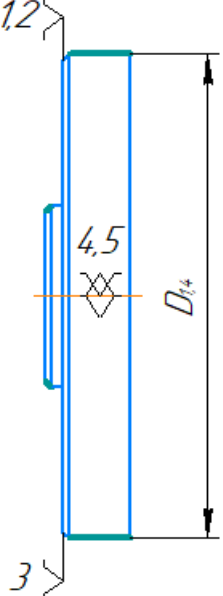


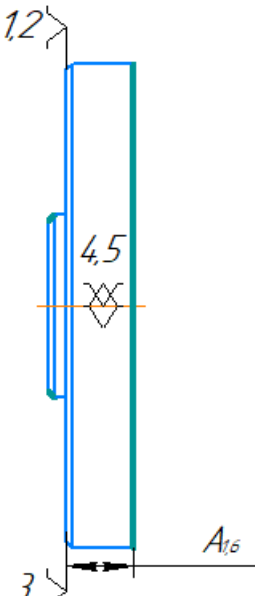
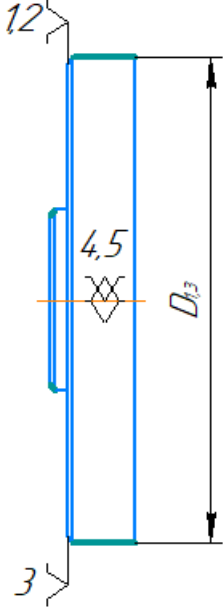
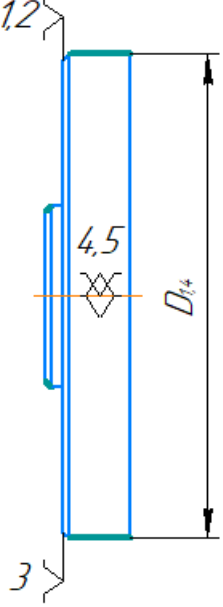
Рисунок 36. Эскиз заготовки

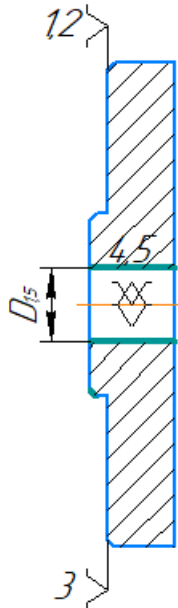
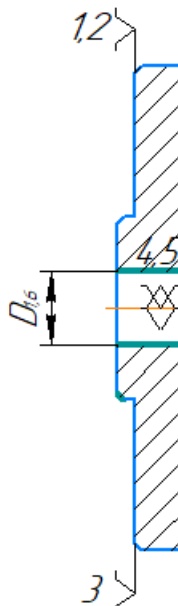
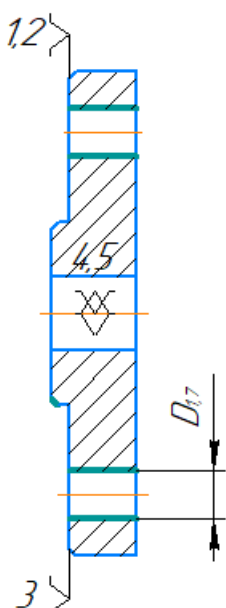
3.5. Разработка технологического маршрута.

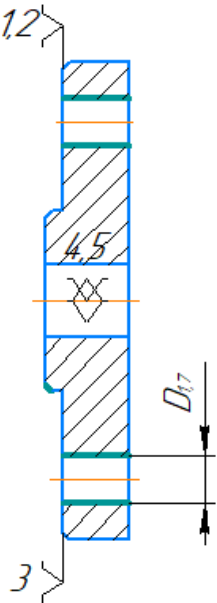
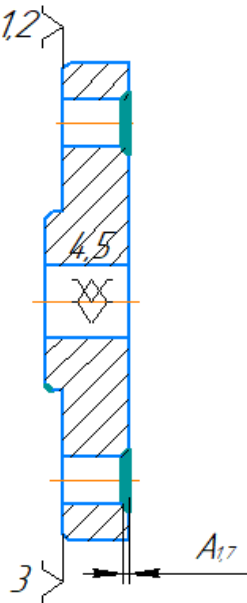
Номер		Наименование операций и содержание переходов	Эскиз
операции	перехода		
05	1	<p>Заготовительная операция</p> <p>1. Установить и закрепить заготовку в приспособление.</p> <p>2. Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{01}</p>	
10	2	<p>Токарная операция</p> <p>Установ А</p> <p>1. Установить и закрепить заготовку в приспособление.</p> <p>2. Подрезать торец заготовки, выдерживая размер A_{11} начисто</p>	
10	3	<p>1. Точить поверхность D_{01} до D_{11}, выдерживая размер A_{12} начерно</p>	

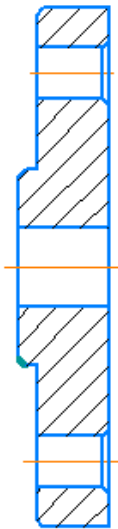
10	4	<p>1. Точить поверхность D_{11} до D_{12}, выдерживая размер A_{13} начисто</p>	
10	5	<p>1. Точить фаску размером A_{14} на поверхности D_{12} начисто</p>	
10	6	<p>1. Точить фаску размером A_{15} на поверхности $D_{0,1}$ начисто</p>	

10	1	<p><i>Установ Б</i></p> <p><i>1. Переустановить и закрепить заготовку в приспособление.</i></p> <p><i>2. Подрезать торец заготовки, выдерживая размер A_{16} начисто</i></p>	
10	2	<p><i>1. Точить поверхность D_{11} до D_{13}, напроход начерно</i></p>	
10	3	<p><i>1. Точить поверхность D_{13} до D_{14}, напроход начисто</i></p>	

10	1	<p><i>Установ Б</i></p> <p><i>1. Переустановить и закрепить заготовку в приспособление.</i></p> <p><i>2. Подрезать торец заготовки, выдерживая размер A_{16} начисто</i></p>	
10	2	<p><i>1. Точить поверхность D_{11} до D_{13}, напроход начерно</i></p>	
10	3	<p><i>1. Точить поверхность D_{13} до D_{14}, напроход начисто</i></p>	

15	1	<p>Сверлильная операция 1. Сверлить отверстие D_{15} насквозь начерно</p>	
15	2	<p>1. Сверлить отверстие D_{16} насквозь начисто</p>	
15	3	<p>1. Сверлить четыре отверстия D_{17} на поверхности D_{13} насквозь начерно</p>	

15	4	<p>1. Сверлить четыре отверстия D_{17} на поверхности D_{13} насквозь начисто</p>	
15	5	<p>1. Сверлить фаску размером A_{17} на поверхности D_{13} начисто</p>	
20	1	<p>Промывочная операция 1. Промыть согласно ТТП01279-0002</p>	

25	1	<p>Контрольная операция</p> <p>1. Контроль всех размеров 100%</p>	
----	---	---	---

3.6. Размерный анализ.

Таблица 4. Размерный анализ.

Наименование перехода	Элементы припуска				Расчетный припуск	Расчетный минималь-	Допуск на изготовление Td, мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные отклонения, мкм	
	Rz	h	Δ	ϵ				D_{max}	D_{min}	$2z_{max}$	$2z_{min}$
Заготовка	12 5	15 0	1	-	-	-	350	-	-	-	-
Точение черновое	40	80	0,06	6 0	360		210	31,90 4	31,69 4		360
Точение чистовое	25	20	0,002 4	3	96	30	33	30,03 3	30,0	338	96

Последовательность переходов, необходимых для выполнения обработки торца:

1. Заготовительная;
2. Точение черновое;
3. Точение чистовое.

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск) [17]:

$$2z_{imin} = 2((Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхности;

ε_{i-1} – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Используя справочную литературу, определим высоту неровностей профиля Rz и глубину дефектного слоя h для всех переходов [12 стр 11]:

Для:

$$Rz = 125 \text{ мкм}, h = 150 \text{ мкм}$$

Для черногого точения:

$$Rz = 40 \text{ мкм}, h = 80 \text{ мкм}$$

Для чистового точения:

$$Rz = 25 \text{ мкм}, h = 20 \text{ мкм}$$

Суммарные отклонения поверхностей при сверлении

$$\Delta = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y \cdot l_y)^2}$$

C_0 – смещение оси отверстия относительно номинального положения;

Δ_y – увод сверла;

l_y – длина просверливаемого отверстия.

$$\Delta = \sqrt{20^2 \cdot (1,3 \cdot 118)^2} = 154,69 \text{ мкм}$$

Для последующих операций погрешность расположения определяется через коэффициент уточнения K_y :

$$\Delta = \Delta_{\text{св}} \cdot K_y$$

Для черного точения коэффициент уточнения $K_y = 0,06$, тогда

$$\Delta_{\text{чер.точ.}} = 1 \cdot 0,06 = 0,06 \text{ мкм}$$

Для чистового точения коэффициент уточнения $K_y = 0,04$, тогда

$$\Delta_{\text{чис.точ.}} = 0,06 \cdot 0,04 = 0,0024 \text{ мкм}$$

Погрешность установки при обработке в трехкулачковом самоцентрирующем пневматическом патроне:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

Где ε_6 – погрешность базирования, при обработке в трехкулачковом, самоцентрирующем пневматическом патроне $\varepsilon_6 = 0$;

ε_3 – погрешность закрепления, при диаметре заготовки 30 мм, горячекатаном прокате и начисто обработанной поверхности, закрепленной в самоцентрирующемся патроне, $\varepsilon_3 = 60$ мкм

Определим погрешность базирования ε для черного растачивания:

$$\varepsilon = \sqrt{0^2 + 60^2} = 60 \text{ мкм}$$

Определим погрешность базирования ε для чистового растачивания:

$$\varepsilon = 60 \cdot 0,05 = 3 \text{ мкм}$$

Теперь определим минимальные припуски по каждому переходу, подставляя принятые значения

Для черного точения:

$$2z_{\text{min рас.черн.}} = 2 \cdot ((40 + 80) + \sqrt{60^2 + 0,06^2}) = 2 \cdot 180 \text{ мкм.}$$

Для чистового точения:

$$2z_{\text{min рас.чис.}} = 2 \cdot ((25 + 20) + \sqrt{0,0024^2 + 3^2}) = 2 \cdot 48 \text{ мкм.}$$

3.6.1. Чистовое точение

Допуск на $Z_{1,11}$

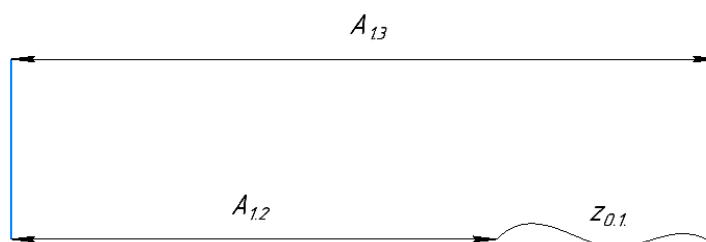


Рисунок 37. Технологическая размерная цепь для припуска $z_{1.1}$

Рисунок 38.

$$TZ_{1.11} = TA_{1.1} + TA_{1.2}$$

$$TZ_{1.1} = 16.065 + 105 = 121.065 \text{ мкм}$$

$$z_{1.11 \max} = A_{1.1 \max} - A_{1.2 \min}$$

$$z_{1.11 \min} = A_{1.1 \min} - A_{1.2 \max}$$

$$A_{1.2 \max} = A_{1.1 \min} - z_{1.1 \min}$$

$$A_{1.1 \min} = A_{1.10 \max} - TA_{1.10}$$

$$A_{1.2 \max} = 15,0165 - \left(\frac{48}{1000}\right) = 14,9685$$

$$A_{1.1 \min} = 15,952 - \left(\frac{105}{1000}\right) = 15,847$$

Рассчитаем предельные отклонения

$$z_{1.1 \max} = A_{1.1 \max} - A_{1.2 \min}$$

$$z_{1.1 \max} = 16 - 15,847 = 153 \text{ мкм}$$

$$z_{1.11 \text{ ном}} = A_{1.1 \max} - A_{1.2 \min}$$

$$z_{1.11 \text{ ном}} = 1 \text{ мкм}$$

Рассчитаем размеры по переходам

$$D_{\min} = 15.847 \cdot 2 = 31,694 \text{ мм}$$

$$D_{\max} = 15.952 \cdot 2 = 31,904 \text{ мм}$$

3.6.2. Черновое точение.

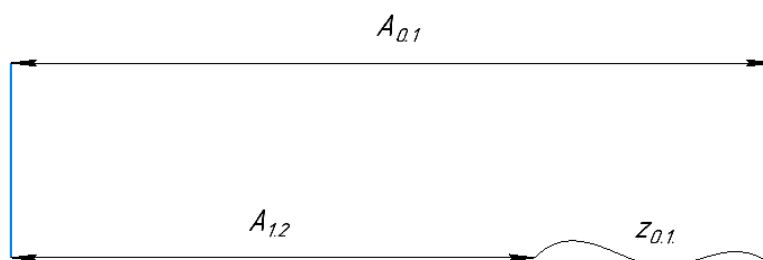


Рисунок 39. Технологическая размерная цепь для припуска $z_{0.1}$

$$TZ_{1.10} = TA_{0.1} + TA_{1.2}$$

$$TZ_{1.10} = 105 + 175 = 280 \text{ мкм}$$

$$z_{0.1 \max} = A_{0.1 \max} - A_{1.2 \min}$$

$$z_{0.1 \min} = A_{0.1 \min} - A_{1.2 \max}$$

$$A_{1.2 \max} = A_{0.1 \min} - z_{0.1 \min}$$

$$A_{1.2 \max} = 17 - \left(\frac{360}{1000} \right) = 16,64$$

$$A_{1.2 \min} = A_{1.2 \max} - TA_{1.2}$$

$$A_{1.2 \min} = 16,64 - \left(\frac{175}{1000} \right) = 16,465$$

Рассчитаем предельные отклонения:

$$z_{0.1 \max} = 18,95 - 16,465 = 2,485 \text{ мкм}$$

$$z_{0.1 \text{ ном}} = A_{0.1 \max} - A_{1.2 \max}$$

$$z_{0.1 \text{ ном}} = 18,95 - 16,64 = 2,31 \text{ мкм}$$

Рассчитаем размеры по переходам:

$$D_{\min} = 16,465 \cdot 2 = 32,93 \text{ мм}$$

$$D_{\max} = 16,64 \cdot 2 = 33,28 \text{ мм}$$

3.7. Расчет режимов резания.

3.7.1. Точение поверхности $D_{0.1}$.

Выбираем инструмент: проходной прямой резец, материал Т15К6.

Характеристика геометрии инструмента: $h \times b = 16 \times 25$; $\varphi = 45^\circ$; $L = 140$; $n = 9$.

Глубина резания t при черновом точении поверхности $D_{1,2}$ $t = 3$ мм [12 стр. 265].

Подача s при черновом точении поверхности $D_{1,2}$ $s = 0,9$ мм/об [12 стр. 265].

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v,$$

Где,

$$C_v = 340; x = 0.15; y = 0.45; m = 0.2.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490}\right)^1 = 1,53$$

$$K_{pv} = 0,9$$

$$K_{iv} = 1$$

Рассчитаем коэффициент K_v :

$$K_v = 1,53 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,55$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,55 = 73,3 \text{ м/мин}$$

Определим величину скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 73,3}{3,14 \cdot 88} = 265,2 \text{ об/мин}$$

Сила резания считается по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p, \text{ где}$$

$$C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15;$$

K_p – поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

$$K_{mp} = \left(\frac{490}{750}\right)^{0,75} = 0.73$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{\gamma p} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0.73 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.73$$

Рассчитаем силу резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,9^{0,75} \cdot 73,3^{-0,15} \cdot 0.73 = 3187.7 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

Рассчитаем мощность резания:

$$N = \frac{3187.7 \cdot 73.3}{1020 \cdot 60} = 3.8 \text{ кВт.}$$

3.7.2. Сверление отверстий $D_{1.7}$ на поверхности $D_{1.3}$

Выбираем инструмент: сверло для работы по металлу, Р6М5

Характеристика геометрии инструмента: $D = 8 \text{ мм}$; $l = 75 \text{ мм}$; $L = 117 \text{ мм}$

Глубина резания при сверлении:

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ мм}$$

При сверлении отверстий без ограничивающих факторов выбирают максимально допустимую по прочности сверла подачу [12стр. 277].

У стали 30 НВ =179 Мпа, при НВ > 160 и диаметром от 6 до 8 мм, подача принимается равной $s = 0.2 \text{ мм/об}$.

Скорость резания при сверлении рассчитывается по формуле [12 стр. 278]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^{m_s} y} K_v,$$

Где,

$C_v = 9,8$; $q = 0,40$; $m = 0,20$; $y = 0,50$ – уточняющие коэффициенты

T – период стойкости

K_v – общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv}$$

K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал

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

Где,

$$K_r = 1$$

$$n_v = -0,9$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490} \right)^{-0,9} = 0,68$$

Где,

$K_{iv} = 1$ – коэффициент на инструментальный материал

$K_{lv} = 1$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления

Рассчитаем общий поправочный коэффициент:

$$K_v = 0,68 \cdot 1 \cdot 1 = 0,68$$

Рассчитаем величину скорости резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^{m_s} y} K_v = \frac{9,8 \cdot 8^{0,40}}{35^{0,20} \cdot 0,2^{0,50}} \cdot 0,68 = 16,81 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент сверла рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Где,

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{490}{750} \right)^{0,75} = 0,72$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,72 = 4,38 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Рассчитываем осевую силу:

$$P_0 = 10C_P D^q S^y K_P = 10 \cdot 68 \cdot 8^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,72 = 1269,5 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750}$$

Где,

n – частота вращения заготовки

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 16,81}{3,14 \cdot 8} = 669,18 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{4,38 \cdot 669,18}{9750} = 0,3 \text{ кВт.}$$

3.7.3. Сверление отверстия $D_{1.6}$ на поверхности $D_{1.2}$.

Выбираем инструмент: сверло для работы по металлу, Р6М5.

Характеристика геометрии инструмента: $D = 21 \text{ мм}$; $l = 145 \text{ мм}$; $L = 243 \text{ мм}$.

Глубина резания при сверлении: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 21 = 10,5 \text{ мм}$.

При сверлении отверстий без ограничивающих факторов выбирают максимально допустимую по прочности сверла подачу [12 стр. 277].

У стали 30 НВ = 179 Мпа, при НВ > 160 и диаметром 21 мм, подача принимается равной $s = 0.4 \text{ мм/об}$.

Скорость резания при сверлении рассчитывается по формуле [12 стр. 278]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v,$$

Где,

$C_v = 9,8$; $q = 0,40$; $m = 0,20$; $y = 0,50$ – уточняющие коэффициенты;

T – период стойкости;

K_v – общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv}$$

K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал:

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

$$K_r = 1$$

$$n_v = -0,9$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490} \right)^{-0,9} = 0,68$$

Где,

$K_{mv} = 1$ – коэффициент на инструментальный материал;

$K_{lv} = 1$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

Рассчитаем общий поправочный коэффициент:

$$K_v = 0,68 \cdot 1 \cdot 1 = 0,68$$

Рассчитаем величину скорости резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} K_v = \frac{9,8 \cdot 21^{0,40}}{50^{0,20} \cdot 0,4^{0,50}} \cdot 0,68 = 16,28 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент сверла рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Где,

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{490}{750} \right)^{0,75} = 0,72$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 21^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 0,72 = 52,63 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Рассчитываем осевую силу:

$$P_0 = 10 C_M D^q s^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 21^1 \cdot 0,4^{0,7} \cdot 0,72 = 5413,8 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750}$$

Где,

n – частота вращения заготовки

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 16,28}{3,14 \cdot 21} = 246,89 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{M_{кр}n}{9750} = \frac{52,63 \cdot 246,89}{9750} = 1,33 \text{ кВт}$$

3.8. Подбор оборудования.

С учетом разработанного технологического маршрута выбираем токарно-револьверный станок Haas ST-45.

Станок Haas ST-45 предназначен для эффективной обработки различных деталей диаметром до 500 мм инструментом из твердых сплавов.

Таблица 5. Характеристики токарно-револьверного станка 1E365БП.

Характеристики	Значение
Максимальный обрабатываемый диаметр (зависит от револьвера), мм	648
Диаметр 3-х кулачкового патрона, мм	457
Макс. частота вращения шпинделя, об/мин	1400
Максимальный крутящий момент, Нм	1898
Максимальная мощность шпинделя, кВт	29,8
Перемещение по оси X, мм	432
Перемещение по оси Z, мм	1118
Количество инструментальных гнезд в револьвере, шт	12
Макс. скорость вращения приводного инструмента, об/мин	6000
Макс. осевое усилие, кН	40

3.9. Нормирование.

3.9.1. Расчет основного времени.

Под нормированием технологических процессов понимают назначение технически обоснованных норм времени на продолжительность выполнения

операций. Технически обоснованной нормой времени называют время выполнения технологической операции в определённых организационно - технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства. На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расценки, определяют производительность труда, осуществляют планирование производства и т. п.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n},$$

Где,

T_0 – основное время, мин;

L – длина заготовки, мм;

S – подача, об/мин;

n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

i – число проходов

$$L = l + l_n + l_{вр} + l_{пр},$$

Где,

l – размер детали;

l_n – длина подвода инструмента;

$l_{вр}$ – врезания инструмента;

$l_{пр}$ – длина пробега инструмента;

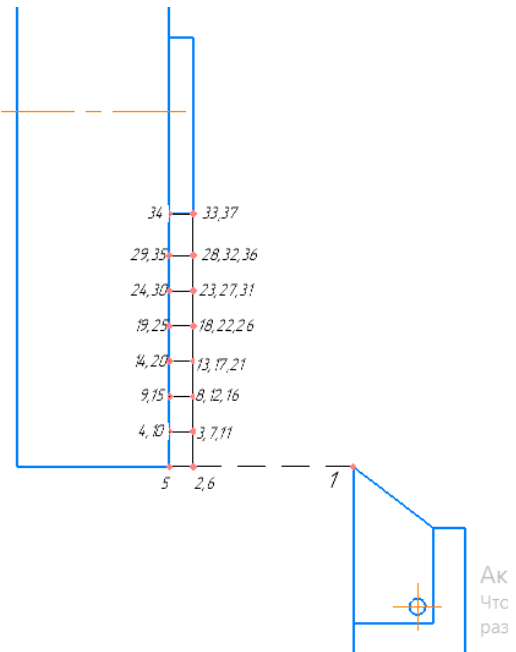
$$l_{вр} = \frac{t}{tg\varphi}$$

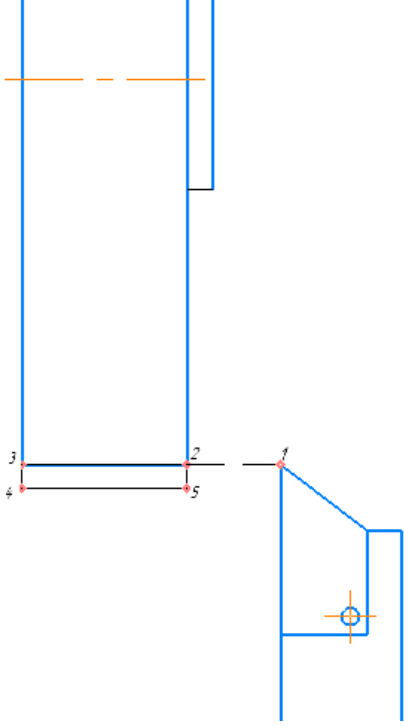
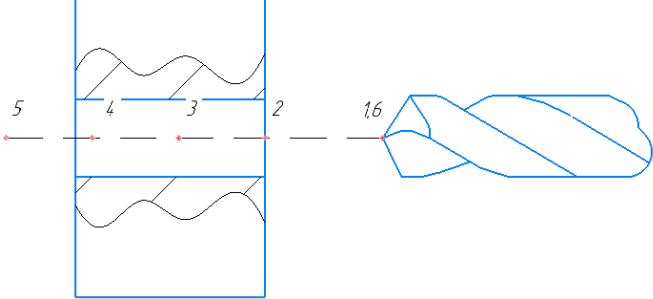
Где,

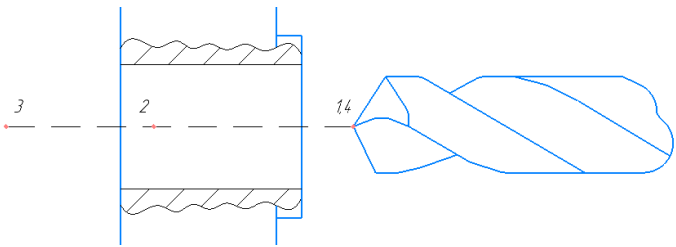
t – глубина резания;

φ – угол в плане инструмента

Таблица 5. Траектория движения инструмента

Схема	Основное время	Траектория
	$L =$ $= 28 + 25 + 2$ $+ 4 = 59 \text{ мм}$ $l_{\text{вр}} = \frac{4}{\text{tg}45^\circ}$ $= 2 \text{ мм}$ $T_0 = \frac{28 \cdot 3}{1 \cdot 176}$ $= 0,48 \text{ мин}$	<p>1-2-3-4-5- 6-7-8-9-10- 11-12-13- 14-15-16- 17-18-19- 20-21-22- 23-24-25- 26-27-28- 29-30-31- 32-33-34- 35-36-37</p>
	$L =$ $= 10 + 30$ $+ 1,8 + 10$ $= 51,8 \text{ мм}$ $l_{\text{вр}} = \frac{3}{\text{tg}45^\circ}$ $= 1,8 \text{ мм}$ $T_0 =$ $= \frac{10 \cdot 1}{0,9 \cdot 265,2}$ $= 0,05 \text{ мин}$	<p>1-2-3-4-5</p>

		
	$L =$ $= 8 + 25 + 12$ $+ 10 = 45 \text{ мм}$ $l_{\text{вп}} = \frac{4}{\text{tg}60^\circ}$ $= 12 \text{ мм}$ $T_0 =$ $= \frac{47 \cdot 3}{0,2 \cdot 669,18}$ $= 1,05 \text{ мин}$	<p>1-2-3-4-5-6</p>

	L $= 21 + 25$ $+ 32,8 + 10,5$ $= 89,3 \text{ мм}$ $l_{\text{вр}} = \frac{10,5}{\text{tg}60^\circ}$ $= 32,8 \text{ мм}$ $T_0 =$ $= \frac{14 \cdot 2}{0,4 \cdot 246,89}$ $= 0,28 \text{ мин}$	<p style="text-align: center;">1-2-3-4</p>
---	---	--

3.9.2. Расчет вспомогательного времени.

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали [(13 стр. 197)].

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{упр}} + T_{\text{изм}}$$

Где,

$T_{\text{уст}}$ – время на установку, мин;

$T_{\text{упр}}$ – время на управление станком, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерение детали, мин;

1. Для токарной операции, точение поверхности:

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,05 + 0,15 = 0,33 \text{ мин.}$$

2. Для токарной операции, подрезание торца:

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,04 + 0,15 = 0,32 \text{ мин.}$$

3. Для сверлильной операции, сверлить насквозь

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,02 + 0,15 = 0,3 \text{ мин}$$

4. Для сверлильной операции, сверлить насквозь

$$T_{\text{в}} = 0,13 + 0,02 + 0,15 = 0,3 \text{ мин}$$

3.9.3. Расчет оперативного времени.

Оперативное время складывается из основного и вспомогательного времени

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B$$

1. Для токарной операции, точение поверхности:

$$T_{\text{оп}} = 0,48 + 0,33 = 0,81 \text{ мин}$$

2. Для токарной операции, подрезание торца:

$$T_{\text{оп}} = 0,05 + 0,32 = 0,37 \text{ мин}$$

3. Для сверлильной операции, сверлить насквозь:

$$T_{\text{оп}} = 1,05 + 0,3 = 1,35 \text{ мин}$$

4. Для сверлильной операции, сверлить насквозь:

$$T_{\text{оп}} = 0,28 + 0,3 = 0,58 \text{ мин}$$

3.10. Выбор режущего инструмента.

Учитывая выбранное оборудование, произведем выбор режущего инструмента:

1. Резец прямой упорный 2101-0025 BK8 ГОСТ 18870-73;
2. Резец проходной упорный 2100-0017 BK8 ГОСТ 18878-73;
3. Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком 2300-3439-A1 ГОСТ 10902-77;
4. Сверло спиральное длинное с коническим хвостовиком 2301-3275-A1 ГОСТ 12121-77.

3.11. Выбор технического оснащения.

Для того, чтобы контролировать размеры, полученные в ходе выполнения технологических операций, необходимо использовать следующие измерительные инструменты:

1. Штангенциркуль ШЦК-I-150-0,02 ГОСТ 166-89;
2. Микрометр для измерения внутренних поверхностей.

Расчет сил зажима сводится к решению задачи статики на равновесие заготовки, находящейся под действием приложенных к ней внешних сил, а также моментов, возникающих в результате действия этих сил (сил резания,

зажима, веса, инерциальных сил, центробежных сил, реакции опор, сил трения). [13]

Заготовка установлена и закреплена в трехкулачковом патроне. На заготовку действует крутящий момент $M_{рез}$, стремящийся повернуть ее вокруг оси, и осевая составляющая усилия резания P_x , направленная по оси и стремящаяся ее сдвинуть.

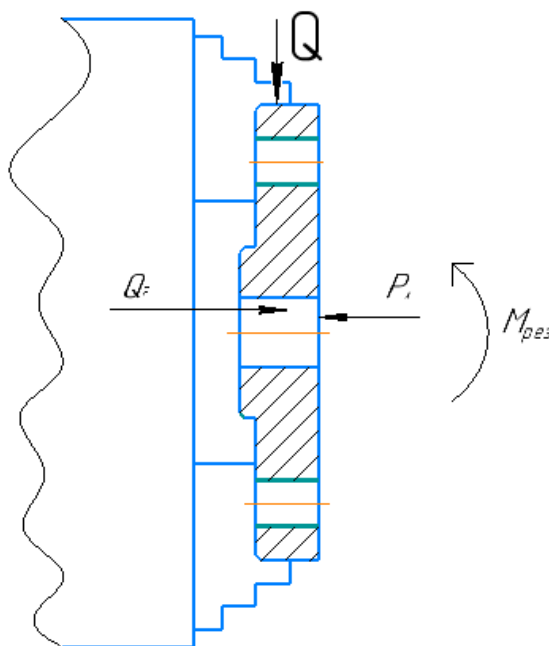


Рисунок 40. Взаимодействие сил резания и сил зажима при установке
Сила резания определяется из равенства:

$$Q_{сум} f R = k M_{рез};$$

$$Q_{сум} = \frac{k M_{рез}}{f R};$$

$$Q = \frac{Q_{сум}}{z},$$

Где,

$Q_{сум}$ – суммарная сила зажима всеми кулачками, Н;

f – коэффициент трения между поверхностями детали и кулачков;

R – радиус заготовки, мм;

k – коэффициент запаса;

$M_{рез}$ – момент силы резания, Нм;

Q – сила зажима, развиваемая одним кулачком, Н;

Z – число кулачков, шт

$$Q_{\text{сум}} = \frac{5413,8 \cdot (1,5 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5)}{0,7 \cdot 23} = 1044,09 \text{ Н}$$

$$Q = \frac{1044,09}{3} = 348,3 \text{ Н.}$$

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А8В	Байназарова Дарья Денисовна

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	Отделение Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.12.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8В	Байназарова Дарья Денисовна		

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной ВКР – разработка механизма перфорации дел до 25 листов.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1. Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две разработки направленные на оптимизацию офисных работ в области хранения документов:

- 1) Машинка для сшивания документов YG-168-1 с лотком
- 2) Машинка для сшивания документов Nagel Citoborma 490

Данная разработка представляет из себя устройство офисного назначения, следовательно, стоит детально проанализировать конкурентные технические решения, для понимания рентабельности и удобства его использования.

Таблица 4.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,14	3	4	5	0,42	0,56	0,7
2. Удобство в использовании	0,15	5	3	2	0,3	0,45	0,3
3. Мобильность	0,13	5	2	1	0,65	0,26	0,13
4. Простота изготовления	0,08	5	1	1	0,4	0,08	0,08
5. Эффективность работы	0,11	4	5	5	0,44	0,55	0,55
6. Надежность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
7. Безопасность	0,09	3	4	5	0,27	0,36	0,45
8. Низкий уровень шума	0,02	5	2	2	0,1	0,04	0,04
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена комплектующих	0,08	5	3	2	0,4	0,24	0,16
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	3	4	5	0,18	0,24	0,3

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
3. Послепродажное обслуживание	0,04	5	3	2	0,2	0,12	0,08
Итого	1	47	36	35	3,76	3,16	3,29

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая стоимость комплектующих	Сл1. Максимальное количество прошиваемых листов - 25
С2. Простота и легкость конструкции	Сл2. Узконаправленное применение (только листы формата А4)
С3. Мобильность	Сл3. Быстро изнашивающиеся детали
С4. Простота в использовании	Сл4. Открытые части игл
С5. Возможность прошивки по ГОСТу	Сл5. Заправка нити вручную
Возможности	Угрозы
В1. Широкое использование механизма в НИИ ТПУ	У1. Внесение изменений и поправок в ГОСТ
В2. Изготовление устройства для офисов различных предприятий вне ТПУ	У2. Появление разработок с более низкой ценовой категорией
В3. Модернизация механизма для использования документов в объеме более 25 листов	
В4. Модернизация механизма для прошивки не только по ГОСТ	

Вторым этапом на основе вышеуказанного анализа строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность

проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.3–4.6.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	-	-	-	+	+
	B4	-	-	-	-	-

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	+	+	+	+
	B2	+	+	-	+	-
	B3	+	+	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	-	+
	У2	+	-	-	-	-

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	-	+
	У2	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
	<p>С1. Низкая стоимость комплектующих</p> <p>С2. Простота и легкость конструкции</p>	<p>Сл1. Максимальное количество прошиваемых листов – 25</p>

	<p>С3. Мобильность</p> <p>С4. Простота в использовании</p> <p>С5. Возможность прошивки по ГОСТу</p>	<p>Сл2. Узконаправленное применение (только листы формата А4)</p> <p>Сл3. Быстро изнашивающиеся детали</p> <p>Сл4. Открытые части игл</p> <p>Сл5. Заправка нити вручную</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Широкое использование механизма в НИИ ТПУ</p> <p>В2. Изготовление устройства для офисов различных предприятий вне ТПУ</p> <p>В3. Модернизация механизма для использования документов в объеме более 25 листов</p> <p>В4. Модернизация механизма для прошивки</p>	<p>Направления развития</p> <p>В1С1С2С3С4С5. Благодаря удобству, простоте конструкции и мобильности данный проект будет иметь широкое применение в НИИ ТПУ, как при прошивании стандартного типа дел, так и при работе с остальными видами документации формата А4 объемом до 25 листов.</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>В1Сл2Сл3Сл4Сл5. Из-за того, что устройство изначально представляет собой перфорационный механизм именно для дел студентов НИИ ТПУ, возникают сложности в области многозадачности данного проекта</p>

не только по ГОСТ		
<p>Угрозы</p> <p>У1. Внесение изменений и поправок в ГОСТ</p> <p>У2. Появление разработок с более низкой ценовой категорией</p>	<p>Угрозы развития</p> <p>У2С1. Одно из главных преимуществ проекта – это его ценовая категория. За счет простоты конструкции и стандартных комплектующих. Однако при этом возникает риск возникновения конкурентов, а именно возникновения разработки более экономичной прошивочной машинки.</p>	<p>Уязвимости:</p> <p>У1Сл5. Разработанный механизм напрямую зависит от стандартов ГОСТ, так как проект разработан именно на прошивание дел Студентов ТПУ. В следствии нововведений возникнет острая необходимость в изменении конструкции механизма.</p>

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса проектных и научных работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- установление продолжительности работ;
- план разработки оптимальных вариантов решений поставленной задачи;
- разработка структуры отчета анализа полученных данных

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Студент, научный руководитель
	3	Формулирование содержания введения	Студент

Выбор способа решения поставленной задачи	4	Поиск и анализ аналогов разрабатываемого изделия	Студент
	5	Разработка технологии изготовления детали	Студент
	6	Выполнение проектных работ по разработке конструкции изделия	Студент
	7	Разработка мероприятий по социальной ответственности в проекте	Студент
	8	Разработка мероприятий по финансовому менеджменту в проекте	Студент
	9	Формулирование содержания общего заключения	Студент
	10	Итоговая оценка правильности выполнения работы	Студент, научный руководитель
Оформление отчета по ВКР	11	Составление пояснительной записки, презентации, плакатов и приложения	Студент

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{\text{к.л.м.ж}} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
Формулирование содержания введения	-	4	-	10	-	6,4	6,4	9
Поиск и анализ аналогов разрабатываемого изделия	12	-	23	-	16,4	16,4	24	12
Разработка технологии изготовления детали	-	15	-	23	-	18,2	18,2	27

Выполнение проектных работ по разработке конструкции изделия	-	14	-	21	-	16,8	16,8	25
Разработка мероприятий по социальной ответственности в проекте	-	7	-	35	-	18,2	18,2	27
Разработка мероприятий по финансовому менеджменту в проекте	-	7	-	25	-	14,2	14,2	21
Формулирование содержания общего заключения	-	2	-	5	-	4,2	4,2	6

Итоговая оценка правильности выполнения работы	2	2	5	5	4,2	4,2	4,2	6
Составление пояснительной записки, презентации, плакатов и	-	21	-	37	-	27,4	27,4	40
Итого:	17	75	35	165	25,2	129,4	139	190

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – студент.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ																	
				дек			янв			фев			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и	Исп 1	9	█																	

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , квал. дн.	Продолжительность работ																			
				дек			янв			фев			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	утверждение технического задания, утверждение плана-графика																						
2	Календарное планирование	Исп 1 Исп 2	5		■																		



№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал . дн.	Продолжительность работ																							
				дек			янв			фев			март			апр			май								
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
	полнения ВКР																										
3	Формулирование содержания введения	Исп 2	5																								
4	Поиск и анализ аналогов разрабатываемого изделия	Исп 2	9																								

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал дн.	Продолжительность работ																					
				дек			янв			фев			март			апр			май						
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
5	Разработка технологии изготовления детали	Исп 2	24											■	■	■									
6	Выполнение проектных работ по разработке конструкции изделия	Исп 2	27															■	■	■					

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал.	Продолжительность работ																										
				дек			янв			фев			март			апр			май											
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3									
	недж-менту в проекте																													
9	Формулирование содержания общего заключения	Исп 2	21																											
10	Итоговая оценка правильности вы-	Исп 1 Исп 2	6																											

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал дн.	Продолжительность работ																				
				дек			январь			фев			март			апр			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
	полнения работ																							
1 1	Составление пояснительной записки, презентации, плакатов и приложения	Исп 2	6																					

Примечание:

 – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

4.2.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.2.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при создании образца механизма перфорации дел объемом до 25 листов. Результаты расчета затрат представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Затраты для создания образца прошивочной машинки

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
---------------------	-------------------	------------	-------------------	---------------------

БС-пластик	кв.м	2	3150	6300
Шина-направляющая T-track	м	1	1000	1000
Комплект закладных для направляющей	шт	1	600	600
Шестерня Ст40	шт	2	1500	3000
Вал Ст35	шт	2	1500	3000
Итого:				13 900

4.2.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

При выполнении выпускной квалификационной работы использовался ноутбук – Lenovo Legion Y520 и принтер лазерный – Xerox Phaser 3052NI. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 1 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	DELL Inspiron 3582	1	3	55	55
2	Принтер лазерный Xerox Phaser 3052NI	1	3	15	15

Итого	70 тыс. руб.
--------------	--------------

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Рассчитаем норму амортизации для принтера лазерного, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Амортизационные отчисления для ноутбука находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot 3 = \frac{0,33 \cdot 55.000}{12} \cdot 3 = 4537 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления для принтера лазерного находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot 3 = \frac{0,33 \cdot 15.000}{12} \cdot 3 = 1237 \text{ руб.}$$

Итоговая амортизация:

$$A = A_{\text{ноут}} + A_{\text{прин}} = 4.537 + 1.237 = 5774 \text{ руб.}$$

4.2.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{\text{осн}}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{он}} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где $Z_{\text{он}}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\sigma}} = \frac{50000 \cdot 10,3}{246} = 2093 \text{ руб.}, \quad (4.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

F_{σ} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\sigma}} = \frac{50000 * 11,2}{213} = 2629 \text{руб.}, \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_d) k_p = 40000 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 78000 \text{руб} \quad (4.10)$$

– для инженера:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_d) k_p = 30000 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 58500 \text{руб} \quad (4.11)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Для руководителя-конструктора:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p = 2093 * 246 = 514\,878 \text{руб}$$

Для токаря и фрезеровщика:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p = 2629 * 213 = 559\,977 \text{руб}$$

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель-конструктор	Фрезеровщик	Токарь
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213	213

Таблица 4.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	k_T	$Z_{ТС}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	6-13		50000	0,3	0,2	1,3	78000	2093	246	541 878
Токарь	4		30000	0,3	0,2	1,3	58500	2629	213	559 977

Фрезеровщик	4		30000	0,3	0,2	1,3	58500	2629	213	559
										977
Итого $Z_{осн}$										1 661
										832

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} * Z_{осн} = 0,15 * 514,878 = 77\,231 \text{руб} \quad (4.12)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} * Z_{осн} = 0,15 * 559977 = 83996 \text{руб} \quad (4.13)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

4.2.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 * (541\,878 + 77\,231) = 185\,732 \text{руб} \quad (4.14)$$

– для инженера:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 * (559977 + 83996) = 193,191 \text{руб} \quad (4.15)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.2.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 4.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи				
1	2	3	4	5
Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
13 990	1 661 832	161 227	378 923	4 452 865

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей} \div 5) * k_{\text{пр}} = \left(\frac{4452865}{5} \right) * 0,2 = 890 573$$

где k_{np} – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НПР «Механизм перфорации и прошивка дел до 25 листов формата А4» по форме, приведенной в таблице 4.16.

В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 4.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИР	6117,5	4626,3	15945	Пункт 4.2.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	20921	22959,8	43453	Пункт 4.2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	148391	148391	148391	Пункт 4.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	22258,7	22258,7	22258,7	Пункт 4.2.3.3

5	Отчисления во вне- бюджетные фонды	51194,9	51194,9	51194,9	Пункт 4.2.3.4
6	Накладные расходы	49776,6	49776,6	49776,6	Пункт 4.2.3.5
Бюджет затрат НИР		298659,7	299177,3	331019,2	Сумма ст. 1- 6

4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- 1) Машинка для сшивания документов YG-168-1 с лотком
- 2) Машинка для сшивания документов Nagel Citoborma 490

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.17)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 298659,7$ руб, $\Phi_{\text{исп.1}} = 9000$ руб, $\Phi_{\text{исп.2}} = 900\ 000$ руб.

$$I_{\text{фипр}}^{\text{тек.пр}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{13\ 900}{900000} = 0,15$$

$$I_{\text{фипр}}^{\text{тек.пр}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{9000}{900000} = 0,01$$

$$I_{\text{фипр}}^{\text{тек.пр}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{900000}{900000} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 4.17).

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

<p style="text-align: center;">Объект исследования</p> <p style="text-align: center;">Критерии</p>	<p style="text-align: center;">Весовой коэффициент параметра</p>	<p style="text-align: center;">Текущий проект</p>	<p style="text-align: center;">Исп.2</p>	<p style="text-align: center;">Исп.3</p>
<p>1. Безопасность при использовании установки</p>	<p style="text-align: center;">0,15</p>	<p style="text-align: center;">4</p>	<p style="text-align: center;">3</p>	<p style="text-align: center;">5</p>

2. Стабильность работы	0,15	5	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	5
5. Мобильность	0,2	5	3	1
ИТОГО	1	4,85	3,45	4

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0.15 * 4 + 0.15 * 5 + 0.2 * 5 + 0.3 * 5 + 0.2 * 5 = 4.85$$

$$I_{p2} = 0.15 * 3 + 0.15 * 4 + 0.2 * 3 + 0.3 * 4 + 0.2 * 3 = 3.45$$

$$I_{p3} = 0.15 * 5 + 0.15 * 5 + 0.2 * 4 + 0.3 * 5 + 0.2 * 1 = 4$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}} \quad (20)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,85}{0,15} = 32,3; \quad I_{исп2} = \frac{3,45}{0,01} = 345; \quad I_{исп3} = \frac{4}{1} = 4$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 4.18).

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,15	0,01	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	3,45	4
3	Интегральный показатель эффективности	32.3	345	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	37.3	348.46	9

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 195 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 189 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 13900 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,15, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,85, по сравнению с 3,45 и 4;

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
4А8В		Байназарова Дарья Денисовна	
Школа	Инженерная Школа Новых Производственных Технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение Машиностроения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Тема ВКР:

Проектирование устройства для перфорации листов А4	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации 	<p>Объект исследования устройство для перфорации</p> <p>Область применения оптимизация выполнения офисных работ</p> <p>Рабочая зона офисное помещение</p> <p>Размеры помещения 4,5 м./чел.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны механизм перфорации, состоящий из прошивочного механизма с иглами и фиксатора для бумаги</p>

	Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: установка бумаги, создание отверстий в бумаге, осуществление прошивки.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <ul style="list-style-type: none"> – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1.ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p> <p>2.ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.</p> <p>3. ГОСТ 21753-76 Система «человек-машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования.</p> <p>4.ГОСТ Р ИСО 14738-2007 Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин</p> <p>5.ГОСТ Р ИСО 6385-2016 Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем.</p> <p>6.ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009 Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора.</p>

	<p>7.СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»</p> <p>8. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - превышения уровня шума - превышения уровня вибрации - изменения показателей микроклимата <p>Опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подвижные части оборудования - повышенная или пониженная температура рабочего места - возможность поражения электрическим током - возможность наводнения <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - комплект ЗИП - комплект медицинской аптечки

3. Экологическая безопасность при эксплуатации	<p>Воздействие на литосферу образование отходов в виде остатков бумаги</p> <p>Воздействие на атмосферу выделение паров смазочных материалов</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	<p>Возможные ЧС: возгорание, пожар, землетрясение, обрушение конструкции здания</p> <p>Наиболее типичная ЧС: возгорание, пожар</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна			28.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8В	Байназарова Дарья Денисовна		28.02.2022

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категория работ - по ГОСТ 12.1.005-88.

Согласно ГОСТ 22269-76 при взаимном расположении элементов рабочего места необходимо учитывать:

- рабочую позу человека-оператора; пространство для размещения человека-оператора;
- возможность обзора элементов рабочего места;
- возможность обзора пространства за пределами рабочего места;
- возможность ведения записей, размещения документации и материалов, используемых человеком-оператором.

В соответствии с ГОСТ 12.2.033—78 рабочее место персонала должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рис.37.

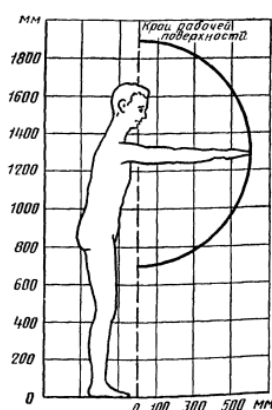


Рисунок 41. Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать необходимые зрительные и звуковые связи между оператором и оборудованием, а также между операторами.

Так же, в пункте 2.3 ГОСТ 22269-76 оговаривается то, что органы управления, применяемые только для технического обслуживания и регулировки, должны размещаться отдельно от остальных органов управления или быть изолированными от человека-оператора на период выполнения им основной работы.

В соответствии ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя.» организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела, работающего или наклон его вперед не более чем на 15°.

В тех случаях, когда невозможно осуществить регулирование высоты рабочей поверхности и подставки для ног, допускается проектировать и изготовлять оборудование с нерегулируемой высотой рабочей поверхности и подставки для ног.

В этом случае числовые значения высоты рабочей поверхности определяют по табл.7.

Таблица 7. Высоты рабочей поверхности при организации рабочего места.

Категория работ	Высота рабочей поверхности, мм, при организации рабочего места		
	Женщин	Мужчин	Женщин и мужчин
Легкая			
Средняя	990	1060	1025
Тяжелая	870	920	895

В трудовом кодексе РФ Статья 212 «Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда» указано, что работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;

- создание и функционирование системы управления охраной труда.

5.2. Профессиональная социальная безопасность.

Эксплуатация механизма перфорации осуществляется операторами на расстоянии 15-20 см. Перечень опасных и вредных факторов, присутствующих при работе оператора на разрабатываемом аппарате представлен в таблице ниже.

Таблица 8. Возможные опасные и вредные факторы.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	-	+	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
2. Пожарная опасность	+	+	+	СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
3. Наклоны корпуса тела работника	+	+	+	ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда. РАБОЧЕЕ МЕСТО ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ СТОЯ»

4.Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении	-	+	+	ГОСТ 12.0.004-2015 «Система стандартов безопасности труда. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. Общие положения»
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

Недостаточная освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны помещения, является одной из причин нарушения зрительной функции, следовательно, влияет на общее самочувствие.

Падение качества зрения вредит как самому рабочему, так и качеству выполняемых им обязанностей в следствии чего могут возникнуть чрезвычайные ситуации, связанные с ранениями от колющих фрагментов механизма, с опасностью возникновения возгорания и т.д.

Так как работа предполагает организацию хранения архивных документов, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документации).

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1278-03 указаны в таблице 3

Таблица 9. Нормируемые показатели естественного, искусственного освещения.

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г-горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение	Совмещенное освещение		
		КЕО $e_{н}$, %		КЕО $e_{н}$, %	
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении

Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представи- тельства	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6
Помещения	Искусственное освещение				
	Освещенность, лк			Показатель диском- форт, М, не более	Кoeffици- ент пуль- сации освещен- ности, К _п , %, не более
	Всего	От общего	При об- щем освеще- нии		
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представи- тельства	400	200	300	40	15

Наклоны корпуса тела работника. Источниками данного фактора является работа за аппаратом, так как она выполняется стоя.

Вышеупомянутый фактор вредит здоровью человека, так как неравномерное распределение нагрузки вызывает нарушение мышечного тонуса организма рабочего и приводит к различным осложнениям (искривление, остеохондроз и т.д.).

В данном случае числовые значения высоты рабочей поверхности определяют по табл.4.

Таблица 10. Высота рабочей поверхности, при организации рабочего места.

Категория работ	Высота рабочей поверхности, мм, при организации рабочего места		
	Женщин	Мужчин	Женщин и мужчин
Легкая			
Средняя	990	1060	1025
Тяжелая	870	920	895

Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении. В соответствии с ГОСТ 12.0.004-90 обучение и инструктаж по безопасности труда носит непрерывный многоуровневый характер и проводится на предприятиях промышленности, транспорта, связи, строительства, в общеобразовательных и профессиональных учебных заведениях, во внешкольных учреждениях, а также при совершенствовании знаний в процессе трудовой деятельности.

Также возникает острая необходимость разработки методических указаний по пользованию механизмом перфорации, так как механизм имеет и стальные иголки, и крюки.

Пожарная опасность. В деятельности организации широко используется электричество для питания всех видов офисного оборудования, которая может являться источником возникновения возгорания, который в последствии может привести к пожару.

Несоблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» может привести к летальным последствиям, а также к порче имущества и дорогостоящего оборудования.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие.

Мерами защиты от воздействия электрического тока являются:

- различные оградительные устройства
- устройства автоматического контроля и сигнализации
- изолирующие устройства и покрытия
- устройства защитного заземления
- устройства автоматического отключения
- предохранительные устройства.

5.3. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.

Атмосфера. Источником загрязнения являются газообразные отходы, образовавшиеся в результате нагрева смазочных жидкостей, используемых в механизме.

Рассматриваемый в данном разделе механизм смазывается для качественной и непрерывной работы, следовательно, возникает острая необходимость использования данных веществ.

В соответствии с общими положениями ГН 2.2.5.3532–18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Соблюдение гигиенических нормативов является обязательным для индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, деятельность которых связана с проектированием производственных зданий, технологическими процессами, оборудованием и вентиляцией, контролем качества производственной среды и профилактикой заболеваний.

Литосфера. Согласно ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов», отходы - остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью. Основное воздействие работы аппарата перфорации состоит в скапливаемых во время работы остатков исходных материалов (нити, бумага, сменные детали и т.д.).

В целях понижения воздействия механизма на литосферу, остаточная бумага утилизируется.

Согласно ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов» п. 3.1.7, ликвидация отходов – это деятельность, связанная с комплексом документированных организационно-технологических процедур по утилизации обезвреженных отходов и сбросов, для получения вторичного сырья, полезной продукции и/или уничтожения и захоронения неиспользуемых в настоящее время опасных и других отходов.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Так как рабочим местом в данной работе является стандартное офисное помещение можно выделить ряд ЧС, которые могут произойти в вышеуказанных условиях:

- аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения (затопление, нарушение работы электрических систем и т.д.)
- обрушение здания
- пожар
- угроза обострения эпидемиологической обстановки

Учитывая то, что работа в офисе обусловлена постоянным использованием атрибутов электроники (принтер, компьютерная аппаратура и т.д.) более вероятной чрезвычайной ситуацией можно считать возникновение пожара или возгорание.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие.

Согласно Федеральному Закону «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ офисное помещение относится ко второму классу взрывоопасных зон, так как при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси газов или паров жидкостей с воздухом, но возможно образование такой взрывоопасной смеси газов или паров жидкостей с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

Также исходя из СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (с Изменением N 1) Свод правил от 25 марта 2009 г. № 12.13130.2009 офисное помещение относится к «Д» категории взрывоопасных и взрывопожарных помещений.

Несоблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» может привести к летальным последствиям, а также к порче имущества и дорогостоящего оборудования.

Причинами возгорания при работе с механизмом перфорации могут стать:

- токи короткого замыкания;
- неисправность электросетей;
- небрежность оператора при работе с аппаратом.

В случае возникновения пожара сотрудники, находящиеся в здании обязаны немедленно покинуть помещение строго по плану эвакуации. План разрабатывается в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования».



Рисунок 42. План эвакуации, составленный по ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ "Пожарная безопасность. Общие требования"

5.5. Выводы по разделу.

Опираясь на проведенный анализ правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности, производственной безопасности при эксплуатации, экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, был установлен комплекс мер для сведения к минимуму влияния всех вышеуказанных возможных факторов на здоровье и жизнь человека.

Комплекс разработанных в данной работе мер выглядит следующим образом:

1. В целях профилактики различных заболеваний позвоночника уровень высоты поверхности определяется по ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя».

2. Разработка методических указаний по использованию механизма является обязательным мероприятием в целях защиты персонала от ранений колющими предметами и исключения вероятности возникновения пожара по причине неосторожности или некомпетентности.

3. В целях обеспечения пожарной безопасности должен быть разработан план эвакуации с использованием стандартных обозначений

4. Воздействие на экологию:

а) воздействие на литосферу происходит при ликвидации бумажных остатков;

б) воздействие на гидросферу – крайне мало;

в) воздействие на атмосферу – смазочные жидкости, используемые в механизме и их испарение.

5. Для предотвращения чрезвычайных ситуаций при работе механизма перфорации должен регулярно проводиться инструктаж с ответственными лицами.

6. Установлена «Д» категория (пониженная пожароопасность) помещения.

7. Мерами защиты от воздействия электрического тока являются: различные оградительные устройства; устройства автоматического контроля и

сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления; устройства автоматического отключения; предохранительные устройства.

Заключение.

В ходе выполнения работы было разработано устройство перфорации листов формата А4. Данное устройство предназначено для перфорации документов объемом до 25 листов формата А4.

Были рассмотрены различные механизмы перфорации и прошивки документов, выявлены недостатки и достоинства каждого. Рассмотрен принцип вышеуказанных механизмов.

В проектной части работы был разработан принцип работы, компоновочное решение, принципиальная схема. Проведен расчет цилиндрической передачи, а также определены геометрические параметры. На основе вышеуказанного анализа была создана 3D модель механизма и рендер. Проведены расчеты на устойчивость сжатого стержня.

В технологической части проведен анализ технологичности изделия, разработан технологический маршрут, размерный анализ и расчеты режимов резания.

В финансовом менеджменте проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности исследования. Проведен SWOT-анализ, проведено планирование проекта по разработке. Также, составлен бюджет разработки

В социальной ответственности рассмотрены возможные опасные и вредные факторы воздействующие на окружающую среду и непосредственно на самого оператора. Приведены правовые и организационные вопросы,

Список источников

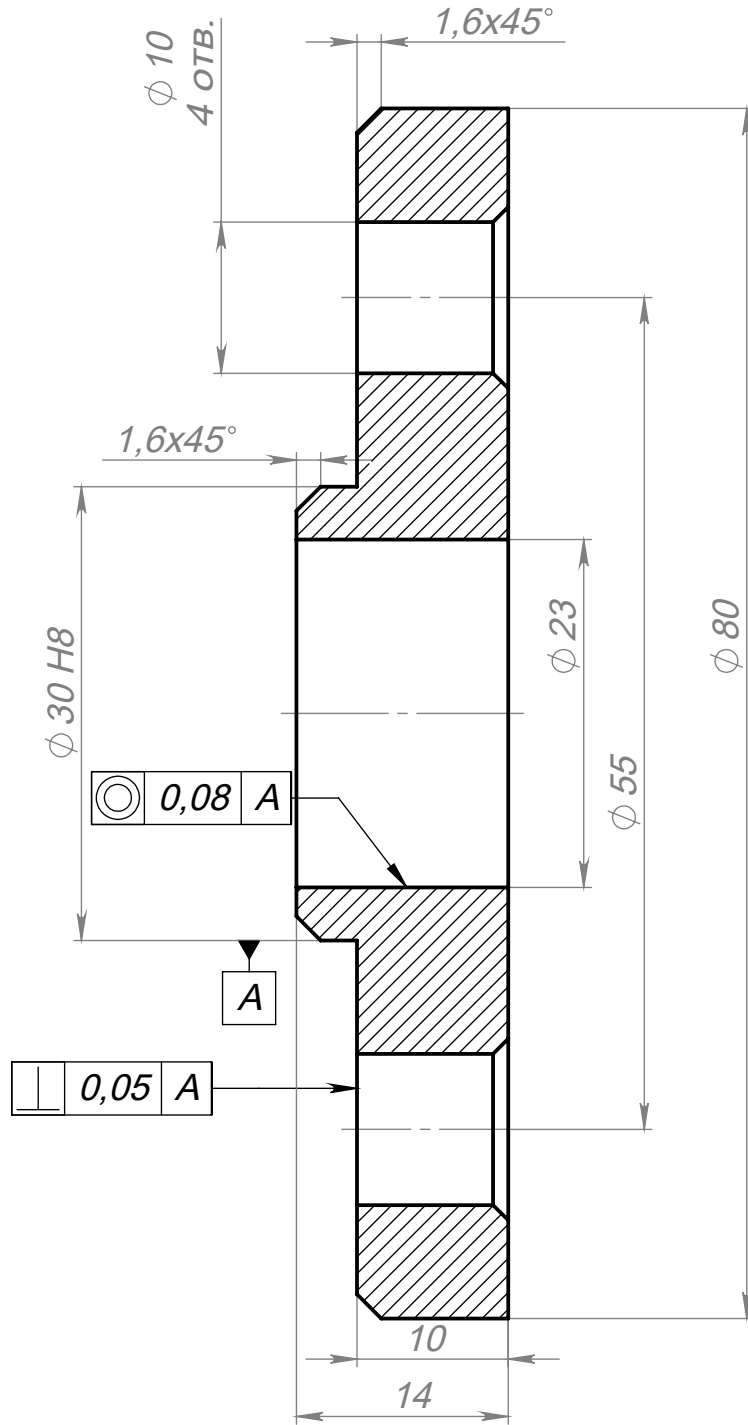
1. Как прошивать документы, способы и схемы прошивки. Текст: электронный – URL <https://neftegazpto.ru/documentation/kak-proshit-dokumenty>. (Дата обращения 17.02.2022)

2. Брошюровка – что нужно знать офисному работнику. Текст: электронный – URL <https://3259404.ru/blog/articles/broshyurovka-chto-nuzhno-znat-ofisnomu-rabotniku/>.
3. После печатная обработка: перфорация бумаги. Текст: электронный URL - <https://almax.su/uslugi/poslepechatnaja-obrabotka/perforacija>.
4. Перфорация, сверление бумаги. Текст: электронный URL - <https://www.marketer.ru/adv/production/poligrafiya/perforaciya-sverlenie-bumagi/>.
5. Переплетчики виды и принцип работы. Текст: электронный – URL <https://www.foroffice.ru/articles/133494//>
6. Устройство для прошивки документов Younger M168. Текст: электронный – URL <https://atlas19.ru/ustroystvo-dlya-proshivki-dokumentov-yunger-m168/>
7. Дырокол на 4 отверстия KW-Тrio 954/01. Текст: электронный – URL <http://www.paperdrill.ru/product/oborudovanie/dyrokol-na-4-otverstiya/>
8. В.В. Сторожев, Н.А. Феоктистов. Систематика и мехатроника технологических машин и оборудования. Монография 2003 г. 16 с.
9. П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. Детали машин. Курсовое проектирование: Учебное пособие для машиностроит. спец. Учреждений среднего профессионального образования. – 5-е издание, дополн. –М.: Машиностроение, 2004. – 551с.
10. Двигатель шаговый PL20H28-D4. Текст: электронный – URL <https://purelogic.ru/catalog/23169//>
11. Большая советская энциклопедия: в 30 т. / Гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Сов. энцикл., 1969 – 1978. – 10 с.
12. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т1. М.: Машиностроение, 1985.-175 с.
13. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск, «Вышэйш школа», 1975-288с.: ил.

Приложение А
Рабочий чертеж детали «Фланец»

ИШНПТ-4А82003.00.00.01

✓ Ra 6,3



1. Острые кромки притупить
2. Неуказанные фаски $1 \times 45^\circ$

3. Неуказанные предельные отклонения H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

Перв. примен.	
Справ. №	

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	

Подп. и дата	
Инв. № подл.	

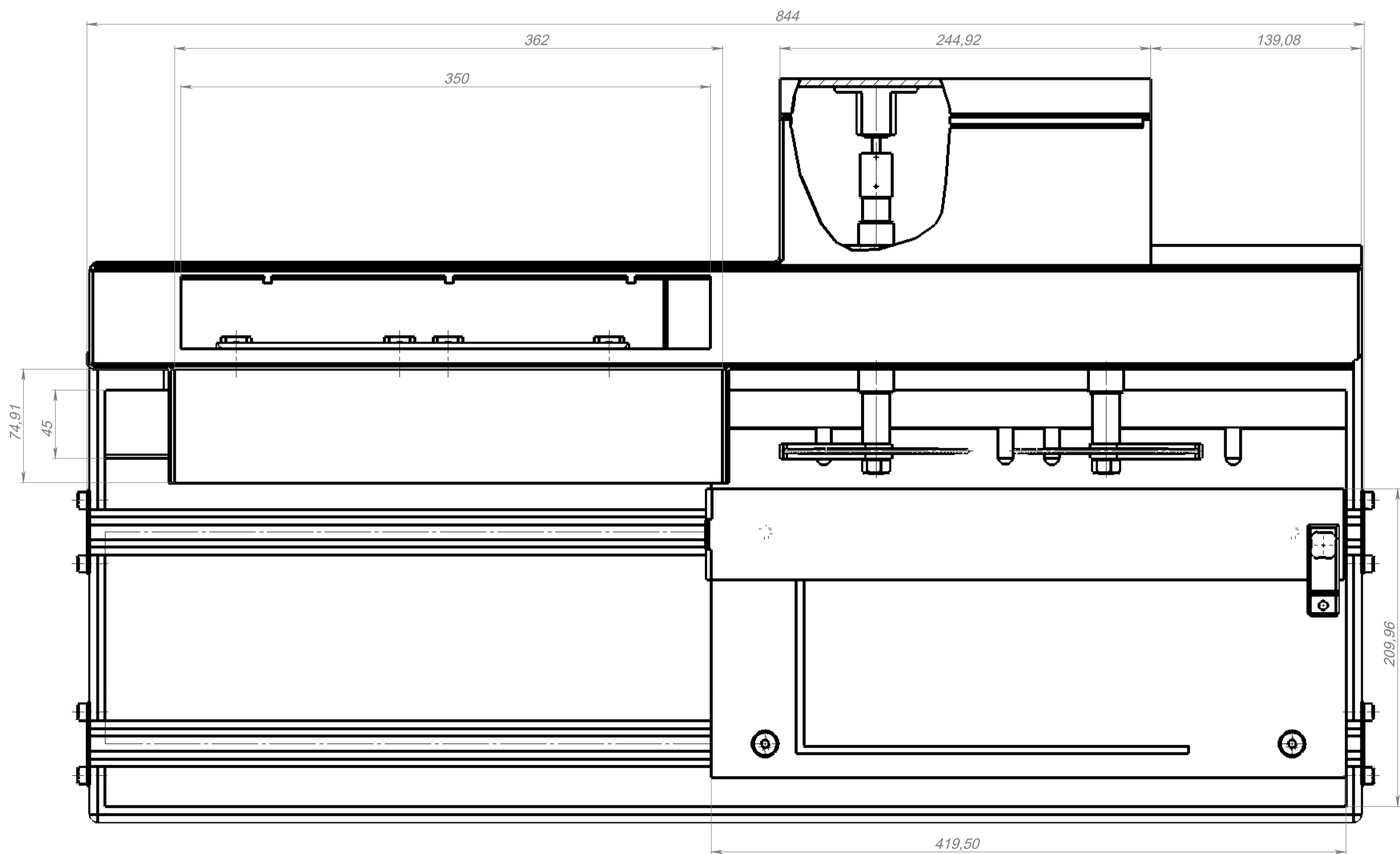
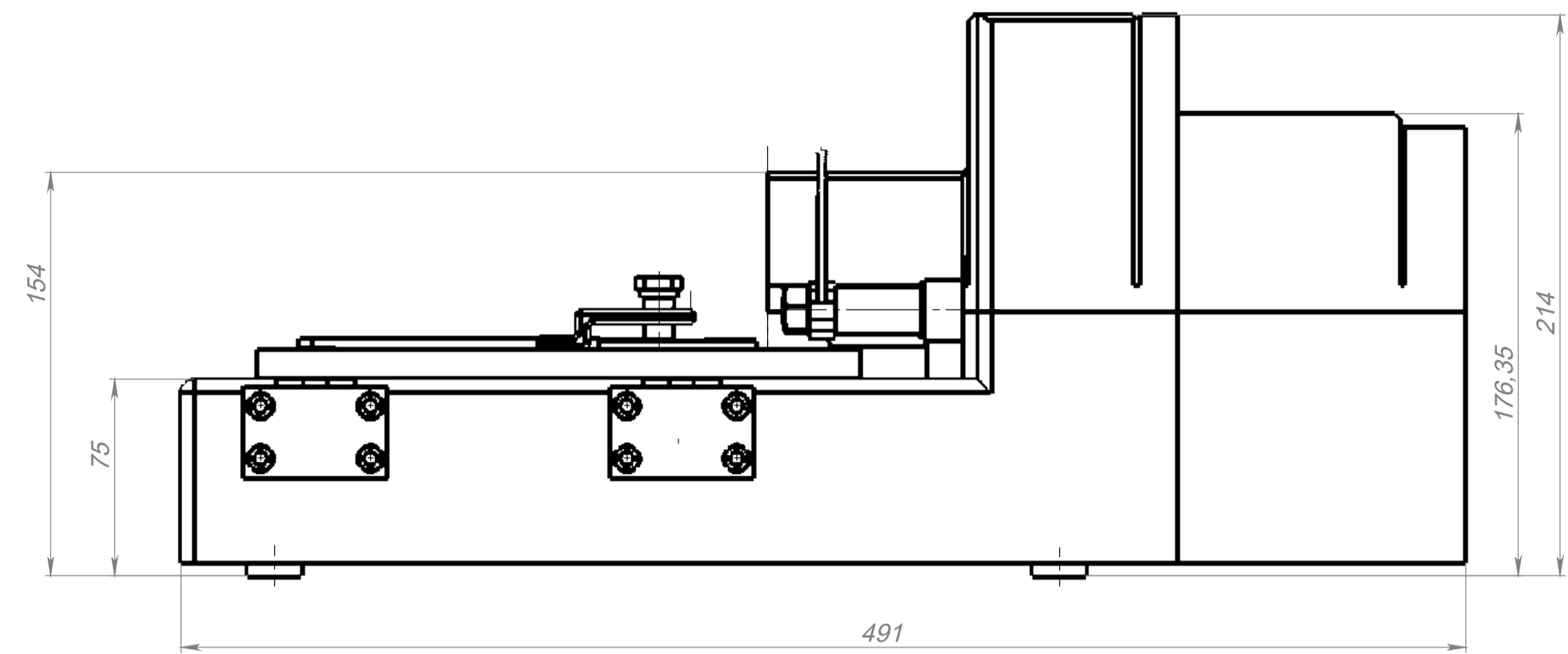
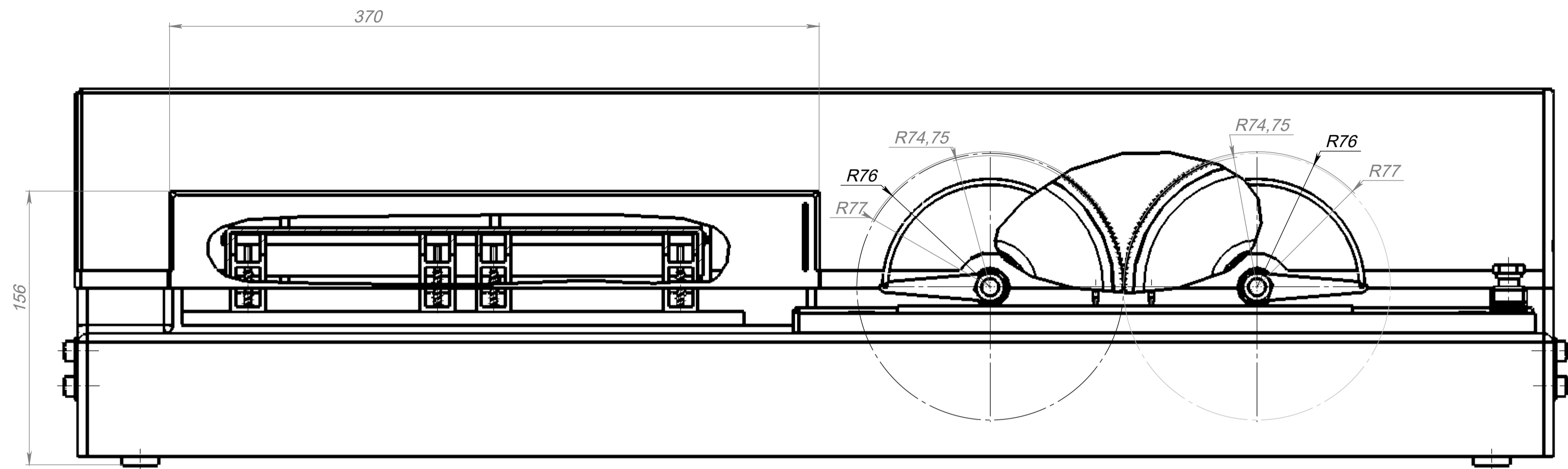
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Байназарова Д.Д.		
Пров.		Черкасов А.И.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

ИШНПТ-4А82003.00.00.01

Фланец	Лит.	Масса	Масштаб
			2:1
	Лист 1	Листов 1	

Приложение Б

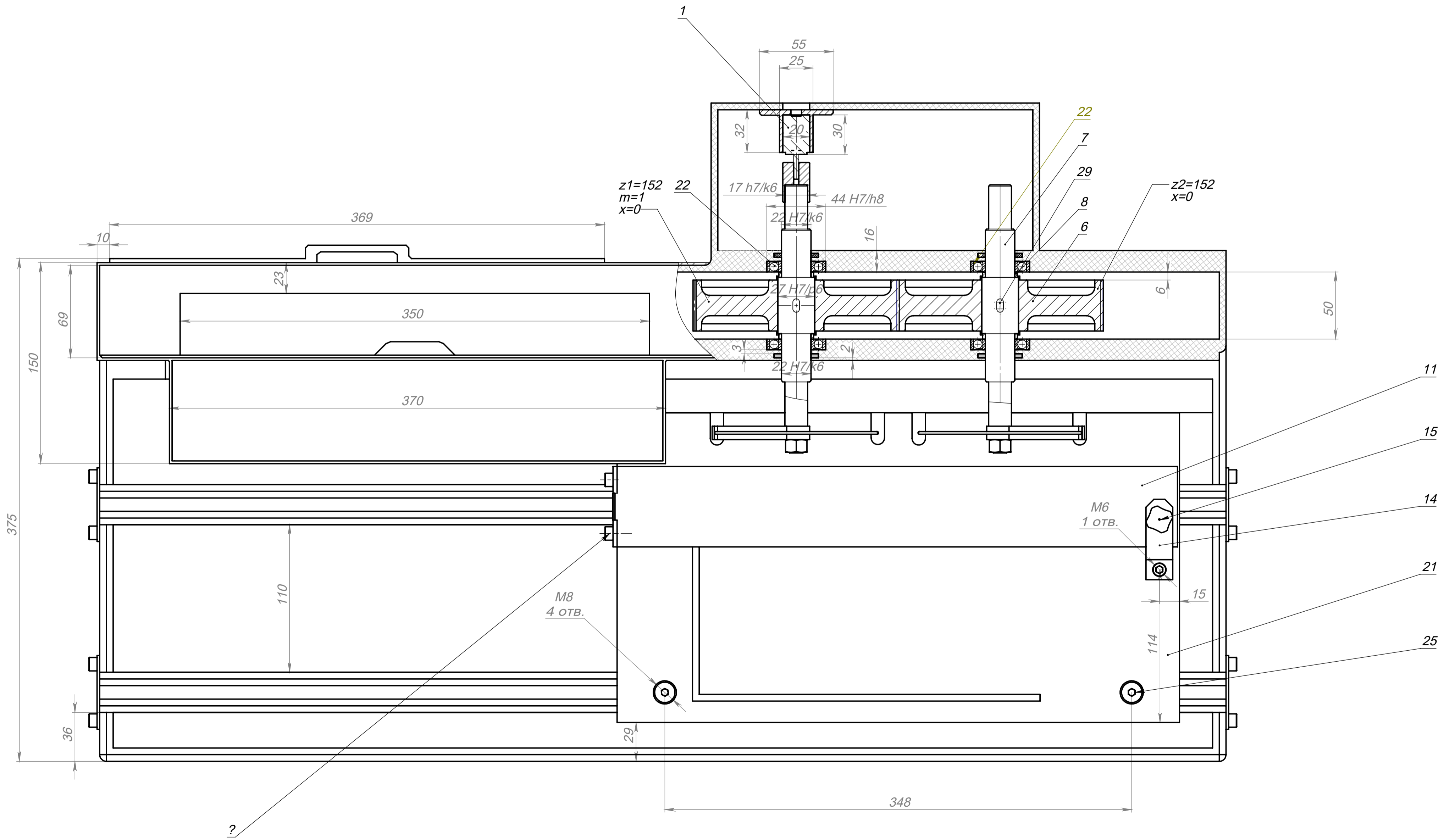
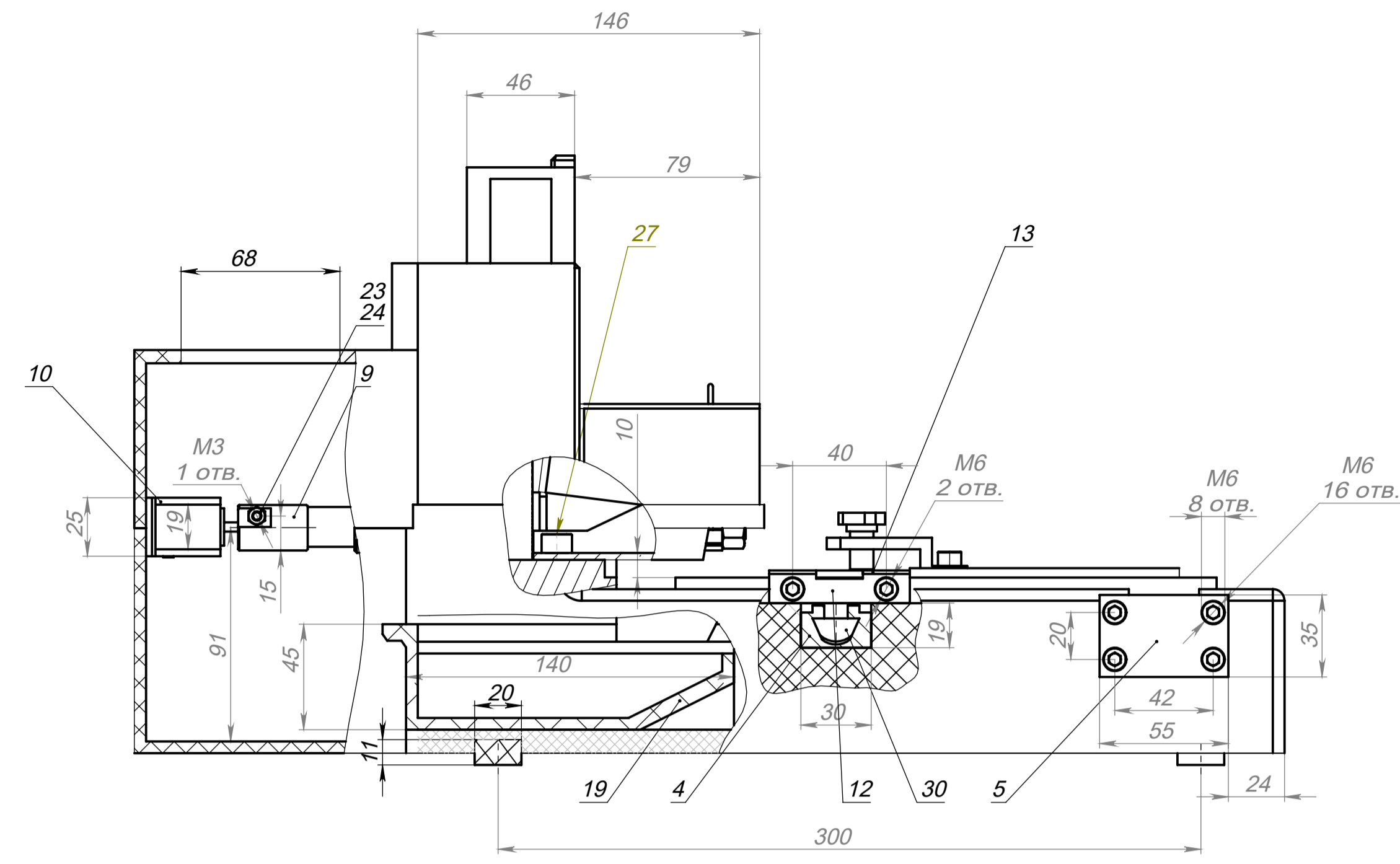
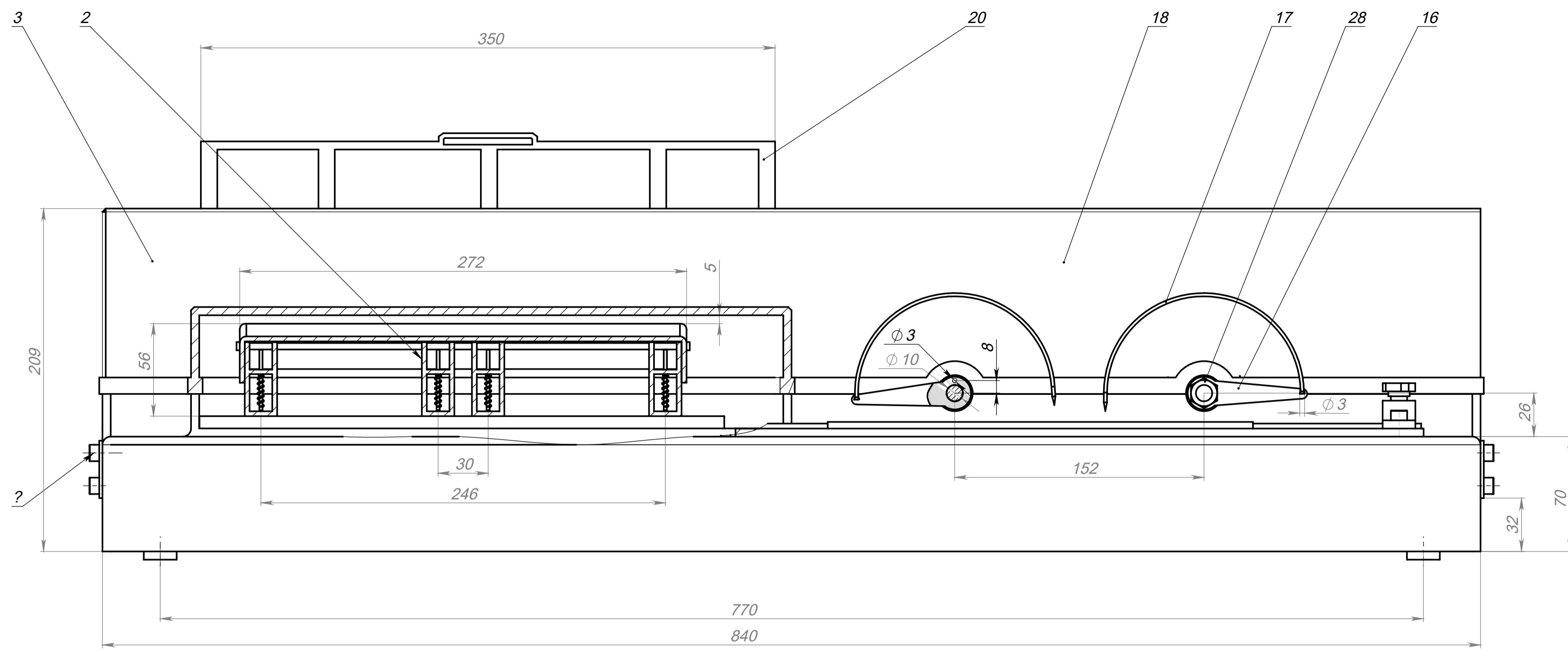
Чертеж общего вида устройства перфорации листов формата А4



				ИШНПТ-4А82003.001		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Перфорационное устройство	
Разраб.	Байназарова					
Пров.	Черкасов				Лит.	Масса
Т. контр.					Лист 1	Листов 1
Н. контр.					НИ ТПУ ИШНПТ ОМШ 4А8В	
Утв.					1:2	

Приложение В

Сборочный чертеж устройства перфорации листов формата А4



- Технические характеристики**
1. Вращающий момент на выходном валу, Н*м: 0.02
 2. Частота вращения входного вала 1/мин: 0,13
 3. Передаточное число: 1
 4. Степень точности изготовления зубчатой передачи согласно 9178-81: 3
 5. Максимальное перемещение платформы, мм: 400
 6. Угловой шаг двигателя, °: 1.8
 7. Минимальная прикладываемая сила на механизм дырокола, Н: 60
 8. Габаритные размеры двигателя, мм: 20x20x28

- Технические требования**
1. Для смазывания использовать силиконовую смазку СИ-180
 2. Неуказанные размеры радиусов: внутренних не более 4 мм, наружных не более 6 мм
 3. Использовать силиконовые цилиндрические вставки в основании корпуса
 4. Базировать игольные державки относительно сцепления зубьев шестерен

				ИШНПТ-4А82003.00.00.03 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Байназарова Д.Д.						1:2
Пров.	Черкасов А.И.						
Т. контр.					Лист 1	Листов 1	
Н. контр.					НИ ТПУ ИШНПТ ОМШ 4А8В		
Утв.					Формат А1		

Приложение Г
Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ИШНПТ-4А82003.00.00.03 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	ИШНПТ-4А82003.00.03.01	Шаговый двигатель	1	
		2	ИШНПТ-4А82003.00.03.02	Дырокол	1	
<i>Детали</i>						
		3	ИШНПТ-4А82003.00.03.03	Основание корпуса	1	
		4	ИШНПТ-4А82003.00.03.04	Направляющий профиль	2	
		5	ИШНПТ-4А82003.00.03.05	Стопорная пластина	4	
		6	ИШНПТ-4А82003.00.03.06	Зубчатое колесо	2	
		7	ИШНПТ-4А82003.00.03.07	Вал	2	
		8	ИШНПТ-4А82003.00.03.08	Втулка	4	
		9	ИШНПТ-4А82003.00.03.09	Фрикционная муфта	1	
		10	ИШНПТ-4А82003.00.03.10	Кожух	1	
		11	ИШНПТ-4А82003.00.03.11	Шарнир	1	
		12	ИШНПТ-4А82003.00.03.12	Шарнир	1	
		13	ИШНПТ-4А82003.00.03.13	Стержень	1	
		14	ИШНПТ-4А82003.00.03.14	Затвор	1	
		15	ИШНПТ-4А82003.00.03.15	Прижимной винт	1	
ИШНПТ-4А82003.00.00.03						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб. Байназарова Д.Д.						
Проб. Черкасов А.И.						
Н.контр.						
Утв.						
Устройство перфорации листов формата А4				Лит.	Лист	Листов
					1	2
НИ ТПУ ИШНПТ ОМШ 4А8В						

