

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 ООП/ОПОП Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном
машиностроительном производстве
 Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
<i>Технологическая подготовка производства детали «Полумуфта» на станках с ЧПУ</i>
УДК 621.81-2-043.61

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A91	Го Таюй		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Старший преподаватель</i>	Кувшинов К.А			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Доцент</i> (ОСГН ШБИП)	Кашук И.В	к.т.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Профессор</i> (ООД ШБИП)	Сечин А.И	д.т.н, профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<i>Доцент</i>	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

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



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 (ООП/ОПОП) 15.03.01 Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП/ОПОП
_____ Ефременков Е.А.
(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
154A91	Го Таоюй

Тема работы:

<i>Технологическая подготовка производства детали «Полумуфта» на станках с ЧПУ</i>	
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>	<i>34-94/с -03.02.2023</i>

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	05.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)	Чертеж детали «Полумуфта», годовая программа выпуска
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (аналитический обзор литературных источников 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)	обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Кувшинов К.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук И.В.

Социальная ответственн	Сечин А.И
------------------------	-----------

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.11.2022
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кувшинов К.А.			30.11.2022

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A91	Го Таоюй		30.11.2022

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 105 страниц пояснительной записки, 8 страниц приложения, 24 таблиц, 19 рисунков, 10 литературных источников, 5 листа графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А3 и 1 лист графического материала формата А4.

Ключевые слова: Полумуфта, технологический процесс обработки, размерный анализ, режимы резания, приспособление.

Цели и задачи исследования: разработать технологический процесс изготовления детали полумуфта и конструирования приспособления.

Актуальность работы является необходимостью разработки технологического процесса изготовления конкретной детали «Полумуфта», который обеспечивается требуемой точностью.

Объектом исследования является деталь «Полумуфта».

THE REPORT

The final qualifying work contains 105 pages of an explanatory note, 8 pages of an appendix 24 tables, 19 figures, 10 references, 5 sheets of graphic material in A1 format, 1 sheet of graphic material in A3 format and 1 sheet of graphic material in A4 format.

Key words: bearing bush, technological processing, dimensional analysis, cutting conditions, fixture.

Goals and objectives of the study: develop a technological process for manufacturing a slider part and designing a fixture.

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process for manufacturing a specific part " bearing bush" in production using a device designed in the work.

The object of the study is the detail " Bearing bush ".

Оглавления

Введение.....	9
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
1.1 Исходные данные	11
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	12
1.3 Определение типа производства	13
1.4 Выбор исходной заготовки	15
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «Полумуфта»	17
1.6 Размерный анализ технологического процесса	23
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров	24
1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры	24
1.7.2 Определение допусков на осевые размеры	25
1.8 Допуски на технологические размеры	26
1.9 Расчет припусков на обработку	28
1.10 Проектирование технологических операций	33
1.10.1 Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки	33
1.10.2 Уточнение содержания переходов	33
1.10.3 Выбор Оборудования	36
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	46
2.1 Конструирование приспособления	46
2.2 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)....	48
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	52
Введение	52
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	53
3.1.1 Оценка коммерческого потенциала	53
3.1.2 Технология QuaD	56
3.1.3 SWOT – анализ	59

3.2 Планирование научно-исследовательских работ	61
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	61
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	62
3.3 Бюджет научно-технического исследования	65
3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	65
3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ	65
3.4 Основная заработная плата исполнителей темы	67
3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)	70
3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	70
3.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	71
Выводы по разделу	74
4. Социальная ответственность	77
4.1 Введение	77
4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
4.3 Производственная безопасность	80
4.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов	81
4.5 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	84
4.5.1 Анализ условий труда на рабочем месте	84
4.5.2 Анализ показателей микроклимата	85
4.5.3 Анализ показателей шума и вибрации	86
4.5.4 Анализ освещенности рабочей зоны	87
4.5.5 Анализ электробезопасности	91
4.5.6 Анализ пожарной безопасности	93
4.6 Экологическая безопасность	95
4.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	96
4.8 Выводы по разделу	98
Заключение	99
Список литературы	100

Введение

Машиностроение — это самая сложная отрасль промышленности, которая занимается производством машин, станков, оборудования, приборов.

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок. Целью выпускной квалификационной работы является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали « полумуфта » . Актуальность темы дипломного проекта определяется необходимостью разработки технологии изготовления детали «Полумуфта» для последующего изготовления этой детали в серийном производстве. Целью данной работы является разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач: выбор заготовки, рациональных способов обработки, оборудования и режущих инструментов, составление технологического процесса, выполнение размерного анализа техпроцесса, расчёт режимов резания и норм времени изготовления детали, проектирование приспособлений и технологической оснастки, разработка вопросов финансового менеджмента и обеспечение безопасности работы.

Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная работа содержит следующие основные разделы:

1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, курсов эффективности и

ресурсосбережения;

4. Социальной ответственности.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь типа «Полумуфта» может быть обработана как на универсальном оборудовании, так и на станках с ЧПУ. Внутренними элементами детали являются сквозное отверстие $\varnothing 11H10$ мм, и две цилиндрические поверхности высокой точности $\varnothing 13H7$ мм Ra 0,8 мкм. Их обработку целесообразно производить на токарном станке (сверление и растачивание) и координатно – расточном станке (с последующим шлифованием) соответственно. Обработку наружных цилиндрических поверхностей (наиболее точный размер $\varnothing 16js7$ мм) рационально осуществлять на токарном станке с ЧПУ. На детали присутствуют поверхности с шероховатостью Ra 0,80. Их обработку целесообразно проводить в последнюю очередь.

1.3 Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций, показывающих отношение всех различных технологических операций $K_{з.о}$, который определяется по формуле :

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} \quad (1.1)$$

Где T_{cp} - среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса;

t_B - такт выпуска детали, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} \quad (1.2)$$

Где F_r - годовой фонд времени работы оборудования, мин;

N_r - годовая\ программа выпуска деталей.

Годовой фонды\ времени работы\ оборудования принимаем по табл. 2.1. [1, стр. 22] при двусменном режиме работы: $F_r = 4029$ ч.

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{1000} = 241.74 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения операция процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} \quad (1.3)$$

где; i - ой основной операции, мин;

n – количество основных операций;

$T_{ш.к i}$ -- штучно – калькуляционное время.

Штучно-калькуляционное время [1, с . 147]

$$T_{ш-к} = \varphi_K T_0 \cdot 10^{-3} \quad (1.4)$$

где T_0 - основное технологическое время, мин.

φ_K - коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

- Отрезание: ($\varphi_k = 1,98$)

$$t_{шт1} = \varphi_k \cdot 0,19D^2 \cdot 10^{-3} = 1,98 \cdot 0,19 \cdot 33^2 \cdot 10^{-3} = 0,409 \text{ мин}$$

- Токарная работа. ($\varphi_k = 1,98$)

$$\begin{aligned} t_{шт2} &= \varphi_k \cdot [0,037(D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,172dl + 0,52dl] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,98 \cdot [0,037 \cdot (33^2 - 0^2) + 0,1 \cdot 29 \cdot 24 + 0,52 \cdot 29 \cdot 24] \cdot 10^{-3} = 0,934 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Токарная работа. ($\varphi_k = 1,98$)

$$\begin{aligned} t_{шт3} &= \varphi_k \cdot [0,037(D^2 - d^2)] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,98 \cdot [0,037 \cdot (33^2 - 0^2)] \cdot 10^{-3} = 0,079 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Фрезерная работа. ($\varphi_k = 1,72$)

$$\begin{aligned} t_{шт4} &= \varphi_k \cdot [0,52Bl \cdot 3 + 0,21Bl \cdot 3 + 0,52Bl \cdot 3 + 0,18Bl \cdot 3] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,72 \cdot [0,52 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 3 + 0,21 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 3 + 0,52 \cdot 2,5 \cdot 3 \cdot 3 + 0,18 \cdot 2,5 \cdot 3 \cdot 3] \cdot 10^{-3} = 0,199 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Фрезерная работа. ($\varphi_k = 1,72$)

$$\begin{aligned} t_{шт5} &= \varphi_k \cdot [0,21Bl \cdot 3 + 0,21Bl \cdot 3 + 0,52Bl \cdot 3 + 0,52Bl \cdot 3] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,72 \cdot [0,21 \cdot 14,5 \cdot 10 \cdot 3 + 0,21 \cdot 29 \cdot 10 \cdot 3 + 0,52 \cdot 5 \cdot 16 \cdot 3 + 0,52 \cdot 5 \cdot 16 \cdot 3] \cdot 10^{-3} = 0,901 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Круглошлифовальная работа. ($\varphi_k = 2,10$)

$$t_{шт6} = \varphi_k \cdot 1,5dl \cdot 10^{-3} = 2,10 \cdot 1,5 \cdot 29 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 2,192 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения операция процесса определяем по формуле (1,3):

$$\begin{aligned} T_{cp} &= \frac{\sum_{i=1}^n T_{штi}}{n} = \frac{t_{шт1} + t_{шт2} + t_{шт3} + t_{шт4} + t_{шт5} + t_{шт6}}{6} \\ &= \frac{0,409 + 0,934 + 0,079 + 0,199 + 0,901 + 2,192}{6} = 0,786 \text{ мин} \end{aligned}$$

Тип производства определяем по формуле (1,1):

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{241,74}{0,786} = 307,557$$

Так как , то есть тип производства крупносерийный.

1.4 Выбор исходной заготовки

Учитываем технические характеристики, материал Полумуфта (Сталь 40Х 0.4% углерода ,1% хрома и железо 97%,), его габарит и масса, требования к механическим свойствам: без особых требований и тип производства: крупносерийный, выберем в качестве исходной заготовки - прокат.



Рисунок 1. 2 Исходная заготовка

Таблица 1.1 - Химический состав в % материала стали 40Х

C	Si	Mn	Ni
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	До 0, 3
P	Cr	Cu	S
До 0,03 5	0,8-1,1	До 0,3	До 0,0 3 5

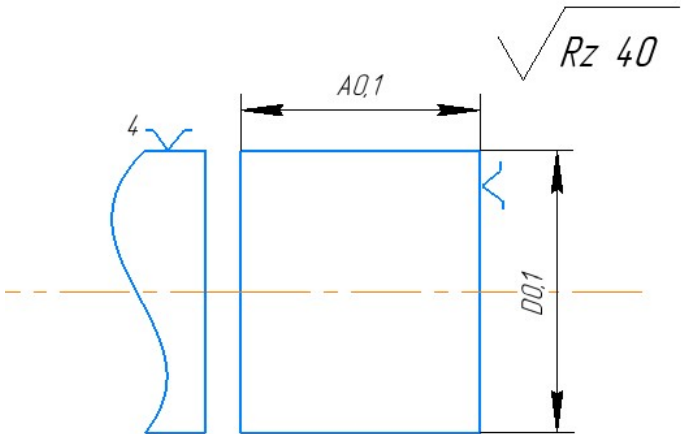
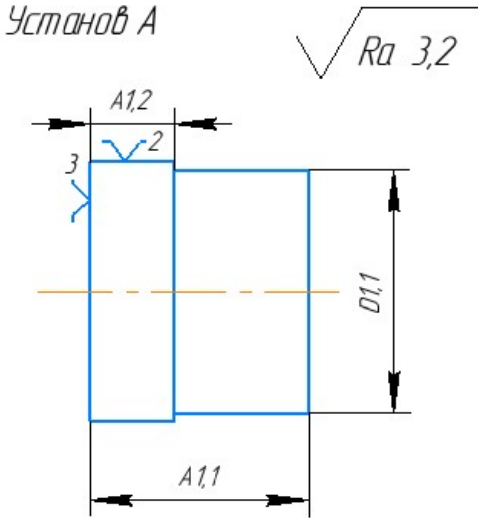
Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40Х

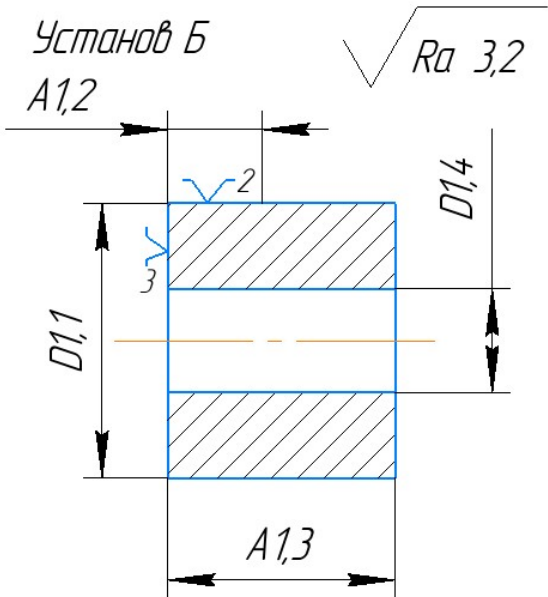
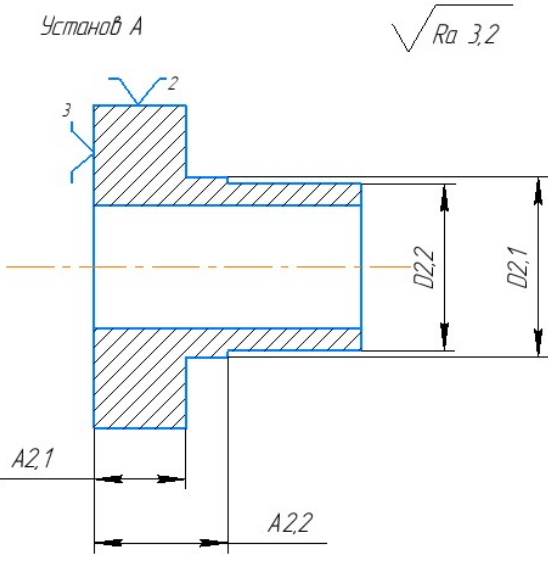
Гост	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_5 (δ_4), %	Ψ , %	KCU , Дж/см ²	Твердость НВ, не более
ГОСТ 1050-88	Сталь горячекатаная, кованая калиброванная и серебрянка 2-й категории после нормализации	25	570	19	45	59	-
	Сталь калиброванная 5-й категории:						
	после нагартовки	-	610	6	35	-	-
	после отжига или высокого отпуска	-	510	14	40	-	-

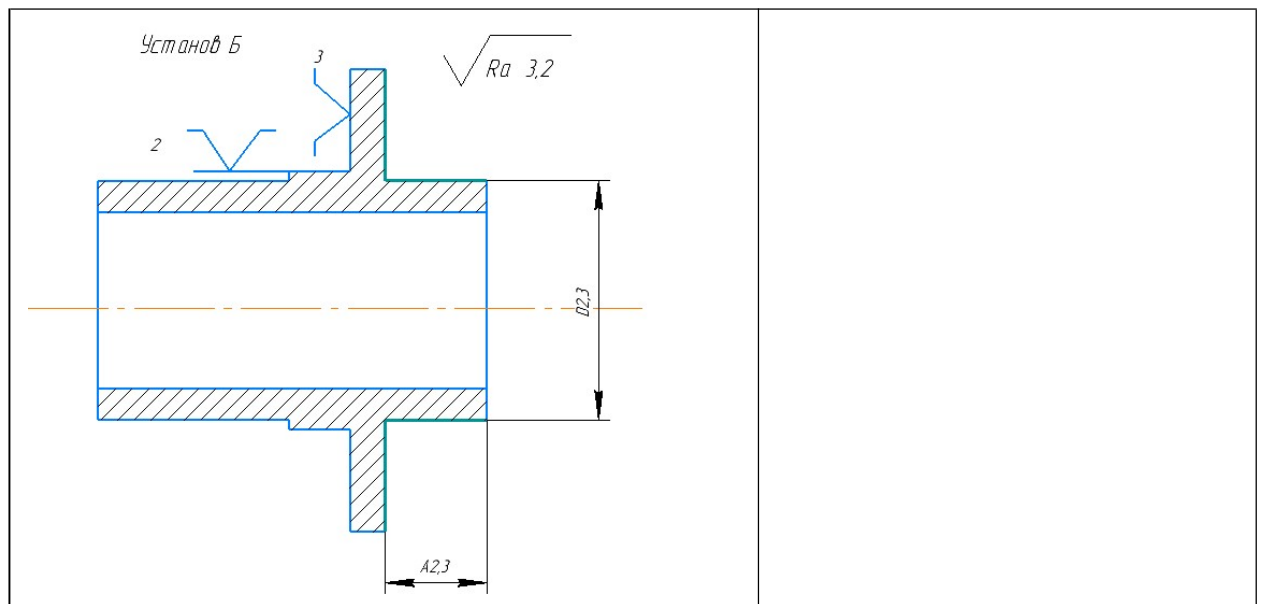
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «Полумуфта»

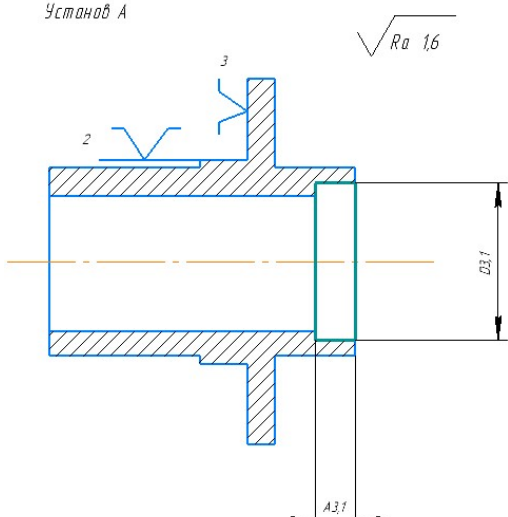
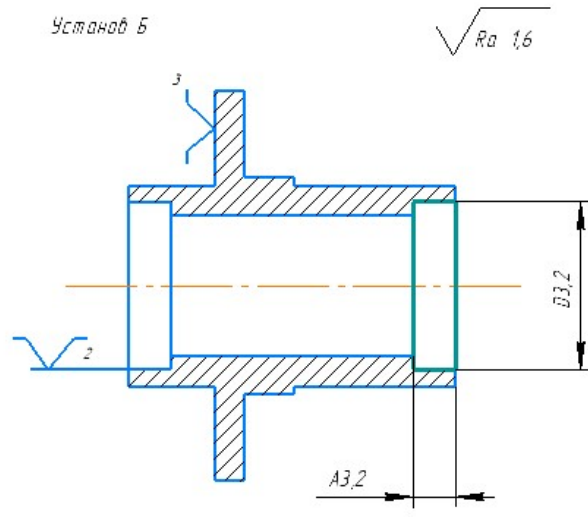
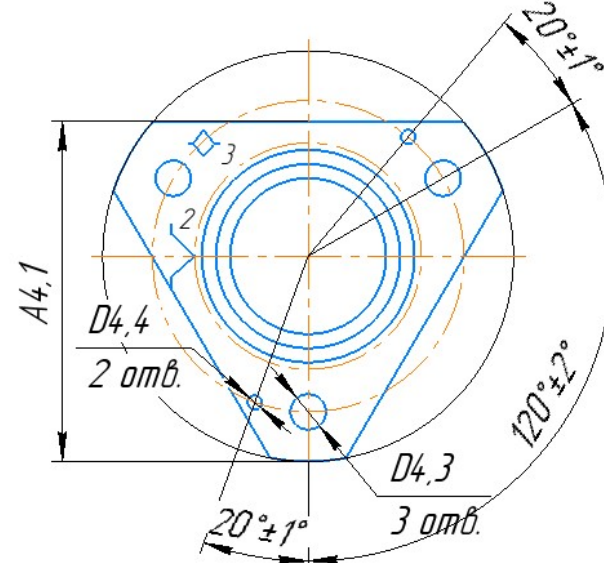
Маршрут технологии изготовления детали «Полумуфта» представлен в таблице 1.3.

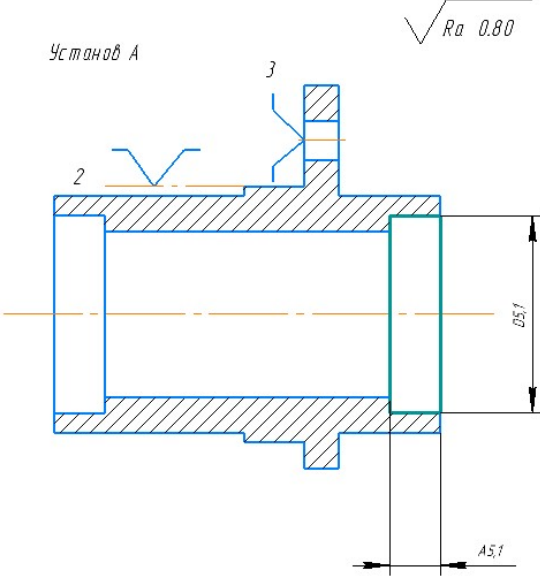
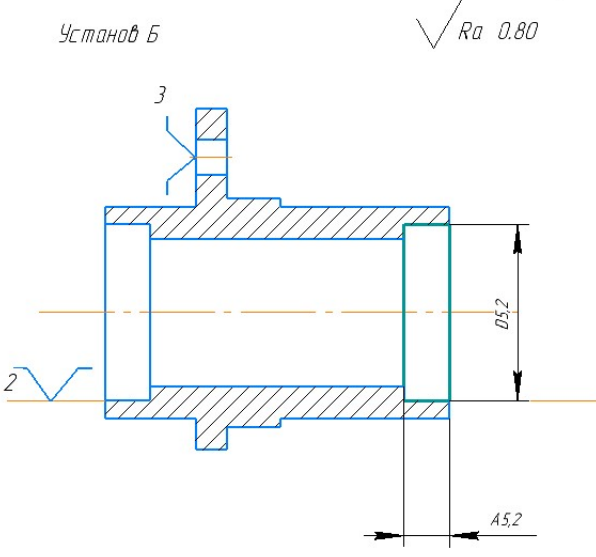
Таблице 1.3-Маршрут технологии

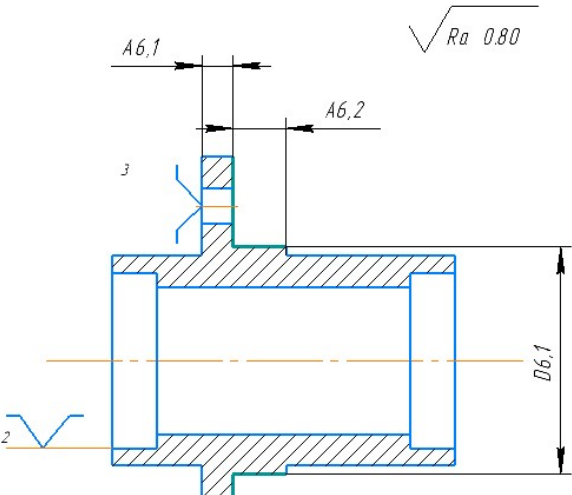
	005 Заготовительная Установить заготовку в призмы. База наружный диаметр и торец. 1. Отрезать заготовку в размер $A_{0,1}$
	010 Токарная А. Установить заготовку в трёхкулачковый патрон. База наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец в размер $A_{1,1}$ 2. Точить $D_{1,1}$ в размер $A_{1,2}$

Установ Б 	Б. Переустановить заготовку в трёхкулачковый патрон. База наружный диаметр и торец. 3. Подрезать торец в размер $A_{1,3}$ 4. Точить $D_{1,1}$ 5. Центровать торец $D_{1,2}$ 6. Сверлить сквозное отверстие $D_{1,3}$ 7. Расточить сквозное отверстие $D_{1,4}$
Установ А 	015 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База наружный диаметр и торец. 1. Точить поверхность выдерживая размеры $D_{2,1}$; $D_{2,2}$; $A_{2,1}$; $A_{2,2}$
	Б. Переустановить в трехкулачковый патрон. База наружный диаметр и торец. 2. Точить поверхность выдерживая размеры $D_{2,3}$; $A_{2,3}$



Установ А 	020. Координатно-расточная А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База наружный диаметр и торец. 1. Расточить отверстие $D_{3,1}$ в размер $A_{3,1}$
Установ Б 	Б. Переустановить заготовку на разжимную цангу. База внутренний диаметр и торец. 2. Расточить отверстие $D_{3,2}$ в размер $A_{3,2}$
	025 Фрезерная с ЧПУ Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База наружный диаметр и торец. 1. Фрезеровать 3 лыски в размер $A_{4,1}$. 2. Центровать 3 отверстия $D_{4,1}$. 3. Центровать 2 отверстия $D_{4,2}$. 4. Сверлить 3 сквозных отверстия $D_{4,3}$. 5. Сверлить 2 сквозных отверстия $D_{4,4}$.

030 Слесарная Снять заусенцы	
035 Контрольная 1. Контролировать размеры обработанных поверхностей 2. Контролировать соосность обработанных поверхностей 3. Контролировать шероховатость обработанных поверхностей	
040 Термическая 1. Закалить деталь 2. Провести нормализацию	
	045 Внутришлифовальная А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База наружный диаметр и торец. 1. Шлифовать $D_{5,1}$ в размер $A_{5,1}$.
	Б. Переустановить заготовку на разжимную цангу. База внутренний диаметр и торец. 2. Шлифовать $D_{5,2}$ в размер $A_{5,2}$.

	050 Круглошлифовальная Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База внутренний диаметр и торец. 1. Шлифовать $D_{6,1}$ выдерживая размер $A_{6,1}$, $A_{6,2}$.
055 Слесарная Снять заусенцы	
060 Промывочная Промыть согласно ТТП 01279-00002	
065 Гальваническая Хим. окс.	
070 Промывочная Промыть согласно ТТП 01279-00002	
075 Контрольная по чертежу 1. Контролировать размеры обработанных поверхностей 2. Контролировать соосность обработанных поверхностей 3. Контролировать шероховатость обработанных поверхностей	

1.6 Размерный анализ технологического процесса

Размерная схема для изготовления изделия является совокупностью технологических размерных цепей. Замыкающее звено в операционных технологических цепях – это припуски на обработанных поверхностях и конструкторские размеры, которые можно получить непосредственно из чертежа. В дополнение к закрытым звеньям в технологической цепи существуют составляющие звенья, представляющие собой технологические размеры, которые получим на всех операциях (переходах) обработки изделия.

Основание техпроцесса изготовления детали «Полумуфта» является размерной схемой (рисунок 1.3). Она включает в себя все осевые технологические размеры, припуски на обработку и расчетные размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу работы.

На рисунке 1.3 показывается размерную схему изготовления детали «Полумуфта».

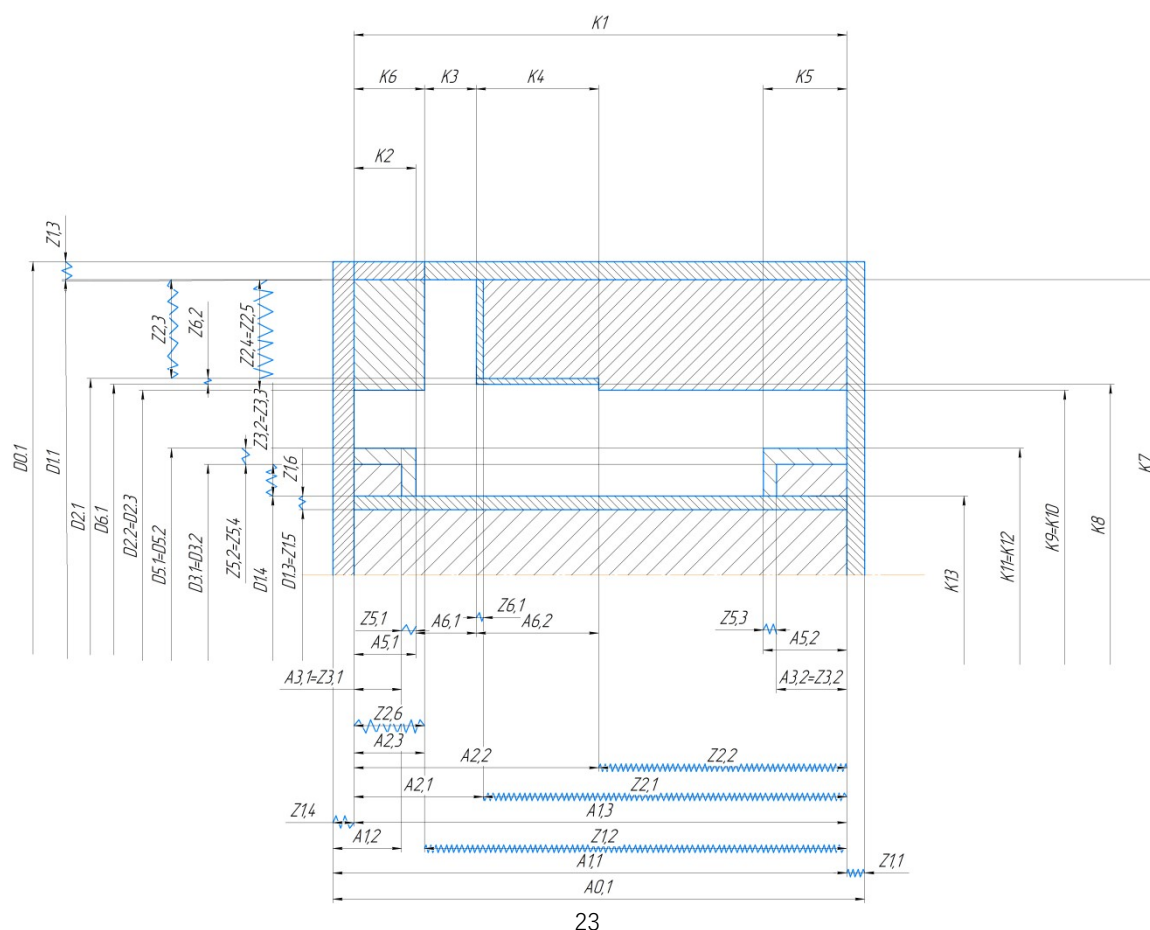


Рисунок 1.3 Размерная схема

1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Выписываем допуски на конструкторские размеры:

Размер $K_1 = 24_{-0,52}$. Допуск $TK_1 = 0,52\text{ мм}$

Размер $K_2 = 4_{-0,15}^{+0,15}$. Допуск $TK_2 = 0,3\text{ мм}$

Размер $K_3 = 2^{-0,25}$. Допуск $TK_3 = 0,25\text{ мм}$

Размер $K_4 = 4_{-0,15}^{+0,15}$. Допуск $TK_4 = 0,3\text{ мм}$

Размер $K_5 = 4_{-0,15}^{+0,15}$. Допуск $TK_5 = 0,3\text{ мм}$

Размер $K_6 = 6_{-0,18}^{+0,18}$. Допуск $TK_6 = 0,36\text{ мм}$

Размер $K_7 = 29_{-0,52}$. Допуск $TK_7 = 0,52\text{ мм}$

Размер $K_8 = 16_{-0,009}^{+0,009}$. Допуск $TK_8 = 0,018\text{ мм}$

Размер $K_9 = 15_{-0,43}$. Допуск $TK_9 = 0,43\text{ мм}$

Размер $K_{10} = 15_{-0,43}$. Допуск $TK_{10} = 0,43\text{ мм}$

Размер $K_{11} = 13^{+0,01}$. Допуск $TK_{11} = 0,01\text{ мм}$

Размер $K_{12} = 13^{+0,01}$. Допуск $TK_{12} = 0,01\text{ мм}$

Размер $K_{13} = 11^{+0,43}$. Допуск $TK_{13} = 0,43\text{ мм}$

1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры

Допуски на диаметральные размеры равны статистической погрешности [2, стр. 34]:

$$TD_i = \omega_{ci} \quad , \quad (1.4)$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

Когда назначаем допуски, руководствуясь [2, стр. 65 П1]:

Допуск $TD_{0,1} = 1,1\text{ мм}$

Допуск $TD_{1,1} = 0,52\text{ мм}$

Допуск $TD_{1,2} = 0,20\text{ мм}$

Допуск $TD_{1,3} = 0,5 \text{ мм}$

Допуск $TD_{1,4} = 0,43 \text{ мм}$

Допуск $TD_{2,1} = 0,2 \text{ мм}$

Допуск на размеры круглого проката:

$$TD_{0,1} = (33)_{-0,7}^{+0,4} = 1,1 \text{ мм}$$

1.7.2 Определение допусков на осевые размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{0,1} = 28_{-0,6} = 0,6 \text{ мм},$$

Допуски на осевые технологические размеры рассчитаемся по формуле [2. стр. 34]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{и.i-1} + \varepsilon_{\delta i} \quad (1.5)$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

$\rho_{и.i-1}$ - значительные пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\delta i}$ - погрешность базирования, мм.

$$TA_{0,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,6 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,21 \text{ мм}$$

$$TA_{1,3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,21 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,18 \text{ мм}$$

$$TA_{2,2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,16 \text{ мм}$$

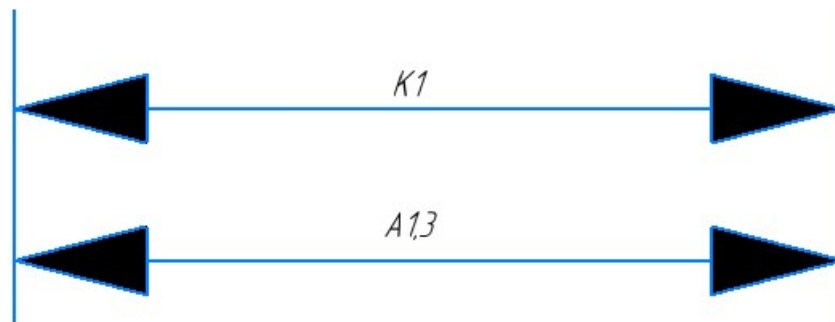
1.8 Допуски на технологические размеры

Проверка проведена чтобы обеспечить точность конструкторских размеров

Когда рассчитаем максимального и минимального метода проверим условия для обеспечения точности расчетных размеров по формуле [2, стр. 48]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$

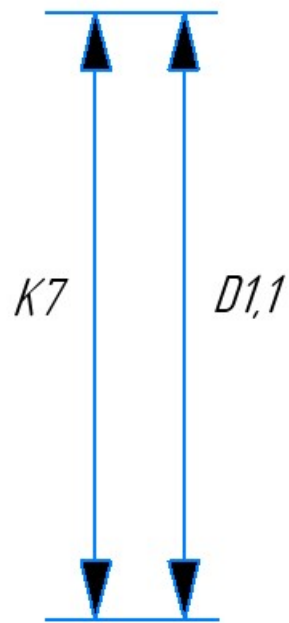
Размерная цепь для размера K_1 (рисунок 1.4).



$$TK_1 = 0,52 \text{ мм}; \quad TA_{1,3} = 0,21 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается непосредственно.

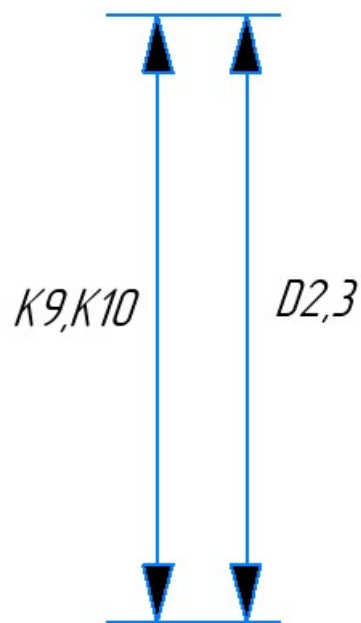
Размерная цепь для размера K_{D1} (рисунок 1.5).



$$TK_7 = 0,52 \text{ мм}; \quad TD_{1,1} = 0.21 \text{ мм}$$

Размер K_7 выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D2} (рисунок 1.6).



$$TK_9 = 0,43 \text{ мм}; \quad TD_{2,3} = 0.18 \text{ мм}$$

Размер K_9 выдерживается непосредственно.

1.9 Расчет припусков на обработку

При обработке тел вращения и предположении, что направления векторов всех погрешностей совпадают (для гарантированного устранения погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически [3] :

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{деф i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

где R_{zi-1} – шероховатость, полученная на предыдущем (i-1) переходе, мкм; $T_{деф i-1}$ – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм; ρ_{i-1} – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм; ε_i – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличных данных, по методическому указанию [3] . Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера $\varnothing 29_{-0,21}$

Шероховатость поверхности $\sqrt{Ra3,2}$, допуск на размер $\delta_{дет} = 0,21$ мм.

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Rz40}$, допуск на диаметр заготовки $\delta_{заг} = 1,1$ мм = 1100 мкм.

Черновая обработка: $2Z_{\min} = 2(40 + 150 + 500 + 50) = 2 \cdot 740 = 1480$;

Чистовая обработка: $2Z_{\min} = 2(25 + 50 + 80 + 50) = 2 \cdot 205 = 410$;

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ($2Z_{\min}$) к предельному максимальному размеру ($d_{\max}$):

1.Токарная (черновая):

$$d_{\min} = 29 + 0,41 = 29,41 \text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае $h_{12} T_d = 210 \text{ мкм}$), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d = 29,41 + 0,21 = 29,62 \text{ мм};$$

Относительно полученного расчетного максимального технологического размера $d_{\max}$ определим принятый технологический размер. Так как размер $29,62_{-0,21}$ в качестве номинального размера брать неудобно, округляем его до десятых долей миллиметра в большую сторону, т.е. принимаем для черновой операции исполнительный технологический размер равный $30_{-0,21}$ мм, дальнейшие расчеты будем производить относительно данного размера:

Заготовительная:

$$d_{\min} = 30 + 1,48 = 31,48 \text{ мм};$$

$$T_{\text{дчерн}} = 210 \text{ мкм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + T_{\text{дчерн}} = 31,48 + 0,21 = 31,69 \text{ мм};$$

Примем согласно ГОСТ 21488 – 97 размер заготовки $\varnothing 33^{+0,4}_{-0,7}$ мм (с учетом допуска на прутки).

Полученные результаты сведем в таблицу 1.4:

Таблица 1.4 – расчет припусков на обработку $\varnothing 29_{-0,21}$ мм

Технологич- еские переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предель- ный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	r_f				$d_{\min}$	$d_{\max}$
Наружная поверхность $\varnothing 29_{-0,21}$									

0.заготовительная						$33^{+0,4}_{-0,7}$	1100	31,48	31,69
1.токарная (черновая)	40	150	500	50	1480	30h12	210	29,41	29,62
2.токарная (получистовая)	25	50	80	50	410	29h12	210	28,79	29

Дальнейший расчет припусков производится аналогично предыдущему размеру.

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наиболее точного наружного размера $\varnothing 16 \pm 0,009$:

Операция 5:

$$d_{min} = 16,009 + 0,024 = 16,035$$

$$d_{max} = 16,035 + 0,045 = 16,08;$$

Принятый технологический размер 16,2h9;

Операция 4:

$$d_{min} = 16,2 + 0,032 = 16,232;$$

$$d_{max} = 16,232 + 0,045 = 16,277;$$

Принятый технологический размер 16,4h12;

Операция 3:

$$d_{min} = 16,4 + 0,3 = 16,7;$$

$$d_{max} = 16,7 + 0,1 = 16,8;$$

Технологический размер, 29h12, рассчитан ранее и берется ввиду последовательности технологического процесса. Расчеты для операций 0-2, так же приведены ранее.

Таблица 1.5 – расчет минимальных припусков на обработку Ø16±0,009 мм

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, 2Z _{min} , мкм	Принятый технологический размер,	Допуск Td, мкм	Предельный размер, мм	
	R _z	T _{деф}	ρ	ε				d _{min}	d _{max}
Наружная поверхность Ø16±0,01									
0.заготовительная						33 ^{+0,4} _{-0,7}	1100	31,48	31,69
1.токарная черновая	40	150	500	50	1480	30h12	210	29,41	29,62
2.токарная получистовая	25	30	45	50	300	29h12	210	16,7	16,8
3.токарная чистовая	25	30	45	50	300	16,4h1 ₂	100	16,232	16,277
4.тонкое точение	3	10	3	0	32	16,2h ₉	45	16,025	16,07
5.шлифование	1	10	1	0	24	16js7	20	15,99	16,009

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наиболее точного внутреннего размера Ø13^{+0,018} :

Операция 4:

$$D_{max} = D_{min} - 2 Z_{min} = 13 - 0,032 = 12,968 \text{ мм};$$

$$D_{min} = 12,936 - 0,01 = 12,958 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 12,5H7;

Операция 3:

$$D_{max} = 12,5 - 0,24 = 12,26 \text{ мм};$$

$$D_{min} = 12,26 - 0,1 = 12,16 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 11H10;

Операция 2:

$$D_{max} = 11 - 0,47 = 10,53 \text{ мм};$$

$$D_{min} = 10,53 - 0,13 = 10,4 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 10H12;

Таблица 1.6 - расчет минимальных припусков на обработку $13^{+0,018} \text{ мм}$

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск TD, мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	T _{деф}	ρ	ϵ				D _{min}	D _{max}
Внутренняя поверхность $\varnothing 13^{+0,018}$									
1.сверление						10H12	130	10,4	10,53
2.токарная чистовая	40	50	30	0	240	12,5H7	10	12,958	12,968
3. тонкое точение	40	45	50	100	470	11H10	100	12,16	12,26
4.внутришлифовальная	3	10	3	0	32	13H7	10	13	13,02

1.10 Проектирование технологических операций

1.10.1 Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки

В данном пункте необходимо произвести уточнение технологических баз и схем закрепления заготовки.

Операция 010 Токарная: заготовка базируется по наружной цилиндрической поверхности. Используем: патрон 7100-0002 ГОСТ 2675-80.

Операция 015 Токарная с ЧПУ: заготовка базируется по наружной цилиндрической поверхности. Используем: патрон 7100-0002 ГОСТ 2675-80.

Операция 020 Токарная с ЧПУ: заготовка базируется по внутренней цилиндрической поверхности. Используем: специально разработанную разжимную цанговую оправку.

Операция 025 Фрезерная с ЧПУ: заготовка базируется по наружной цилиндрической поверхности. Используем: Вертикальный гидравлический трехкулачковый патрон двойного назначения KL160TQ-3.

Операция 045 Внутришлифовальная: заготовка базируется по наружной цилиндрической поверхности. Используем: патрон 7100-0002 ГОСТ 2675-80;

Операция 050 Круглошлифовальная: заготовка базируется по внутренней цилиндрической поверхности. Используем специально разработанную разжимную цанговую оправку.

1.10.2 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называется законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных

технологических режимах и установке [4] .

Рабочий ход – это законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки [4] .

В технологической документации рабочий ход называют проходом [4] .

Уточним содержание переходов, их рациональную последовательность выполнения, произведем уточнение количества ходов в переходе.

010 Токарная:

- 1) Подрезка торца – 2 перехода, 8 рабочих ходов;
- 2) Точение наружного диаметра Ø29 мм – 2 перехода, 8 рабочих ходов;
- 3) Центрование отверстия – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 4) Сверление Ø10 мм – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 5) Расточка отверстия Ø11 мм – 1 переход, 4 рабочих ход

015 Токарная с ЧПУ:

- 1) Точение Ø16,2 мм – 1 переход, 8 рабочих ходов;
- 2) Точение Ø15 мм – 1 переход, 7 рабочих ходов;

020 Токарная с ЧПУ :

Растачивание Ø12,5 мм – 2 переход, 6 рабочих ходов;

025 Фрезерная с ЧПУ:

- 1) Фрезерование лысок – 1 переход, 1 рабочих ходов;
- 2) Центрование – 2 перехода, 5 рабочих ходов;
- 3) Сверление – 2 перехода, рабочих ходов;

045 Внутришлифовальная:

Шлифование Ø13 мм – 2 переход, 6 рабочих ходов;

050Круглошлифовальная:

Шлифование Ø 16 мм 1 переход, 8 рабочих ходов.

1.10.3 Выбор Оборудование

Выбранные средства технологического оснащения запишем в таблицу 1.7.

Таблица 1.7 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент
005 Заготовительная	Ленточнопильный станок JET HBS-1018W	Лента 27 х 0,9 х 3300, ГОСТ 53924-2010, P6M5; Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89;
010 Токарная	Станок токарно-винторезный ИЖ-250	Резец подрезной $\varphi=45^\circ$ 2102-0505 ГОСТ 18868-73 материал пластины: BK8; Резец проходной 2103-0023 ГОСТ 18879-73 материал пластины: BK8; Сверло центровочное тип А (2.5 мм; P6M5) Sekira 00-00008959; Сверло спиральное с коническим хвостовиком (P6M5): ГОСТ 10903-77 d10мм; Резец расточной A08H-SCLCR 06-R материал пластины: GC 4325; Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,02 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 1,6 Р, Т,ТТ ГОСТ 9378-93.
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок TC16A20Ф3	Резец 2102-003 T15K6 ГОСТ 18877-73; Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,01-ГОСТ166-89 Микрометр Дисковые микрометры Digimatic 293-100

020 Токарная с ЧПУ	Токарный станок ТС16А20Ф3	Резец 2102-003 Т15К6 ГОСТ 18877-73; Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,02 ГО СТ166-89; Микрометр Дискорые микрометры Digimatic 293-100
--------------------------	---------------------------------	--

025 Фрезерная с ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр ФС130МФ3	Фреза цилиндрическая ГОСТ 29092-91 Т14К6 d20;Сверло центровоч ное ГОСТ 14034-74 d0,5; Сверло спиральное ГОСТ 4010-77 d1; Сверло центровочное ГОСТ 14034-74 d1,25; Сверло спиральное ГОСТ 4010-77 d2 Штангенциркуль ШЦ-1-125 0,02 ГОС Т166-89 Универсальный цифровой угломер Digimatic 187-501
030 Слесарная		Надфиль трехгранный 160 мм ГОСТ 1513-77;
035 Контрольная	Контрольный стол	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 Г ОСТ166-89 Образцы шероховатости 0,8 ШЦ ГОСТ 9378-93; образцы шероховатости 3,2Р,Т,ТТ, ФЦ ГОСТ 9378-93;
040 Термическая	Камерная печь ПКЭ -10	Твердомер по Микро-Виккерсу се рии НМ-210 810-401D
045 Внутришлифова льная	Универсальный внутришлифовальный станок 3К229А	Круг шлифовальный D10 ГОСТ 2424-83; Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,02 ГОСТ166-89 Микрометрический нутромер Holtest 368-164
050 руглошлифова льная	Круглошлифовальный станок RSM 1000	Круг шлифовальный D20 ГОСТ 2424-83 Микрометр Дисковые микрометры Digimatic 293-100 Калибр-скоба 16js7 ПР-НЕ ГОСТ 18360-93
055 Слесарная		Надфиль трехгранный 160 мм ГОСТ 1513-77

060 Промывочная	Ванна ВП 9.7.7/0,9	Раствор METALNOX
065 Гальваническая	Ванны для химического оксидирования	Контроль внешнего вида – по ГОСТ 9.302-88; Толщину покрытия контролируют ви хретоковым, гравиметрическим и металлографически м методами по ГОСТ 9.302-88.
070 Промывочная	Ванна ВП 9.7.7/0,9	Раствор METALNOX
075 Контрольная по чертежу	Контрольный стол	Калибр-скоба 16js7 ПР-НЕ ГОСТ 18360-93; Калибр-пробка 13h7 ПР-НЕ ГОСТ 14810-69; Образцы шероховатости 0,8 ШЦ ГОСТ 9378-93; бразцы шероховатости 3,2Р,Т,ТТ,Ф Ц ГОСТ 9378-93; Микрометр Дисковые микрометры Digimatic 293-100 Профилометр ГОСТ 19300-86

1.10.4 Выбор и расчет оптимальных режимов обработки

Цель обработки резанием – получение деталей заданных форм и размеров. С геометрических позиций задача обработки сводится к получению с заданной точностью поверхностей того или иного вида.

Режимы обработки оказывают влияние на показатели производства как технические, так и экономические. В связи с этим расчет режимов резания является одной из самых массовых задач в машиностроении.

В основе назначения режимов резания лежит определение глубины, подачи и скорости резания, при которых будет обеспечена наиболее экономичная и производительная обработка поверхности по точности и шероховатости обработанной поверхности [5] .

Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки

для трех разных операций таких, как наружное точение, сверление и шлифование.

Расчеты и подбор данных выполняется согласно источнику [6] .

1) Расчет режимов резания начнем с наружного продольного точения (чистового) табличная [7] скорость резания для стали 40Х 120-170 м/мин.

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Глубина резания при чистовом точении 0,4- 0,5 мм; $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0,2$; $C_v = 350$; для достижения шероховатости $Ra\ 3,2$ назначаем подачу 0,11-0,18 мм/об [7] .

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350 \cdot 0,9}{60^{0,2} \cdot 0,15^{0,15} \cdot 0,4^{0,2}} = \frac{315}{1,5} = 210 \text{ м/мин}$$

так как расчетная скорость резания получилась больше табличной, увеличим стойкость инструмента, подачу:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{315}{200^{0,2} \cdot 0,15^{0,15} \cdot 0,4^{0,2}} = \frac{315}{1,9} = 166 \text{ м/мин}$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания, используя упрощенную формулу для расчета режимов резания [7] :

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \rightarrow n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{100000}{3,14 \cdot 16} = 3304 \text{ об/мин}$$

2) Рассчитаем скорость резания для сверления отверстия Ø10 мм на токарной операции.

Диаметр сверла – 10 мм, материал режущей части – Р6М5:

примем согласно справочным таблицам [7] : $C_v = 9,8$; $S=0,96$; $q=0,4$; $y=0,5$; $m=0,2$; $T=70$; $K_v = 0,85$, так как глубина отверстия меньше $3D$, тогда:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{9,8 \cdot 10^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 0,9 = 30,25 \text{ м/мин}$$

тогда количество оборотов будет равно:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{30250}{3,14 \cdot 10} = 1280 \text{ об/мин}$$

3) Рассчитаем скорость резания для фрезерования на фрезерной операции с ЧПУ:

Примем Ø фрезы 20 мм; материал режущей части; количество зубьев – $z=5$; t - глубина резания = 2,5 мм; B – максимальная ширина фрезерования = 2,2 мм; примем согласно справочным таблицам [7] :

$C_v=64,7$; $S=0,2$; $q=0,25$; $x=0,1$; $y=0,2$; $u=0,15$; $p=0$; $m=0,2$; $T=90$;

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{64,7 \cdot 20^{0,25} \cdot 1}{90^{0,2} \cdot 2,5^{0,1} \cdot 0,2^{0,2} \cdot 2,2^{0,15} \cdot 2^0} = 66,76 \text{ м/мин}$$

тогда количество оборотов будет равно:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{66760}{3,14 \cdot 20} = 1060 \text{ об/мин}$$

1.10.5 Нормирование технологических переходов

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчет ведется по следующим формулам [8] :

$$t_{on} = t_o + t_B$$

где: t_o – оперативное время, мин;

t_B – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_B = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}$$

где: $t_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{изм}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_B \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100}\right)$$

где: $T_{ца}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

$K_{тв}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени; $A_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{ца} = T_o + T_{мв}$$

где: T_o – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{мв}$ – машинно – вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменения и направления подачи, время технологических пауз), мин.

Штучно калк уляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-3}}{n}$$

где: n – размер партии запуска, шт;

$T_{шт}$ – норма штучного времени,
мин;

$T_{п-3}$ – норма подготовительно–заключительного времени, мин.

Расчет норм времени для операции 005.

Определяем расчетную длину обработки по формуле:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}},$$

где: $l_{\text{под}}$ – длина подвода;

$l_{\text{сх}}$ – длина схождения;

$l_{\text{вр}}$ – длина врезания;

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 33 + 1,5 + 1 + 1 = 35,5 \text{ мм.}$$

Минутная подача: $S_M = 35 \text{ мм/мин}$; Число рабочих ходов: $i=1$.

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = (35,5 \cdot 1) / 35 = 1 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 \quad t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 1 = 0,15 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}} = 1 + 0,15 = 1,15 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 \quad t_{\text{о}} + 0,08 \quad t_{\text{о}}$$

$$_{\text{о}} = 0,17 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 \quad t_{\text{о}} = 0,025 \cdot 0,35 = 0,03 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как:

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,35 + 0,05 + 0,06 + 0,01 = 1,44 \text{ мин}$$

Результаты представим в виде таблицы 6, для упрощения восприятия информации.

Таблица 1.8-Нормирование технологического процесса

Операция	Основное время, мин.	Вспомогательное время	Оперативно е время	Время обслуживания рабочего места,	Время на личные потребности, мин.	Штучно – калькуляционное время, мин.
Заготовительная	1	0,15	1,15	0,17	0,03	1,44
Токарная						

Подрезка торца	0,57	0,09	0,66	0,09	0,016	0,77
Наружное точение Ø29h12	0,49	0,07	0,57	0,08	0,014	0,66
Центрова ние торца	0,1	0,03	0,2	0,03	0,05	0,16
Сверлени е сквозного отверстия Ø10H11 мм	0,43	0,06	0,5	0,07	0,01	0,58
Растачивание	0,47	0,07	0,55	0,08	0,01	0,64
Токарная с ЧПУ						
Растачиван ие Ø12,5H7	1,2	0,18	1,4	0,2	0,04	1,6
Наружное точение профиля	1,3	0,2	1,3	0,24	0,03	1,8
Токарная с ЧПУ						
Растачива -ние Ø12,5H7	1,2	0,18	1,4	0,2	0,04	1,6
Наружное точение профиля	1,1	0,15	1,2	0,17	0,03	1,48
Фрезерная с ЧПУ						
Фрезеро вание лысок	0,7	0,1	0,8	0,1	0,02	0,93
Центрование	0,2	0,04	0,24	0,08	0,04	0,36
Сверление отверстий	0,35	0,05	0,4	0,055	0,01	0,46
Внутришлифовальная						
Шлифование	9,1	1,4	10,5	1,5	0,26	12,2
Внутришлифовальная						
Шлифование	9,1	1,4	10,5	1,5	0,26	12,2

Круглошлифовальная						
Шлифование	4,3	0,65	4,95	0,7	0,13	5,8

2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Конструирование приспособления

Для цилиндрических поверхностей $\varnothing 16js7$ и $\varnothing 13h7$ мм необходимо выдержать соосность 0,01 мм. Данные поверхности обрабатываются на 2-х операциях.

Для соблюдения соосности на этих операциях будет использоваться сконструированная разжимная цанговая оправка (рис. 2.1). При выбранной схеме базирования заготовка базируется по внутреннему расточенному отверстию и торцу. Закрепление обрабатываемой детали осуществляется посредством закручивания гайки - конуса, которая толкает цангу по конусу и создает необходимый для фиксации заготовки натяг. Для извлечения заготовки необходимо ослабить гайку - конус. Данное приспособление устанавливается в отверстие в шпинделе с конусом Морзе 6.

Диаметр цанги $\varnothing 12,5h8$

мм Длина цанги 15,5 мм

Длина приспособления 201 мм

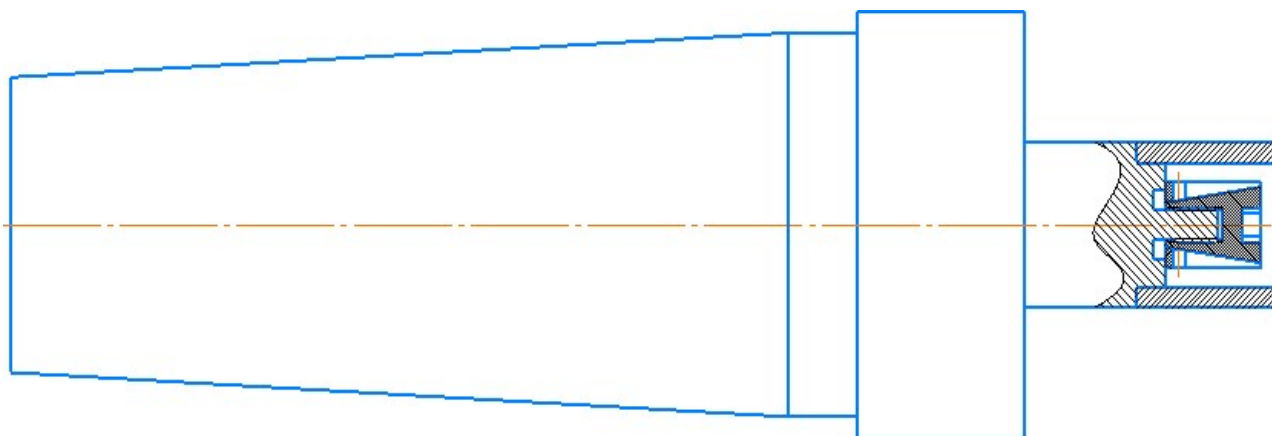


Рис. 2.1- графическое изображение приспособления

Для проектирования разжимной цанги

примем:

Количество лепестков цанги $z=4$

Угол конуса лепестка цанги $\alpha = 16^\circ$

Диаметр рабочей поверхности цанги $d=12,5$ мм

Толщина лепестка цанговой втулки в среднем сечении $h=1,75$ мм

Длина лепестка рабочей части цанговой втулки $l=15$ мм Половина угла

сектора лепестка цанги $\alpha = 12^\circ$

Модуль упругости материала цанги $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па

Коэффициент трения на рабочей поверхности цанговой
разжимной втулки $f_{тр}=0,2$

Определяем силу резания (координатно - расточная операция)[7]:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 3000 \cdot 0,5 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 166^{-0,15} = 168 \text{ Н}$$

Определяем момент проворота детали на разжимной оправке

$$M = P_z \cdot \frac{D}{2} = 168 \cdot 0,0065 = 1,1 \text{ Нм}$$

Определяем требуемую силу закрепления детали на разжимной
оправке

$$Q = \frac{2M}{f_{тр} \cdot d} = \frac{2200}{0,2 \cdot 12,5} = 800$$

Определяем осевую силу зажима

$$N = Q \cdot Tg \frac{\alpha}{2} = 462 \text{ Н}$$

2.2 Проектирование гибкой производственной системы (модуля).

ГПМ состоит из единицы технологического оборудования, оснащенного УЧПУ и средствами автоматизации технологического процесса. ГПМ функционирует автономно, осуществляя многократные циклы, и может встраиваться в ГПС более высокого уровня.

В состав ГПМ входят: металлорежущий станок с ЧПУ; транспортно-накопительная система; магазин инструментов и устройств их автоматической смены; устройства автоматического контроля размеров режущего инструмента; система контроля за состоянием процесса резания; механизм автоматической смены элементов зажимных приспособлений.

В нашем случае для автоматизации токарного участка, где происходит обработка детали типа «Полумуфта» проектируем гибкий производственный модуль с использованием вертикального обрабатывающего центра ФС130МФ3 и промышленного робота Российского производителя ARKODIM.

Роботы ARKODIM производятся серийно в виде типовых моделей и индивидуально, исходя из технического задания заказчика. Они могут иметь разные размеры, обладать разным классом точности, разной скоростью передвижения, разной грузоподъемностью и иметь 3, 4, 5, 6 или 7 осей перемещения, все зависит от поставленных перед роботом задач [9].

Для ГПМ возьмем индивидуальную комплектацию робота манипулятора:



Рис.2.2 – Промышленный робот ARKODIM

Таблица 2.1 – Технические характеристики робота – манипулятора [10]

Количество осей	3
Привод оси Z, перемещение, мм	Серво, 1800
Привод оси X, перемещение, мм	Серво, 2500
Привод оси Y, перемещение, мм	Серво, 3000
Габариты Д x Ш x В, мм	2000x1500x3000
Скорость перемещения max, м/мин	72
Повторяемость, мм	±0,05
Грузоподъемность, кг	5
Стоимость базовой комплектации	2 000 000 руб.

Для данного ГПМ спроектируем компоновочную схему, которая предоставлена на рис. 2.3 . Где:

- 1 – Токарный центр ФС130МФ3;
- 2 – Промышленный робот ARKODIM;
- 3 – Заготовки и готовые детали.

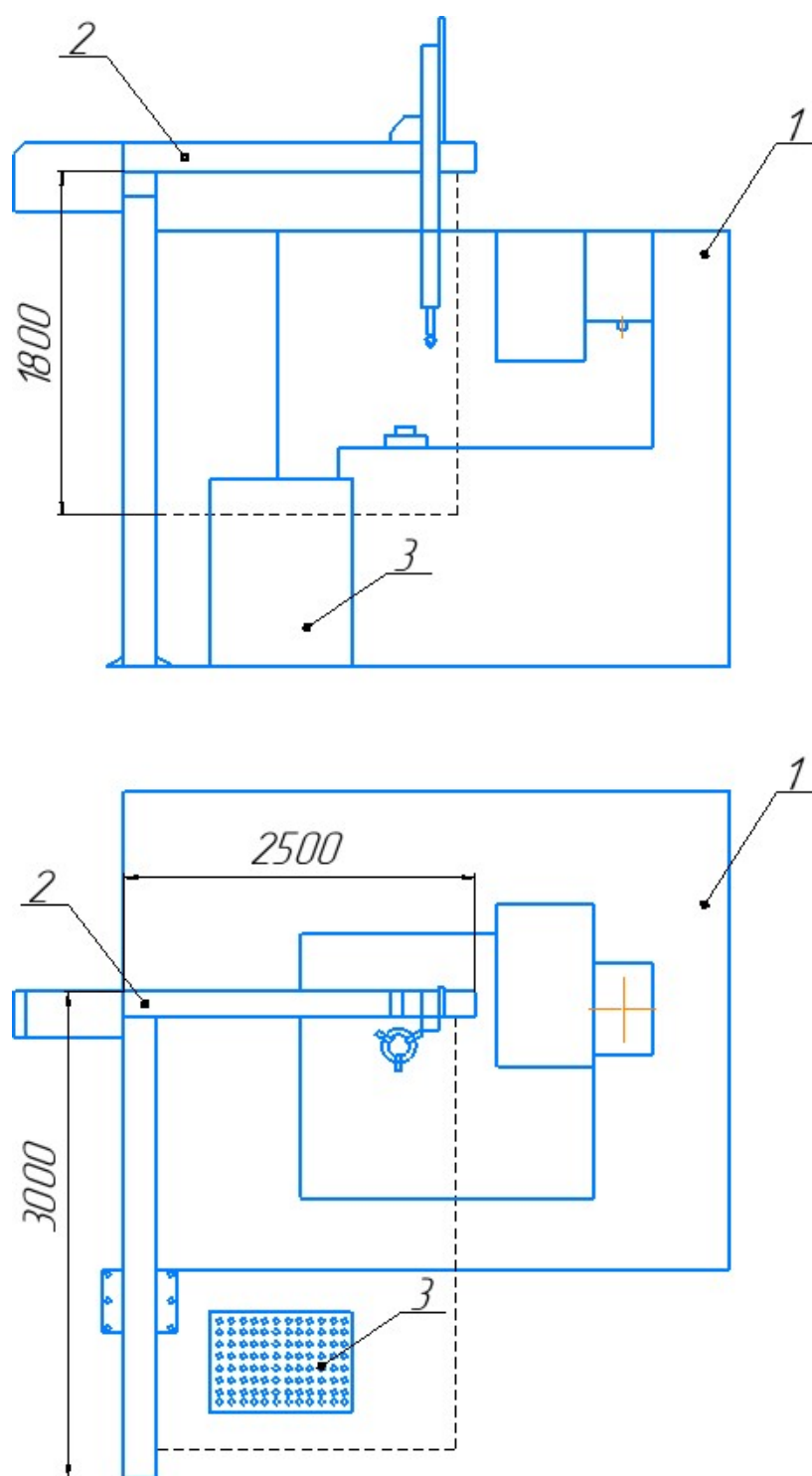


Рис. 2.3 – компоновка ГПМ

Данный ГПМ позволяет автоматизировать фрезерную обработку на обрабатывающем центре ФС130МФ3.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
154A 9 1	Го Таоюй

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	ОМШ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала

Оценка конкурентоспособности ИП
Матрица SWOT
Диаграмма Ганта
Бюджет НИ
Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24 . 04 . 2023
---	----------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A91	Го Таоюй		

3.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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.

В данной работе рассматривается вопрос технологической подготовки производства детали типа «Полумуфта» в ходе которого осуществляется создание технологического маршрута, операций, а также средств технологического оснащения.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Оценка коммерческого потенциала

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка.

Таблица 3 . 1 – Карта сегментации рынка

	Виды работ	
	Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Фирма 1	-	+

Фирма 2	+	-
Фирма 3	+	+

Исходя из таблицы 1 можно сделать вывод, что наиболее перспективной является фирма 3 так, как она занимается разработкой и изготовлением деталей. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

На сегодняшний день в Томске можно выделить лишь два наиболее влиятельных предприятий-конкурентов в области производства детали

«Полумуфта»: ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева» и АО «НПЦ Полнос».

В таблице 3.2 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали.

Таблица 3.2 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии катализатора							
1. Производительность	0,3	5	5	5	1,5	1,5	1,5
2. Срок службы	0,3	5	5	5	1,5	1,5	1,5
Экономические критерии оценки эффективности							
3. Цена	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
4. Уровень проникновения на рынок	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5

5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого:	1	21	23	24	4,6	4,6	4,8

B_{ϕ} – продукт проведенной исследовательской работы;

$B_{к1}$ – ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева»;

$B_{к2}$ – АО «Научно-Производственный Центр Полюс».

Исходя из таблицы 3.2 можно сделать вывод, что разработанный в данной бакалаврской работе технологический процесс изготовления детали «Полумуфта» может составить конкуренцию уже устоявшимся на рынке предприятиям. Главным плюсом данной разработки является более низкая стоимость детали на рынке.

3.1.2 Технология QuaD

Технология QuaD представляет собой инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и её перспективность на рынке, а также позволяющий принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 3. 3 – Оценка разработки

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительная значимость (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Скорость производства	0,06	80	100	0,8	0,048
2. Энергоэффективность	0,05	50	100	0,5	0,025
3. Универсальность техпроцесса	0,1	50	100	0,5	0,05
4. Простота контроля изделия	0,1	65	100	0,65	0,065
5. Потребность в специальной оснастке	0,01	100	100	1	0,01
6. Такт выпуска изделия	0,1	70	100	0,7	0,07
7. Сложность исполнения	0,01	60	100	0,6	0,006
8. Трудоёмкость	0,04	50	100	0,5	0,02
9. Материалоёмкость	0,1	75	100	0,75	0,075
10. Безопасность	0,01	80	100	0,8	0,008
11. Экологичность	0,02	70	100	0,7	0,014
12. Технологичность	0,08	90	100	0,9	0,072

Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13.	0,03	75	100	0,75	0,0225

Конкурентоспособность продукта					
14. Ликвидность	0,06	85	100	0,85	0,051
15. Перспективность рынка	0,07	90	100	0,9	0,063
16. Цена	0,1	90	100	0,9	0,09
17. Послепродажное обслуживание	0,01	10	100	0,1	0,001
18. Финансовая эффективность	0,02	60	100	0,6	0,012
19. Срок выхода на рынок	0,02	70	100	0,7	0,014
20. Наличие патента	0,01	10	100	0,1	0,001
Итого	1				0,7185

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot B_i ;$$

где: $П_{\text{ср}}$ — средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i — вес показателя (в долях единицы);

B_i — средневзвешенное значение -го показателя.

$П_{\text{ср}} = 0,7185$, значит технологический процесс имеет перспективность выше среднего.

3.1.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT – анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 3.4 – Матрица SWOT – анализа

	Сильные стороны: С1. Использование современного оборудования; С2. Наличие детального бизнес-плана; С3. Перспективы установления долгосрочных связей с партнерами и заказчиками; С4. Минимальные затраты на материалы; С5. Актуальность проекта; С6. Низкая квалификация рабочих.	Слабые стороны: Сл1. Риск усиления конкуренции; Сл2. Необходимость специальной оснастки; Сл3. Трудность массового производства; Сл4. Высокие требования к качеству продукции; Сл5. Обслуживание оборудования.
Возможности: В1. Выходы на новые рынки сбыта продукции; В2. Улучшение качества продукции; В3. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции; В4. Увеличение объема продаж.	За счет использования современного оборудования улучшится качество продукции и уменьшится ее себестоимость, что и позволит увеличить уровень объема продаж и выйти на новые рынки сбыта продукции.	При усилении конкуренции, присутствует возможность вытеснения с новых рынков сбыта продукции. Из-за необходимости специальной оснастки и высоких требований к качеству выпускаемой продукции увеличится себестоимость продукции.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса; У2. Появление новых производственных технологий; У3. Проблемы с поставкой некачественного сырья;	Для отсутствия появления новых производственных технологий требуется использовать современное оборудование с минимальными затратами на материалы, для	В связи с высокими требованиями к качеству выпускаемой продукции, необходимо исключить возможность поставки некачественного сырья, для этого требуются

У4. Изменение ситуации на рынке.	удержания минимальной стоимости продукции.	специалисты в сфере материаловедения, для приемки сырья.
----------------------------------	--	--

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

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 3. 5

Таблица 3 .5 – 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 работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель

Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер
--	----	-----------------------------------	---------

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.1)$$

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

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

$t_{\max i}$ – 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.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{\chi_i} \quad (4.2)$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

χ_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):

$$T_{ki} = \frac{T_{pi}}{k_{кал}} \quad (4.3)$$

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 (2023 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – 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		$t_{ож\dot{u}}$, 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 работ	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7

6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	13,5	68,5	68,5	102

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

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	 											
3	Обзор научной литературы	Исп2	11												
4	Выбор методов исследования	Исп2	6												
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7			 									
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9												
7	Проведение эксперимента	Исп2	25												
8	Обработка полученных данных	Исп2	18												
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5								 				
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель),



– Исп. 2 (инженер)

3.3 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.

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. Представим результаты расчета потребности в материалах на НТИ в таблице 3.8

Таблица 3.8 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Сталь 20	руб./т	0,038	109 990	4 180
СОЖ	руб./л	208	88 955,90	88 955,90
Всего:				93 135,90

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ

В данную статью включаются все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-

измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов),
необходимого для проведения работ.

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во оборудования шт.	Срок полезного использова ния, лет	Цена единицы оборудования, руб.	Затраты на материалы , руб.
1	Ленточнопильный станок JET HBS-1018W	1	5	300000	345000
2	Токарный станок ИЖ - 250	1	5	763000	877450
3	токарный станок с ЧПУ ТС16A20Ф3	1	5	1590000	1828500
4	Ванны для химического оксидирования.	1	5	130000	149500
	Всего:				3200450

При приобретении спецоборудования необходимо учесть
затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 3 .9 –Расчет бюджета затрат на приобретение
спецоборудования для научных работ

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:

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

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 5 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 3200450}{12} = 53340.83 \text{руб}$$

3.4 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает в себя основную заработную плату $Z_{\text{осн}}$ и дополнительную заработную плату $Z_{\text{доп}}$:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от $Z_{\text{осн}}$.

Основная заработная плата работника:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где: T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d},$$

где: Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дней $M=11$ месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней $M=10$ месяцев, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где: Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{TC});

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

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

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где: $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 37000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 72150 \text{руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{72150 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 3607,5 \text{руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 3607,5 \cdot 13,5 = 48701,25 \text{руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 48701,25 = 6574,67 \text{руб.}$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 20000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 39000 \text{руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{39000 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1950 \text{руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1950 \cdot 17 = 33150 \text{руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 33150 = 4475 \text{руб.}$$

Представим результаты расчетов в итоговой таблице 3.10

Таблица 3.10 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{тс}$ руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{мр}$ уб.	$Z_{днр}$ уб.	$T_{пр}$ аб. дн.	$Z_{оснр}$ б.	$k_{д}$	$Z_{доп}$ руб.	Итого,руб.
руководитель	37000	0,3	0,2	1,3	72150	3607,5	13,5	48701.25	0,135	6574,7	55275,95
инженер	20000				39000	1950	68,5	133575		18032,6	151607,6

3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot З_{\text{осн}} ;$$

где: $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 3.11 – Б ю д ж е т з а т р а т н а п р о е к т и р о в а н и е з а к а л о ч н о й у с т а н о в к и

Наименование	Сумма,руб.
1. Материальные затраты проекта	93135,0
2. Амортизация	53340.83
3 . Затраты по основной зарплате	182 276,25
4 . Затраты по дополнительной зарплате	24 607,29
5 . Отчисления во внебюджетные фонды	62 065,06
6 . Накладные расходы	82 084,89
Бюджет затрат на проектирование	498 509,32

Бюджет всех затрат проекта равен 498 509,32 рублей .

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимости i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го

варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b^a, b^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3. 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	4	4
5. Надежность	0,25	4	5	5
6. Материалоемкость	0,15	5	3	3
ИТОГО	1	4,4	4,1	4

$$I_{p-исп1} = 5*0,1 + 4*0,15 + 5*0,15 + 4*0,2 + 4*0,25 + 5*0,05 + 4*0,01 = 3,94;$$

$$I_{p-исп2} = 3*0,1 + 2*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 2*0,05 + 4*0,1 = 3,15;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,1 + 3*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 4*0,05 + 4*0,1 = 3,5.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 32) и выбрать

наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп\ 1}}{I_{исп\ 2}}$$

Таблица 3. 13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель	0,51	1	0,89
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,1	4
3	Интегральный показатель эффективности	8,6	4,1	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2	0,9	1

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 календарных дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 498 509,32 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,51, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,8 и 4,05;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 8,6, по сравнению с 4,1 и 4,15, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A91	Го Таоюй

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает деталь «Полумуфта». В технологическом бюро проводится проектирование технологического процесса изготовления детали «Полумуфта». Область применения – машиностроительная, приборостроительная отрасль. Работа проводится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020); - ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: - Повышенный уровень шума; - Повышенная или пониженная температура рабочей среды; - Отсутствие или недостаток естественного и искусственного освещения. Опасные факторы: - Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; - Электрический ток.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: - Пыль и разнообразные твердые частицы.

	Гидросфера: - Смазочно-охлаждающая жидкость. Литосфера: - Мусор.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: наводнения, ураганы, штормы, пожары, обрушение зданий, землетрясения, пандемия.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.04.2023
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД,ШБИП)	Сечин Александр Иванович	д.т.н		24.04.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A91	Го Таоюй		24.04.2023

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1 Введение

В данной выпускной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления детали «Полумуфта». Объектом исследования в данном случае было выбрано технологическое бюро.

В данном разделе бакалаврской работы рассмотреть правовые и организационные вопросы, а также производственную, экологическую безопасность и безопасность при чрезвычайных ситуациях. После чего разработать меры по снижению или ликвидации возможных опасностей для здоровья человека.

4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В данном подразделе рассматриваются специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. Указываются особенности трудового законодательства применительно к конкретным условиям проекта.

Перечень регламентов о взаимоотношениях работодателя и работника указаны в трудовом кодексе РФ. Целями трудового законодательства являются установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов работников и работодателей.

Укажем особенности трудового законодательства:

- Работникам, условия труда которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 2,3 или 4 степени либо опасным условиям труда предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск. Его минимальная продолжительность составляет 7 календарных дней, согласно ст. 117 ТК РФ.
- Работники, занятые на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в т. ч. на подземных работах), а также на работах, связанных с движением транспорта, должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры согласно ст. 213 ТК РФ.
- В соответствии с пенсионным законодательством работники, проработавшие в особых условиях определенный период времени, пользуются правом на досрочный выход на пенсию по возрасту (ст. 27, 28 Федерального закона от 17.12.2001 № 173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации»; далее – Закон № 173-ФЗ).

- На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются сертифицированная специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (далее – СИЗ), а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами (ст. 221 ТК РФ).
- Продолжительность рабочего времени работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, не может превышать 36 часов в неделю согласно ст. 92 ТК РФ.

4.3 Производственная безопасность

В данном разделе анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения. Для идентификации потенциальных факторов использовать ГОСТ 12.0.003-2015

«Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов представим в виде таблицы 3. 1.

Таблица 4. 1-Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Повышенный уровень шума	-	+	+	Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [1]
Повышенная или пониженная температура рабочей среды	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96 [2]
Отсутствие или недостаток естественного и искусственного освещения	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. СП 52.13330.2016 [3]
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	-	+	+	Процессы производственные. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.3.002-75 [4]
Электрический ток	+	+	-	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.38-82 ССБТ [5]

4.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствие с таблицей 1 описать все выявленные вредные и опасные факторы.

Источниками возникновения повышенного уровня шума могут являться промышленное оборудование, система вентиляции и транспорт, находящийся на территории предприятия и т.д.

Повышение уровня шума оказывает вредное воздействие на организм человека. В результате длительного воздействия шума нарушается нормальная деятельность сердечнососудистой и нервной систем, пищеварительных и кроветворных органов, развивается профессиональная тугоухость, прогрессирование которой может привести к полной потере слуха. Шум способен увеличивать содержание в крови таких гормонов стресса, как кортизол, адреналин и норадреналин - даже во время сна. Чем дольше эти гормоны присутствуют в кровеносной системе, тем выше вероятность, что они приведут к опасным для жизни физиологическим проблемам.

Мероприятия по борьбе с шумом подразделяются на организационно-технические, архитектурно-планировочные и лечебно-профилактические, а именно:

- устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;
- применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных);
- группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами;
- использование средств индивидуальной защиты;
- введение регламентированных дополнительных перерывов;

- проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров.

Самые распространенные средства индивидуальной защиты от шума – это пробки, наушники, вкладыши (беруши) и шлемы. Принцип действия этих аксессуаров – защита непосредственно органов слуха человека. Максимально герметично закрывая уши, СИЗ служат барьерами от чрезмерно громких звуков, не позволяя разрушать слуховую и нервную системы человека. Такие способы защиты от производственного шума наиболее эффективны на уровне высоких частот.

Источником возникновения отклонений показателей температуры рабочей среды служат термическая обработка, температура окружающей среды.

Повышенная или пониженная температура рабочей среды не благоприятно влияет на организм человека, а именно: способствует нарушению обменных процессов в организме, способствует возникновению различных острых и хронических простудных заболеваний, контакт с горячей (свыше 45 град. С) поверхностью может вызвать ожоги незащищенных участков тела.

Согласно нормам СанПиН 2021, температура на рабочем месте 18-20 градуса по Цельсию при относительной влажности воздуха 60-40%.

На предприятии установить систему отопления и кондиционирования, для поддержания необходимой температуры рабочей среды, а на участке термической обработки обеспечивать работников специальной экипировкой.

Отсутствие или недостаток естественного и искусственного освещения может возникнуть из-за неправильного расположения источников освещения.

Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт,

является причиной головной боли и бессонницы.

Требования по освещенности указаны в СП 52.13330.2016.

Для предотвращения недостаточной или избыточной освещенности использовать современные источники света, а также произвести расчеты освещенности для нахождения оптимальных параметров освещенности производственных помещений.

Источником опасности являются подвижные части и детали машин (станков) и внутризаводской транспорт.

Воздействие на организм человека данного фактора может быть различным, вплоть до летального исхода.

Общие правила безопасности на производстве указаны в ГОСТ 12.3.002-75.

Все работники, независимо от должности и места работы, несут ответственность за поддержание порядка на своем рабочем месте, а также они обязаны своевременно убирать мусор и содержать рабочее место в чистоте и не загромождать проходы, коридоры, пути эвакуации.

Источником возникновения данного фактора являются электрическое оборудование и токоведущие коммуникации.

Действие электрического тока на организм человека может быть тепловым (ожоги), механическим (разрыв тканей, растрескивание костей), химическим (электролиз), и биологическим (нарушение функций нервной системы и управляемых ею процессов в живом организме).

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.038-82 ССБТ.

4.5 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

4.5.1 Анализ условий труда на рабочем месте

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

- 1) рабочий стол устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;
- 2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;
- 3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;
- стены – сплошные, светло-голубые;
- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.

Согласно СН 245 – 71 объем помещений таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4.5 м² площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

В связи с тем, что проведение экспериментов занимает длительное время, работать в помещении лаборатории приходится как в светлое, так и в темное время суток, что неизбежно обуславливает необходимость использования искусственного освещения.

Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

4.5.2 Анализ показателей микроклимата

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек

дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 4.2 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

4.5.3 Анализ показателей шума и вибрации

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должен превышать 80 дБА. В нашем случае этот

параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.5.4 Анализ освещенности рабочей зоны

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 15\text{м}$, ширина $B = 6\text{м}$, высота $= 3,5\text{м}$. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0\text{м}$. Согласно СНиП 23-05-95 создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 15 \times 6 = 90\text{м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор $\rho_C = 40\%$, свежепобеленного потолка $\rho_P = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,2$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен

$$\Phi_{\text{ЛД}} = 3000 \text{ Лм.}$$

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40Вт каждая, длина светильника равна 1200мм, ширина – 260мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5\text{м}$.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

Где: h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h_p = H - (h_c + h_n), \text{ м}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\Pi} = 70 \%$, $\rho_{\Sigma} =$

40% и индексе помещения $i = 1,97$ равен $\eta = 0,65$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток

4.5.5 Анализ электробезопасности

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности

поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены.

Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В —

обязательно на фарфоровых изоляторах.

4.5.6 Анализ пожарной безопасности

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом.

4.6 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду.

Данное производство будет не благоприятно воздействовать на атмосферу путем выбросов пыли и разнообразных твердых частиц в окружающую среду. Данное загрязнение будет образовываться из-за присутствия механообработки металлов, в ходе которой образуются мелкая металлическая пыль. Для устранения данных выбросов в атмосферу установить фильтрующие элементы, которые будут задерживать пыль.

На производстве есть вероятность попадания смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в гидросферу путем случайного разлива СОЖ и попадания ее в систему водоотвода воды с пола производственного помещения. Поэтому использовать специальные фильтрующие установки, которые фильтровать воду от данного загрязнения.

На предприятии будет возникать бытовой мусор, для того, чтобы данный мусор не попадал в окружающую среду на территории всего предприятия установить мусорные баки, что позволит минимизировать данный фактор.

4.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В данном подразделе проводится краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого решения. Чрезвычайные ситуации могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера. В ходе выполненного анализа были определены возможные виды ЧС:

- Наводнения;
- Обрушение зданий;
- Пандемия;
- Пожары;
- Ураганы;
- Землетрясения;
- Штормы.

Наиболее возможным видом ЧС является пожар. Чаще всего причинами возникновения пожара служат: неисправности электроаппаратуры и электрических коммуникаций; неисправности отопительных и вентиляционных систем; неисправности производственного оборудования; не соблюдение персоналом установленных требований пожарной безопасности или умышленный поджог. Для обеспечения сотрудникам безопасности на предприятии, предлагается осуществить ряд мер:

- на каждой двери служебного либо складского помещения следует разместить таблички, оповещающие об уровне пожароопасности;

- специальная одежда и оборудование (защитные костюмы, маски, перчатки и сапоги) должны находиться в аккуратно сложенном или подвешенном виде в железных шкафах, расположенных в отдельных помещениях;
- специальные наружные пожарные лестницы и защитные ограждения на крыше должны проверяться специалистами как минимум два раза в год. Обязательно составление заключения;
- в каждом помещении на видных местах располагаться информационные таблички с указанным на них номером службы спасения;
- все противопожарные системы и установки с автоматическим управлением (противопожарные сигнализации, механические двери, системы подачи воды и т.д.) содержать в исправности, регулярно проводить проверки, ремонт и замену по необходимости;
- после каждой рабочей смены помещения и оборудование осматривать, проверять, убирать и чистить. Отключать от электросети аппараты (исключение составляют те, которые должны работать по назначению круглосуточно);
- организовать специальные места для курения, расположить урны для окурков.

4.8 Выводы по разделу

В данном разделе бакалаврской работы рассмотрены правовые и организационные вопросы, а также производственная, экологическая безопасность и безопасность при чрезвычайных ситуациях. На основе произведенного анализа были разработаны меры и приведен ряд рекомендаций по снижению воздействия данных факторов на проектируемом производстве, что позволит обеспечить оптимальные условия труда и охрану окружающей среды.

Данная работа сводится к нахождению и определению различных нарушений с целью обезопасить будущих работников данного проектируемого предприятия. Все выше описанные мероприятия направленные на защиту здоровья человека возможно и внедрить в разрабатываемое предприятие, что в определенный момент может спасти жизнь работникам или не дать ухудшить им здоровье.

Представлены правовые нормы социальной ответственности и решены организационные вопросы. Проведен анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте. Выявлены источники экологической опасности на рабочем месте. Проектные решения принимаются во избежание несчастных случаев на производстве и для снижения воздействия на окружающую среду.

Заключение

В «Технологическом» и «Конструкторском» разделе выполнен процесс обработки детали, определены размер обработки и расчёт усилия для закрепления заготов ки и спроектировано механизированное приспособление с пневмоприводом, кроме этих выяснил все процессы обработки детали.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» осуществился анализ затрат.

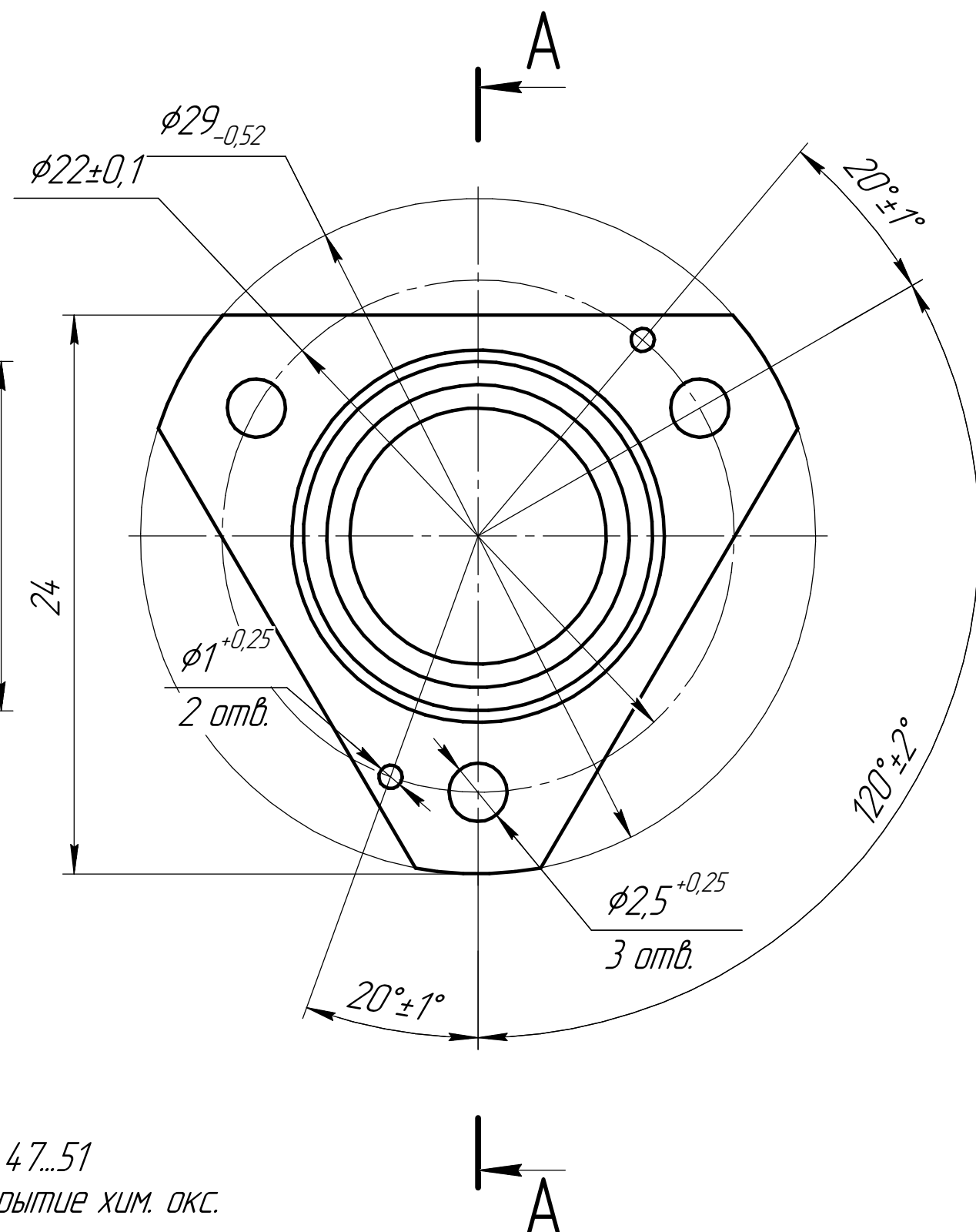
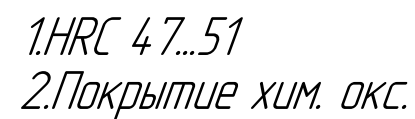
В разделе «Социаль ная ответственность» проведен анализ некоторых факторов в производственном цехе, исследованы возможные опасности и применены превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

Список литературы

1. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.-М.: ООО ВИД "Альянс", 2015.-256с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] //URL:http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pri_puskov_VN_rusPDF.pdf
4. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.; ил.
5. Гольдштейн Г.Я.. Стратегический инновационный менеджмент: Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. - 267 с.. 2004.
6. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т. / под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Суслова. – 5-е изд., испр. – Москва: Машиностроение-1 Машиностроение, 2003.
7. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
8. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
9. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.
10. Промышленный робот ARKODIM российского производства [Электронный ресурс] Режим доступа:http://www.arkodimpro.ru/katalog/izgotovlenie_oborudovaniya/promyishlennyiy

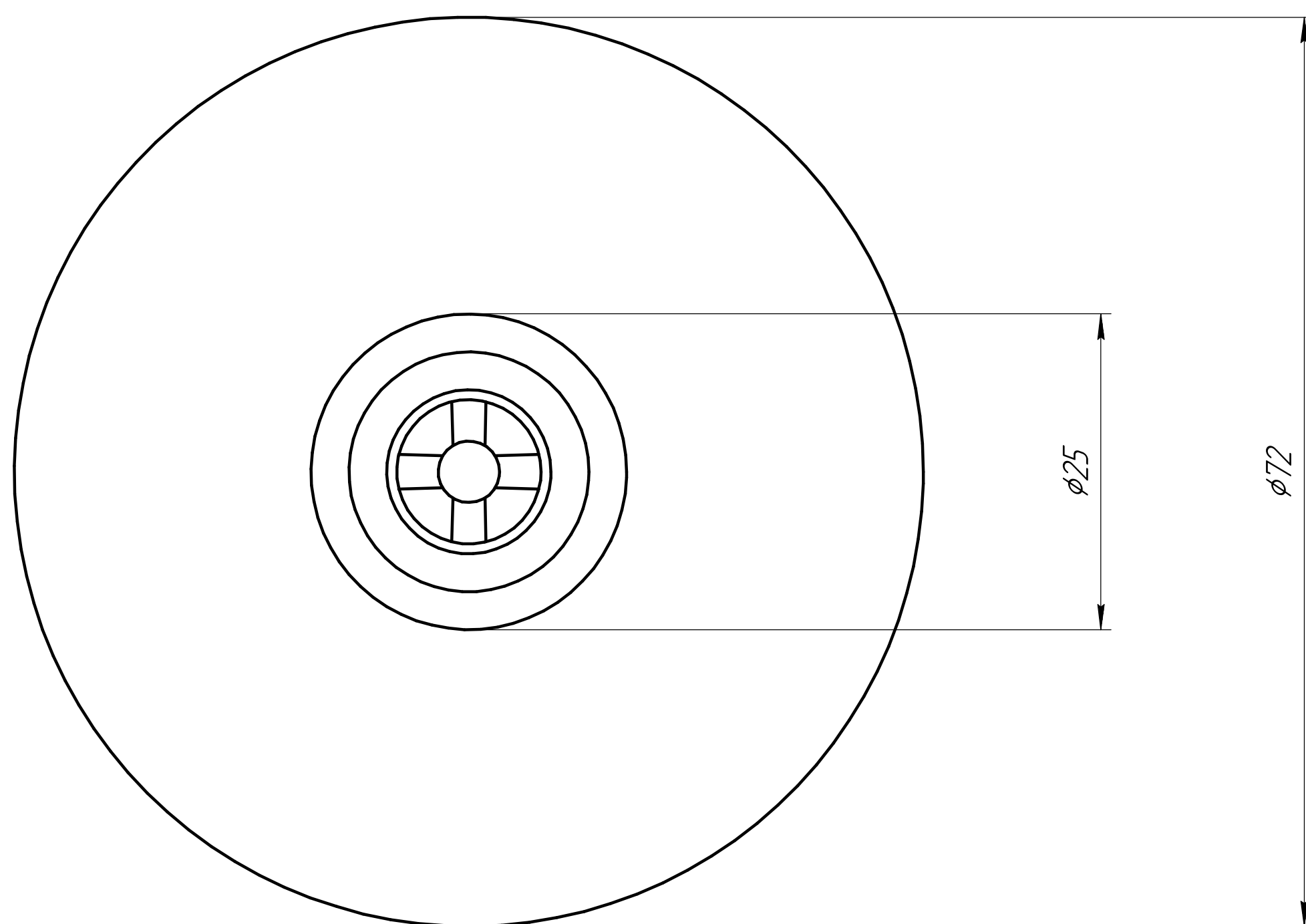
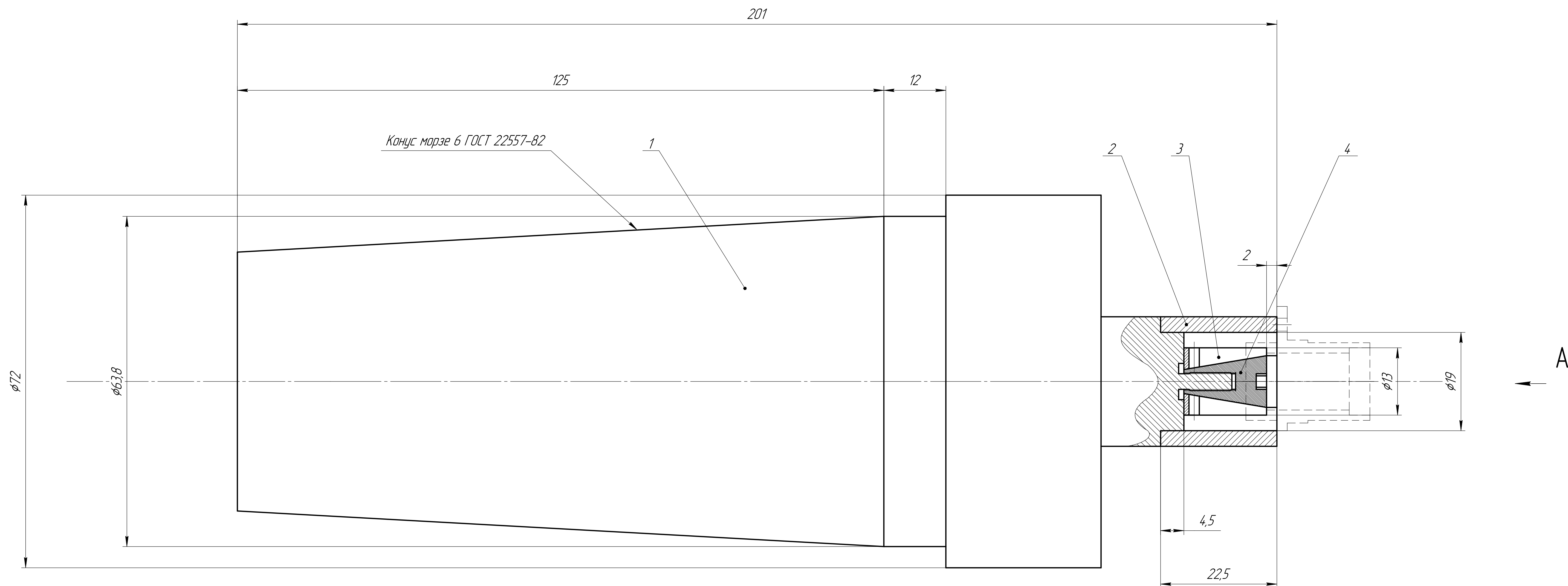
Приложение А

Чертеж детали «Полумуфта»



					ИШНПТ154А91				
					Полумуфта	Лит.	Масса	Максимум	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		У		0,02	4:1
Разраб.	Го Таююй								
Проб.	Кувшинов.К.А.					Лист	Листов 1		
Т.контр.									
Н.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016	ТПУ ИШНПТ Группа 154А91			
Утв.									

Приложение Б
Чертёж приспособления



Технические характеристики

1.Ход гайки-конуса 2 мм

Технические требования

- 1. При установке заготовки на приспособление торец гайки –конуса не должен выступать за цангу.*
- 2. При установке заготовки на приспособление торец являющийся базой, должен упираться в торец кольца*

					ИШНПТ 154А 91.00.00.00.00.00.СБ		
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Цанга разжимная Сборочный чертёж		
Разраб	Го Талиев						
Проб	Кудышова К.А.						
Г. контр							
И.контр					Лист		Листов 1
Утв					ТПУ ИШНПТ Группа 154А91		

Приложение В

Спецификация

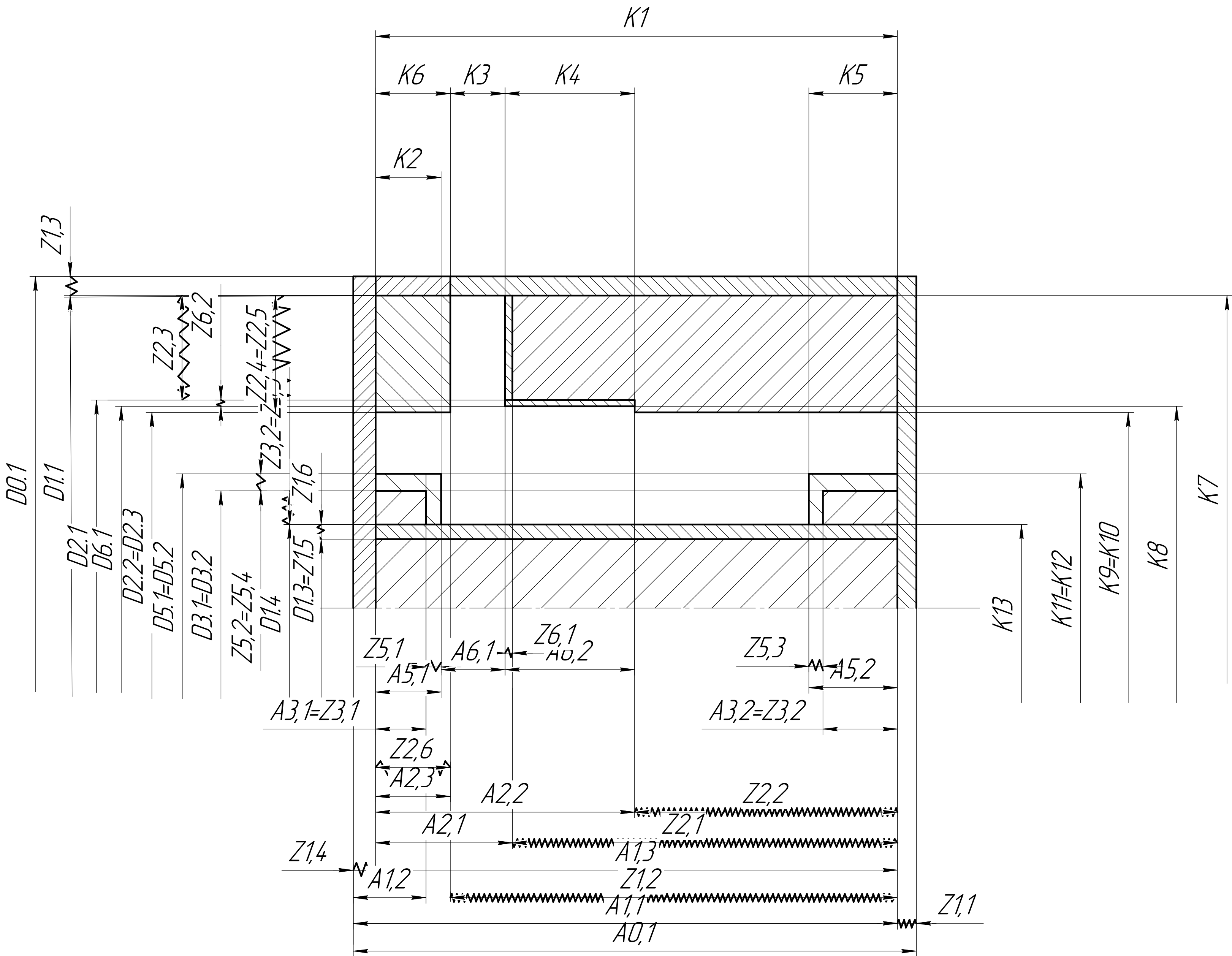
Приложение Д
Технологическая Карта

№ п/п	№ годич.	Подпись	Взам. упр. №	Инд. № годич.	Подпись
1					

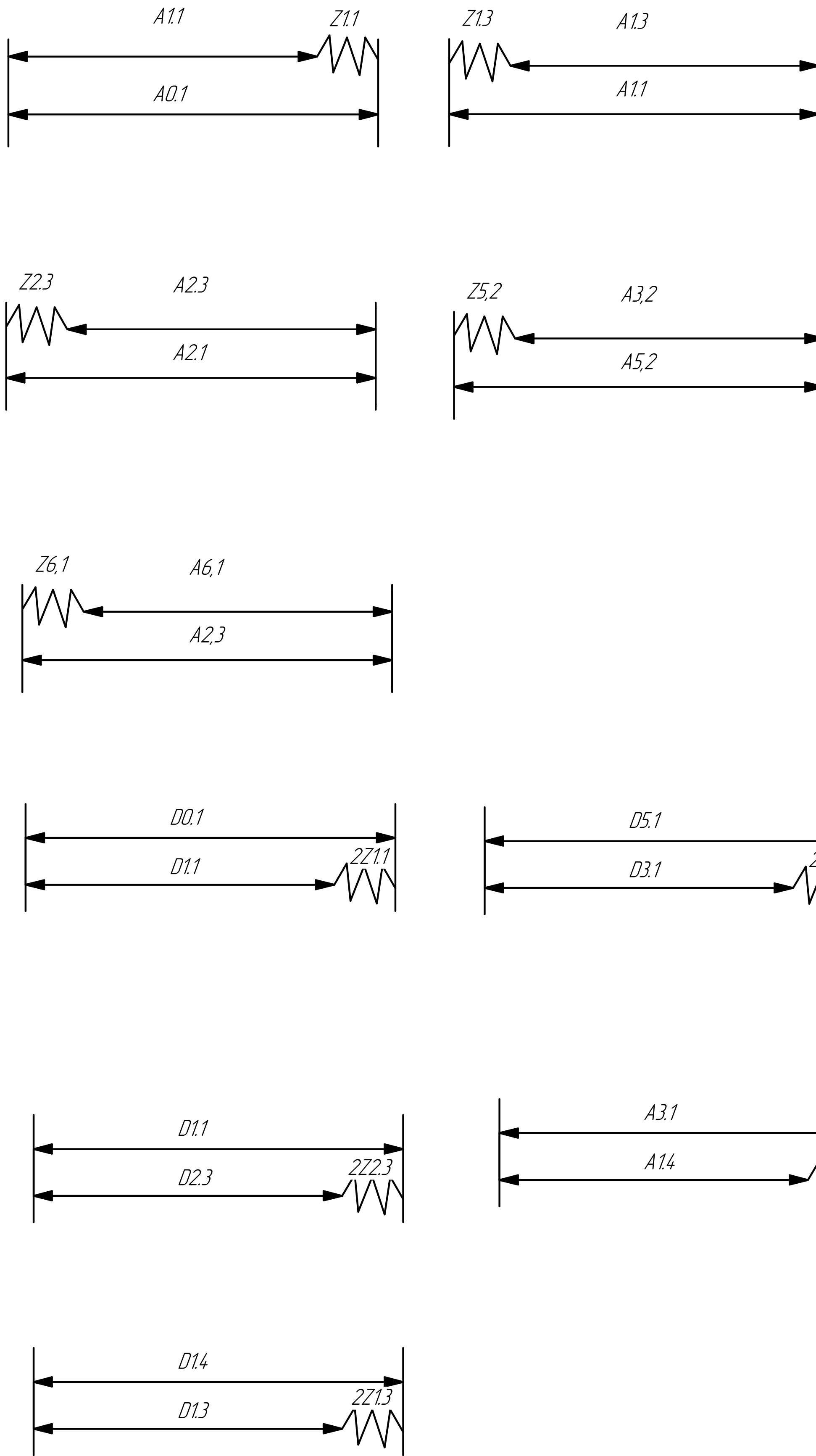
						ИШНПТ-154А91				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Догов.		Операционная карта		Лист	Масса	Масштаб
Разработ.		Г.о. Гвард.								
Проб.		Кубицкий КА								
Т.контр.								Лист	1	Листов
Исполн.								НИ ТПУ		
Удп.								Группа 154А91		

					ИШНПТ-154А91	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

Размерная схема



Размерные цепи



ИШНПТ154А91									
Размерная схема									
Лист 1									
Листов 1									
ТТУ ИШНПТ									
Группа 154А91									
Формат А1									