

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01.Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали «Ползун»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Чжан Хао		03.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кувшинов К.А.			03.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	Д.э.н.		03.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	Д.т.н.		03.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	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 ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01.Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15.03.01

_____ Ефременков Е.А.

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Чжан Хао

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Ползун»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№34-77/с от 03.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	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	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Кувшинов К.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

РЕФЕРАТ (THE REPORT)

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.12.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кувшинов К.А.			13.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Чжан Хао		13.12.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 163 страниц пояснительной записки, 8 страниц приложения, 15 таблиц, 19 рисунков, 5 литературных источников, 6 листа графического материала формата А1 и 3 листа графического материала формата А4.

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

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

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

Объектом исследования является деталь «Ползун».

THE REPORT

The final qualifying work contains 163 pages of an explanatory note, 8 pages of an appendix, 15 tables, 19 figures, 5 references, 6 sheets of graphic material in A1 format and 3 sheets of graphic material in A4 format.

Key words: slider, 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 the need to develop a technological process for the manufacture of a specific part "Crawler", which is provided with the required accuracy.

The object of the study is the detail "Crawler".

Оглавления

Введение	12
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	14
1.1 Исходные данные	14
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	15
1.3 Определение типа производства	16
1.4 Выбор исходной заготовки	19
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «Ползуна»	21
1.6 Размерный анализ технологического процесса	28
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров	31
1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры	31
1.7.2 Определение допусков на осевые размеры	32
1.8 Допуски на технологические размеры	33
1.9 Расчет припусков на обработку заготовки	35
1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры	35
1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры	37
1.10 Расчет технологических размеров	40
1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметрально размеры	40
1.10.2 Расчет технологических размеров на осевые размеры	45
1.11 Выбор средств технологического оснащения	48
1.12 Расчет режимов резания	55

1.12.1 Токарная операция: подрезка торца $A_{1,1}$	55
1.12.2 Токарная операция : точение поверхности $D_{1,1}$, черновая обработка.....	58
1.12.3 Токарная операция : Сверлить отверстие $D_{1,2}$, черновая обработка.....	61
1.12.4 Токарная операция : Расточить отверстие $D_{1,3}$	63
1.12.5 Токарная операция : подрезание торца $A_{1,2}$	65
1.12.6 Фрезерная операция : фрезеровать отверстие $A_{2,1} \times 3$	68
1.12.7 Фрезерная операция : фрезерование фаски $A_{2,2} \times 3$	70
1.12.8 Фрезерная операция : фрезерование отверстия $A_{2,3} \times 3$	72
1.12.9 Фрезерная операция : Нарезание резьбы $M2.5-7H \times 3$	74
1.12.10 Фрезерная операция : фрезерование пазы $A_{3,1} \times 3$	76
1.12.11 Фрезерная операция : фрезерование торцы $A_{3,1} \times 3$	78
1.12.12 Фрезерная операция : фрезерование отверстия $A_{3,2} \times 3$ (черновой)	80
1.12.13 Фрезерная операция : фрезерование отверстия $A_{3,2} \times 3$ (чистовое).....	82
1.12.14 Кругло шлифовальная операция : шлифование отверстие $\phi D_{2,1}$	84
1.13 Расчет основного времени.....	85
1.14 Определение штучного времени.....	90
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	95

2.1 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления	95
2.2 Разработка принципиальной схемы приспособления	97
2.3 Определение необходимой силы зажима	98
2.4 Расчёт прочности деталей приспособления	103
2.5 Расчет приспособления на точность	104
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	111
3.1 Общая информация	111
3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	112
3.3 Анализ конкурентных технических решений	114
3.4 SWOT-анализ	116
3.5 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	118
3.6 Планирование научно-исследовательских работ	119
3.6.1 Структура работ в рамках научного исследования	119
3.6.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	123
3.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	128
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	133

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	133
4.2 Производственная безопасность	135
Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы.	136
4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов	138
4.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	141
4.4.1 Анализ условий труда на рабочем месте	141
4.4.2 Анализ показателей микроклимата	143
4.4.3 Анализ показателей шума и вибрации	144
4.4.4 Анализ освещенности рабочей зоны	145
4.4.5 Анализ электробезопасности	150
4.4.6 Анализ пожарной безопасности	152
4.5 Экологическая безопасность	155
4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	156
Выводы	160
Заключение	161
Список литературы	162

Введение

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Ползун» для последующего изготовления этой детали в крупносерийном производстве. Ползун — деталь кривошипно-ползунного механизма, совершающая возвратно-поступательное движение по неподвижным направляющим..

Целью данной работы является разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали.

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, проведен анализ чертежа детали и её технологичности, выбран тип производства, описан принцип выбора заготовки соответственно её материалом и серийности производства, выполнен чертёж заготовки, определен маршрут обработки детали с представлением операционных эскизов и описанием переходов по каждой операции, рассчитаны припуски на обработку и технологические размеры, выполнен размерный анализ техпроцесса с уточнением технологических размеров, рассчитаны режимы резания для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования для каждой операции, назначена модель станка, рассчитано время выполнения каждой операции.

В конструкторской части работы рассчитаны усилия для закрепления заготовки и спроектировано механизированное приспособление с пневмоприводом.

Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная работа

содержит следующие основные разделы:

1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

Область применения – машиностроение.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия,

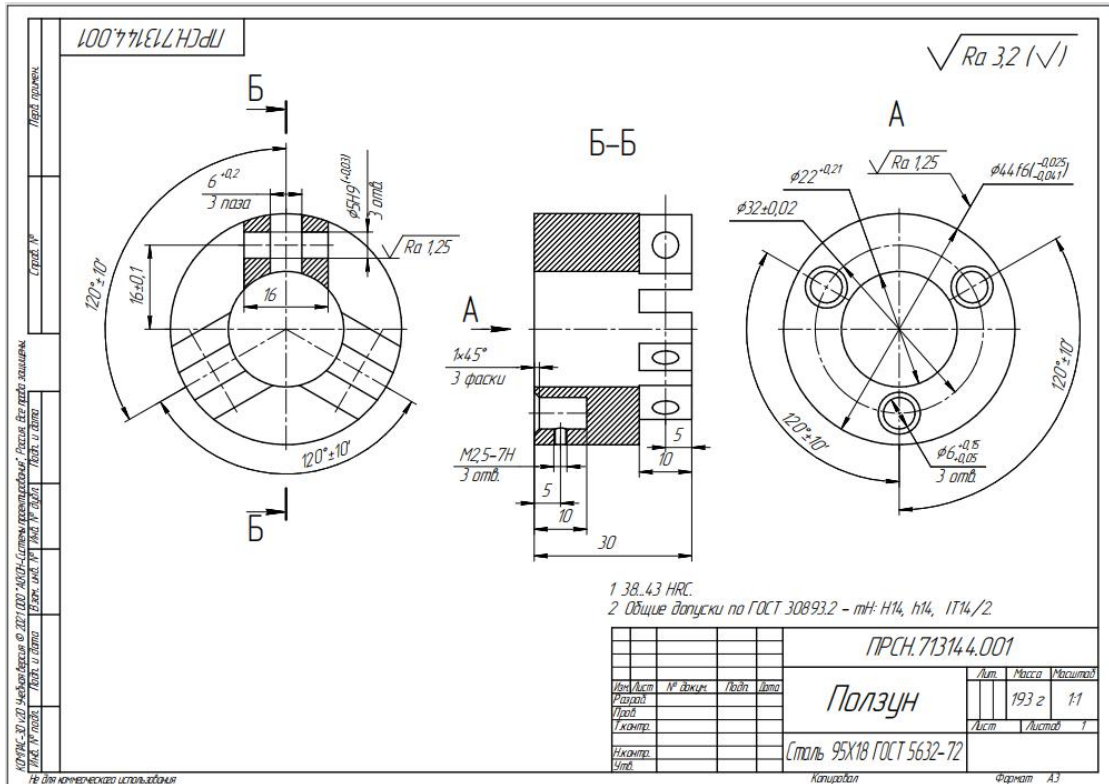


Рисунок 1.1 Чертеж детали «ползун»

показанного на рисунок 1.1.

Чертеж детали в приложении А

Программа выпуска - 5000 шт/год.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь - ползун изготовлен из стали 95Х18 (1% углерода, 18% хрома и железо 78%), Деталь обрабатывается на токарном, фрезерном и круглошлифовальном станках.

Конструкция детали включает в себя минимальное число поверхностей простой геометрической формы (цилиндрические и плоские поверхности). Включает три отверстия с резьбой и три паза шириной 5 мм и длиной 16 мм. Шероховатость на диаметре $\varnothing 44f6_{-0.041}^{-0.025}$ составляет Ra 1,25, так как требует дополнительные чистовые обработки. Размеры на основной поверхности детали установлены, поэтому во время обработки и контроля никаких других расчетов не требуется. Можно использовать универсальные измерительные приборы.

В целом можно отметить, что у детали есть техногочичность.

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.

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{5000} = 48.348 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения операция процесса:

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

где; i - ой основной операции, мин;

n – количество основных операций;

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

Штучно-калькуляционное время [1, с. 147]

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

где T_0 - основное технологическое время, мин.

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

- Отрезание: ($\varphi_k = 1,98$)

$$t_{шт.1} = \varphi_k \cdot 0,19D^2 \cdot 10^{-3} = 1,98 \cdot 0,19 \cdot 50^2 \cdot 10^{-3} = 0,941 \text{ МИН}$$

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

$$\begin{aligned} t_{шт.2} &= \varphi_k \cdot [0,037(D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,172dl + 0,52dl] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,98 \cdot [0,037 \cdot (50^2 - 0^2) + 0,1 \cdot 44 \cdot 30 + 0,52 \cdot 44 \cdot 30] \\ &\cdot 10^{-3} = 1,804 \text{ МИН} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} t_{шт.3} &= \varphi_k \cdot [0,037(D^2 - d^2)] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,98 \cdot [0,037 \cdot (50^2 - 0^2)] \cdot 10^{-3} = 0,183 \text{ МИН} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} t_{шт.4} &= \varphi_k \cdot [0,52Bl \cdot 3 + 0,21Bl \cdot 3 + 0,52Bl \cdot 3 + 0,18Bl \cdot 3] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,73 \cdot [0,52 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 3 + 0,21 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 3 + 0,52 \cdot 2,5 \cdot 3 \\ &\cdot 3 + 0,18 \cdot 2,5 \cdot 3 \cdot 3] \cdot 10^{-3} = 0,199 \text{ МИН} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
t_{шт5} &= \varphi_k \cdot [0,21Bl \cdot 3 + 0,21Bl \cdot 3 + 0,52Bl \cdot 3 + 0,52Bl \cdot 3] \cdot 10^{-3} \\
&= 1,73 \cdot [0,21 \cdot 22 \cdot 10 \cdot 3 + 0,21 \cdot 44 \cdot 10 \cdot 3 + 0,52 \cdot 5 \\
&\quad \cdot 16 \cdot 3 + 0,52 \cdot 5 \cdot 16 \cdot 3] \cdot 10^{-3} = 0,665 \text{ мин}
\end{aligned}$$

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

$$t_{шт6} = \varphi_k \cdot 1,5dl \cdot 10^{-3} = 2,10 \cdot 1,5 \cdot 44 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 4,158 \text{ мин}$$

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

$$\begin{aligned}
T_{cp} &= \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{t_{шт1} + t_{шт2} + t_{шт3} + t_{шт4} + t_{шт5} + t_{шт6}}{6} \\
&= \frac{0,941 + 1,804 + 0,183 + 0,199 + 0,665 + 4,158}{6} = 1,325 \text{ мин}
\end{aligned}$$

Тип производства определяем по формуле (1,1):

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{48,348}{1,325} = 36,489$$

Так как , то есть тип производства крупносерийный.

1.4 Выбор исходной заготовки

Учитываем технические характеристики, материал ползуна (Сталь 95X18 1% углерода ,18% хрома и железо78%), 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 95X18

C	Si	Mn	Ni	S
0,9 - 1	До 0,8	До 0,8	До 0,6	До 0,025
P	Cr	Ti	Cu	Fe
До 0,03	17 - 19	До 0,2	До 0,3	~78

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 95X18

Состояние поставки, режим термообработки	$\sigma_{0,2}$ (Мпа)	σ_B (Мпа)	δ_5 (%)	Ψ , %	KCU (кДж/м ²)	НВ (HRC _Э)
Закалка с 1000 – 1050 °С,						

масло. Отпуск 200 – 300 °С, воздух или масло.	-	-	-	-	-	Св.56
Продук. Полный отжиг 885-920 °С, 1-2 ч.	420	770	15	30	-	-
Продук. Полный отжиг 730-790 °С, 2-6 ч.	770	880	12	25	-	24-29
Подогрев 850-860 °С. Закалка 1000-1070 °С, масло или воздух. Обработка холодом 70-80 °С. Отпуск 150-160 °С, воздух	-	1980- 2300	-	-	63	Св.59

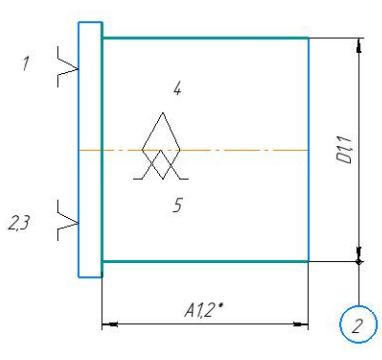
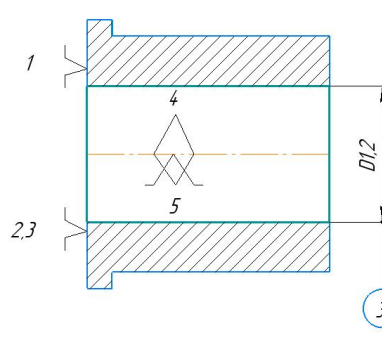
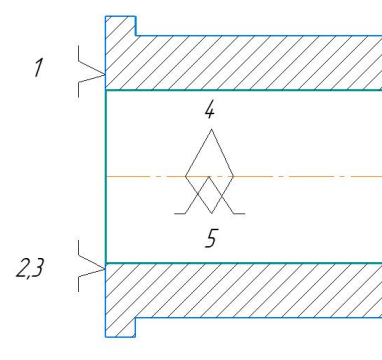
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «Ползуна»

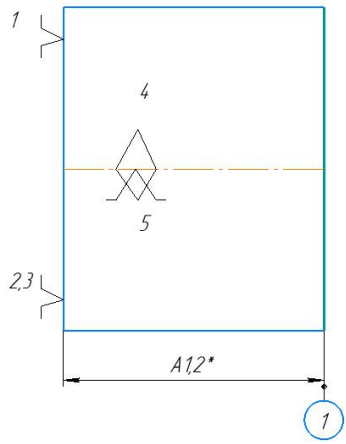
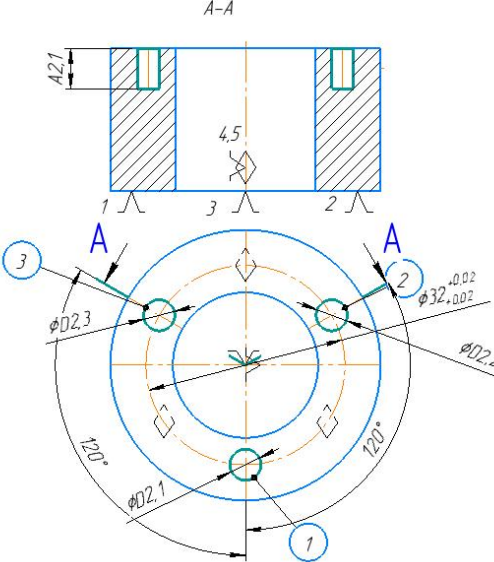
Маршрут технологии изготовления детали «Ползун» представлен в таблице

1.3.

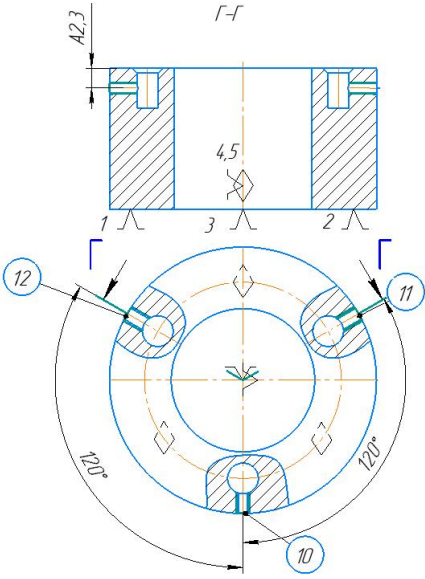
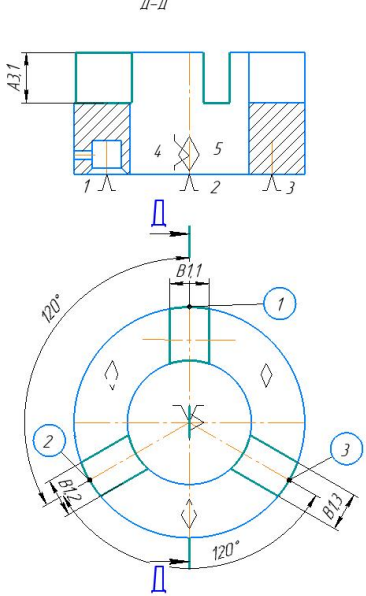
Таблице 1.3.

Номер операции		Эскиз	Описание
Операции	перехода		
05	1 Заготовительная.		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Отрезать заготовку. 3) Снять заготовку.
10	1 Токарная		<p>Установ А.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Подрезать торец 1, выдержав размер А1,1. 3) Снять заготовку.

2		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Точить поверхность 2 выдержав размеры $D_{1,1}$ $A_{1,2}$. 3) Снять заготовку.
3		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Сверлить отверстие 3 на проход, выдержав размер $D_{1,2}$. 3) Снять заготовку.
4		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Расточить отверстие 4, выдержав размер $D_{1,3}$. 3) Снять заготовку.

15	1 Токарная		<p>Установ Б.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Подрезать торец 1, выдержав размер A1,2. 3) Снять заготовку.
20	1 фрезерный станок с ЧПУ		<p>Установ А.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Фрезовать отверстия 1,2,3, выдержав размеры D2,1 D2,2 D2,3 A2,1. 3) Снять заготовку.

2		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Точить фаски 4,5,6, выдержав размер A2,2. 3) Снять заготовку.
3		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Сверлить отверстия 7,8,9, выдержав размеры $\Phi 2,1$ A2,3. 3) Снять заготовку.

4			<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Нарезать резьбы 10,11,12,выдержав размеры A2,3 M2.5-7H. 3) Снять заготовку.
25	1 фрезерный станок с ЧПУ		<p>Установ Б</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Фрезеровать пазы 1,2,3,выдержав размеры A3,1 B1,1 B1,2 B1,3. 3) Снять заготовку.

2		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Фрезеровать поверхности 4,5,6, по маршруту выдержав размер А3,1. 3) Снять заготовку.
3		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Сверлить отверстия 7,8,9, выдержав размеры А3,2 В1,5 В1,6 В1,7. 3) Снять заготовку.
4		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Развернуть отверстия 10,11,12, выдержав размеры А3,2 В1,8 В1,9 В1,10. 3) Снять заготовку.

30	1	Термическая 38...43 HRC	<ol style="list-style-type: none"> 1) Закалка. 2) Отпуск.
35	1 Кругло шлифо вальна я		<ol style="list-style-type: none"> 1) Установить заготовку. 2) Шлифовать поверхность 1, выдержав размер D2,1. 3) Снять заготовку.
40	1 слесар ная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Убрать заусенцы 2. прочноть резьбы и отверстия. 	
45	1 контро льная		

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 «Ползун» 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.

Для облегчения подготовки размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф дерева. На рисунке 1.3 показывает размерную схему изготовления детали «Ползун».

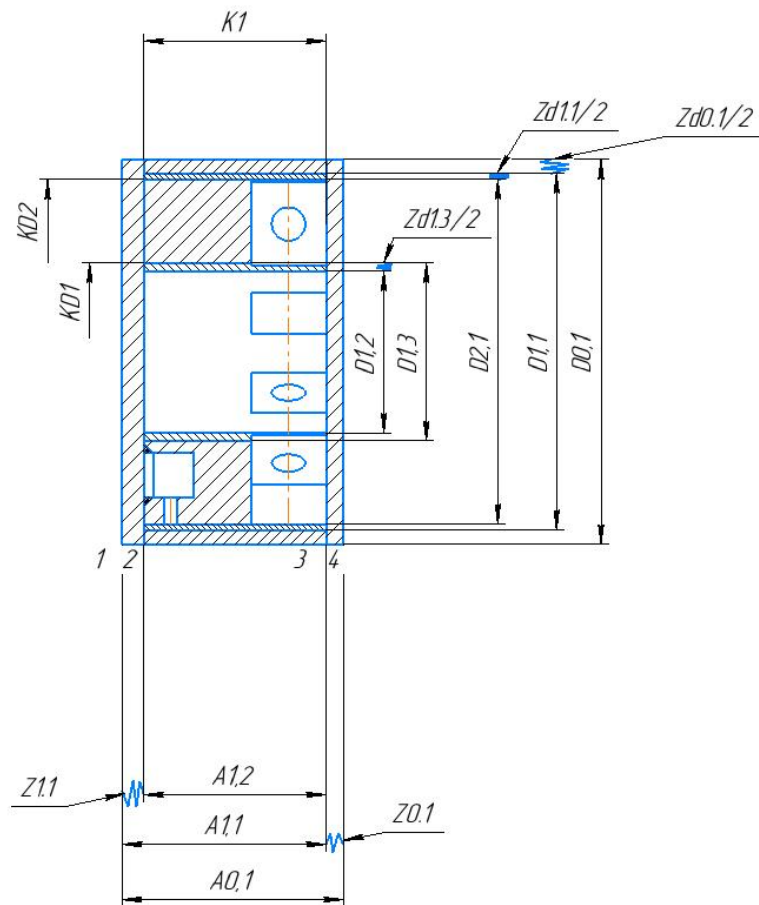


Рисунок 1.3 Размерная схема

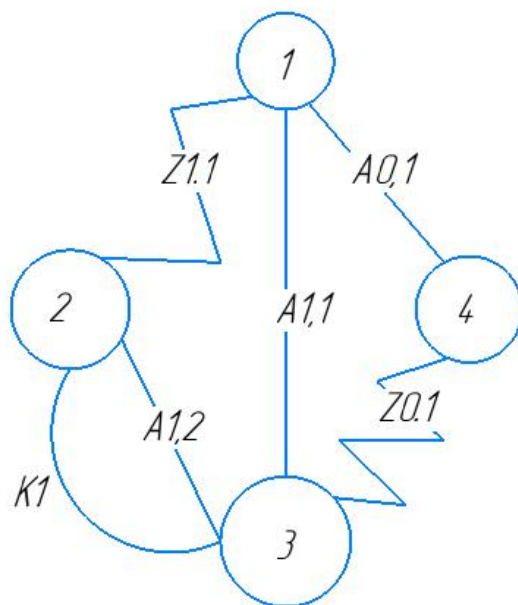


Рисунок 1.4 Граф технологических размерных цепей

$$T=4 \quad A=3 \quad K=1 \quad Z=2$$

В соответствии с формулой: $T=A+1$; $A=K+Z$,

$T=A+1$; $4=3+1$ следовательно,

размерная схема построена верно.

1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Выписываем допуски на конструкторские размеры:

Размер $K_1 = 30_{-0,310}^{+0,310}$. Допуск $TK_1 = 0,62\text{ мм}$

Размер $K_{D1} = 22_{-0,21}^{+0,21}$. Допуск $TK_{D1} = 0,21\text{ мм}$

Размер $K_{D2} = 44_{-0,041}^{-0,025}$. Допуск $TK_{D2} = 0,016\text{ мм}$

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 $TD_{0,1} = 0,74\text{ мм}$

Допуск $TD_{1,1} = 0,62\text{ мм}$

Допуск $TD_{1,2} = 0,20\text{ мм}$

Допуск $TD_{1,3} = 0,20\text{ мм}$

Допуск $TD_{2,1} = 0,01\text{ мм}$

Допуск на размеры круглого проката:

$$TD_{0,1} = (50)_{-0,37}^{+0,37} = 0,74\text{ мм}$$

1.7.2 Определение допусков на осевые размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{0,1} = (50)_{-0,37}^{+0,37} = 0,74 \text{ мм};$$

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

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

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

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

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

$$TA_{0,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,25 + \sqrt{0,020^2 + 0,050^2} + 0,10 = 0,40 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,25 + \sqrt{0,020^2 + 0,030^2} + 0,09 = 0,38 \text{ мм}$$

$$TA_{1,2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,25 + \sqrt{0,020^2 + 0,030^2} + 0,09 = 0,38 \text{ мм}$$

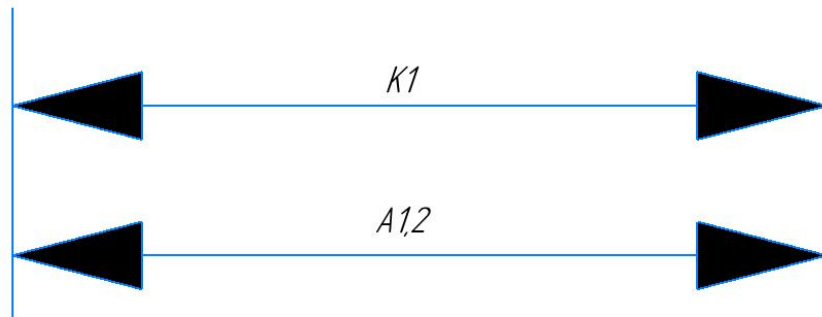
1.8 Допуски на технологические размеры

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]:

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

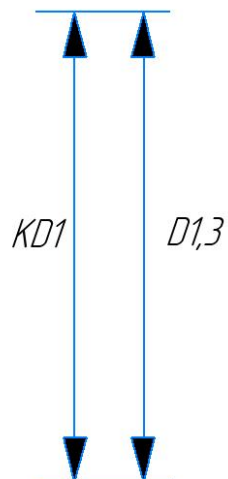
Размерная цепь для размера K_1 (рисунок 1.5).



$$TK_1 = 0,62 \text{ мм}; \quad TA_{1,2} = 0,38 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается непосредственно.

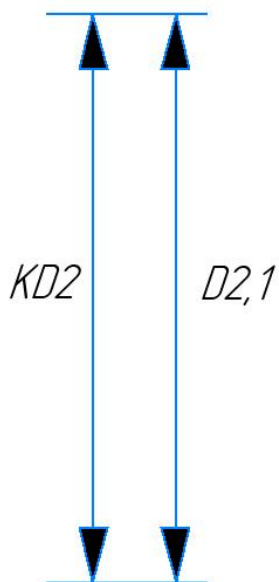
Размерная цепь для размера K_{D1} (рисунок 1.6).



$$TK_{D1} = 0,21 \text{ мм}; \quad TD_{1,3} = 0.20 \text{ мм}$$

Размер K_{D1} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D2} (рисунок 1.7).



$$TK_{D2} = 0,016 \text{ мм}; \quad TD_{2,1} = 0.01 \text{ мм}$$

Размер K_{D2} выдерживается непосредственно.

1.9 Расчёт припусков на обработку заготовки

1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 42]:

$$z_{imin} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (1,7)$$

Где Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм [2, П2];

z_{imin} - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм [2, П3];

ε_i - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм [2, П4].

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм [2, П2];

Припуски $Z_{1,3}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1,3min}^D = 2 \cdot \left(40 + 50 + \sqrt{30^2 + 35^2} \right) = 265 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,3}^D = TD_{1,2} + TD_{1,3} = 200 + 200 = 400 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,3max}^D = Z_{1,3min}^D + TZ_{1,3}^D = 265 + 180 = 665 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,3cp}^D = \frac{Z_{1,3min}^D + Z_{1,3max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{1,3}^D}{2} = \frac{265 + 665}{2} \pm \frac{180}{2} = 355 \pm 90 \text{ мкм.}$$

Припуски $Z_{1,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1,1min}^D = 2 \cdot \left(40 + 50 + \sqrt{4^2 + 40^2} \right) = 207 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,1}^D = TD_{2.1} + TD_{1.1} = 10 + 620 = 630 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,1max}^D = Z_{1,1min}^D + TZ_{2,1}^D = 207 + 630 = 837 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,1cp}^D = \frac{Z_{1,1min}^D + Z_{1,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{1,1}^D}{2} = \frac{207 + 837}{2} \pm \frac{630}{2} = 418 \pm 415 \text{ мкм.}$$

Припуски $Z_{0,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{0,1min}^D = 2 \cdot \left(40 + 50 + \sqrt{40^2 + 80^2} \right) = 359 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{0,1}^D = TD_{0.1} + TD_{1.1} = 740 + 620 = 1360 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{0,1max}^D = Z_{0,1min}^D + TZ_{0,1}^D = 359 + 1360 = 1719 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{0,1cp}^D = \frac{Z_{0,1min}^D + Z_{0,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{0,1}^D}{2} = \frac{359 + 1719}{2} \pm \frac{1360}{2} = 1039 \pm 415 \text{ мкм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.4

Таблица 1.4

Расчетный припуск	Элементы припуска				Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_i				
$Z_{1,3}^D$	40	50	4	35	265	400	665	465 ± 90
$Z_{1,1}^D$	40	50	4	40	207	630	837	418 ± 415
$Z_{0,1}^D$	40	50	40	80	359	1860	1719	1039 ± 415

1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры

Расчет припуска на обрабатываемой поверхности, определяется по формуле из [2, стр. 42]:

$$z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1,8)$$

Где Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм [2, П2];

z_{imin} - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм [2, П3];

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм [2, П2];

Припуски $Z_{1,1}$:

$$\rho_{i-1} = \Delta k \cdot 2R = 2 \cdot 2 \cdot 50 = 200 \text{ мкм}$$

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{1,1_{min}} = 40 + 50 + 200 = 290 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,1} = TA_{0,1} + TA_{1,1} = 400 + 380 = 780 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,1_{max}} = Z_{1,1_{min}} + TZ_{1,1} = 290 + 780 = 1070 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,1_{cp}} = \frac{Z_{1,1_{max}} + Z_{1,1_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_{1,1}}{2} = \frac{1070 + 290}{2} \pm \frac{780}{2} = 680 \pm 390 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{1,2}$:

$$\rho_{i-1} = \Delta k \cdot 2R = 2 \cdot 2 \cdot 44 = 176 \text{ мкм}$$

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{1,2_{min}} = 40 + 50 + 176 = 266 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,2} = TA_{1,1} + TA_{1,2} = 380 + 380 = 760 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,2_{max}} = Z_{1,2_{min}} + TZ_{1,2} = 266 + 760 = 1026 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,2_{cp}} = \frac{Z_{1,2_{max}} + Z_{1,2_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_{1,2}}{2} = \frac{1026 + 266}{2} \pm \frac{760}{2} = 646 \pm 380 \text{ мкм}$$

Расчитанные данные заносим в таблицу 1.5

Таблица 1.5

Расчетный припуск	Элементы припуска			Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}				
$Z_{1,1}$	40	50	200	290	780	980	635 ± 390
$Z_{1,2}$	40	50	176	266	760	1026	646 ± 380

1.10 Расчёт технологических размеров

1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральны размеры

Расчет технических размеров основан на размерном анализе процесса обработки нашей установленной размерной цепочки.

1. Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности $\phi 44$ (Рисунок 1.8).

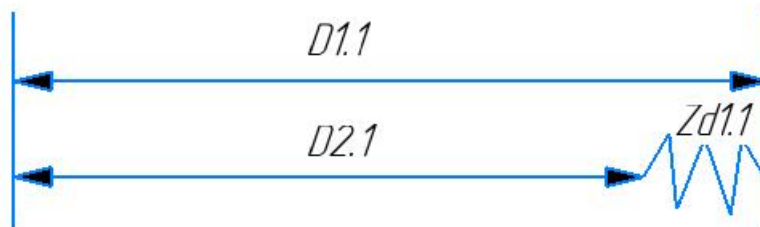


Рисунок 1.8 Размерная цепь для расчета технологических размеров

Технологический размер $D_{2,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D2} , т.е.: $D_{2,1} = K_{D2} = 44_{-0,041}^{-0,025}$ мм

Рассчитаем технологический размер $D_{1,1}$:

$$D_{2,1_{cp}} = 43.967 \text{ мм.}$$

$$D_{1,1_{cp}} = D_{2,1_{cp}} + Z_{1,1_{cp}}^D = 43.967 + 0.312 = 44,279 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,1} = 0,62$ мм, $D_{1,1_{расч}} = 44.279_{-0,31}^{+0,31}$ мм.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1.1} = 44.3_{-0,31}^{+0,31} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,1max}^D = D_{1,1max} - D_{2,1min} = 44.331 - 43.959 = 0.372 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,1min}^D = D_{1,1min} - D_{2,1max} = 44.269 - 43.975 = 0,294 \text{ мм.}$$

Глубина резания рассчитывается по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$.

Так что наибольшая возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{1,1max} = \frac{Z_{1,1max}^D}{2} = \frac{0,372}{2} = 0,186 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{1,1min} = \frac{Z_{1,1min}^D}{2} = \frac{0,294}{2} = 0,147 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{1,1cp} = \frac{t_{1,1max} + t_{1,1min}}{2} = \frac{(0.186 + 0,147)}{2} = 0,1665 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия $\phi 22^{+0,21}$ (Рисунок 1.9).

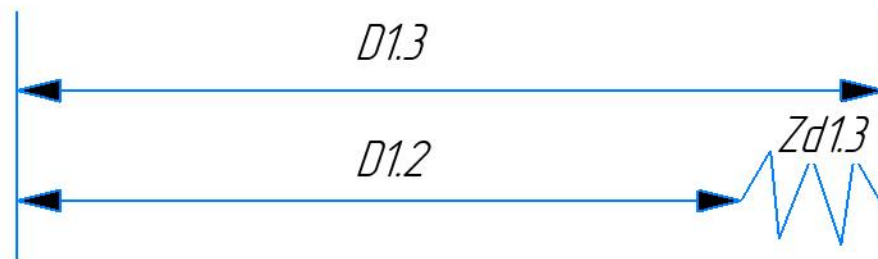


Рисунок 1.9 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия

Технологический размер $D_{1,3}$ это размер, как конструкторский K_{D1} , т.е.:

$$D_{1,3} = K_{D2} = 22^{+0,21} \text{ мм}$$

Рассчитаем технологический размер $D_{1,2}$:

$$D_{1,3_{\text{cp}}} = 22,105 \text{ мм.}$$

$$D_{1,2_{\text{cp}}} = D_{1,3_{\text{cp}}} - Z_{1,3_{\text{cp}}}^D = 22,105 - 0,355 = 21,75 \text{ мм}$$

$$\text{Так как } TD_{1,2} = 0,15 \text{ мм, } D_{1,2_{\text{расч}}} = 21,75^{0,15} \text{ мм.}$$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1,2} = 21,8^{+0,15} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,3_{\text{max}}}^D = D_{1,3_{\text{max}}} - D_{1,2_{\text{min}}} = 22,21 - 21,8 = 0,41 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,3_{\text{min}}}^D = D_{1,3_{\text{min}}} - D_{1,2_{\text{max}}} = 22 - 21,95 = 0,05 \text{ мм.}$$

Глубина резания рассчитывается по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$.

Так что наибольшая возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{1,3_{\text{max}}} = \frac{Z_{1,3_{\text{max}}}^D}{2} = \frac{0,41}{2} = 0,205 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{1,3_{\text{min}}} = \frac{Z_{1,3_{\text{min}}}^D}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{1,3_{\text{cp}}} = \frac{t_{1,3_{\text{max}}} + t_{1,3_{\text{min}}}}{2} = \frac{(0,205 + 0,025)}{2} = 0,115 \text{ мм.}$$

3. Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия $44.3_{-0,31}^{+0,31}$ (Рисунок 1.10).

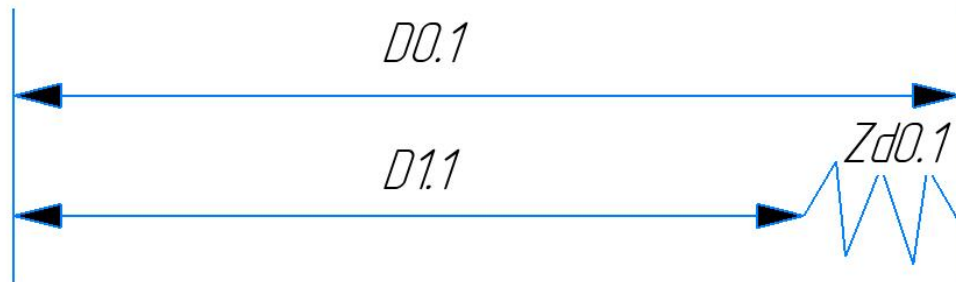


Рисунок 1.10 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия

Технологический размер $D_{1,1} = 44.3_{-0,31}^{+0,31}$

Рассчитаем технологический размер $D_{0,1}$:

$$D_{1,1_{cp}} = 44.3 \text{ мм.}$$

$$D_{0,1_{cp}} = D_{1,1_{cp}} + Z_{0,1_{cp}}^D = 44.3 + 1.039 = 45,339 \text{ мм}$$

Так как $TD_{0,1} = 0,74 \text{ мм}$, $D_{0,1_{расч}} = 45,339_{-0,37}^{+0,37} \text{ мм}$.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{0,1} = 45.3_{-0,37}^{+0,37} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{0,1_{max}}^D = D_{0,1_{max}} - D_{1,1_{min}} = 45.67 - 43.99 = 1.68 \text{ мм.}$$

$$Z_{0,1_{min}}^D = D_{0,1_{min}} - D_{1,1_{max}} = 44.93 - 44.61 = 0.32 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$.

Тогда максимально возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{0,1max} = \frac{z_{0,1max}^D}{2} = \frac{1,68}{2} = 0,84 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{0,1min} = \frac{z_{0,1min}^D}{2} = \frac{0,32}{2} = 0,16 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{0,1cp} = \frac{t_{0,1max} + t_{0,1min}}{2} = \frac{(0,84 + 0,16)}{2} = 0,50 \text{ мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.6

Таблица 1.6

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания, мм	Средняя глубина резания, мм
$D_{1,1}$	$44.3^{+0,31}_{-0,31}$	0,186	0,147	0,1665
$D_{1,2}$	$22.8^{+0,15}$	0,205	0,025	0,115
$D_{0,1}$	$45.3^{+0,37}_{-0,37}$	0,84	0,16	0,50

1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры

1. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{0,1}$ (Рисунок 1.10).

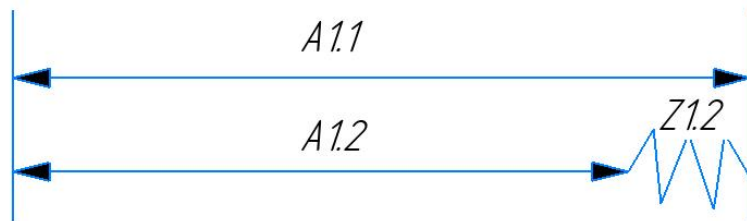


Рисунок 1.10 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{1,2}$ должен быть таким же как конструкторский K_1 , т.е.: $K_1 = A_{1,2} = 30_{-0,31}^{+0,31}$ мм.

Рассчитывается технологический размер $A_{1,1}$:

$$A_{1,2_{cp}} = 30 \text{ мм.}$$

$$A_{1,1_{cp}} = A_{1,2_{cp}} + Z_{1,2_{cp}} = 30 + 0,646 = 30,646 \text{ мм.}$$

При $TA_{1,1} = 0,38$ мм, $A_{1,1_{расч}} = 30,646_{-0,19}^{+0,19}$ мм.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{1,1} = 30,6_{-0,19}^{+0,19} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,2_{max}} = A_{1,1_{max}} - A_{1,2_{min}} = 30,79 - 29,69 = 1,10 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,2_{min}} = A_{1,1_{min}} - A_{1,2_{max}} = 30,41 - 30,31 = 0,10 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = Z$.

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{1,2_{cp}} = \frac{t_{1,2_{max}} + t_{1,2_{min}}}{2} = \frac{(1,10 + 0,10)}{2} = 0,60 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{0,1}$ (Рисунок 1.11).

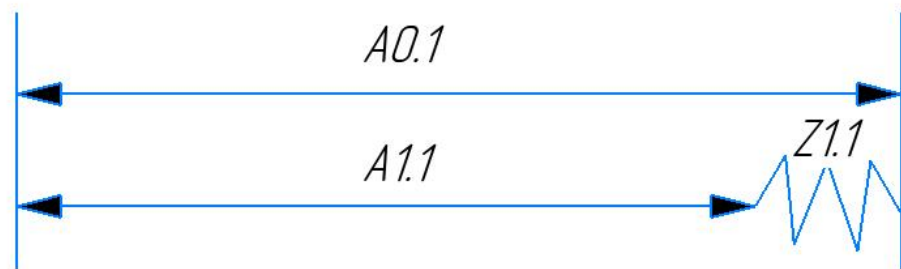


Рисунок 1.11 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{1,1} = 30,6^{+0,19}_{-0,19}$ мм.

Рассчитается технологический размер $A_{0,1}$:

$$A_{1,1_{cp}} = 30,6 \text{ мм.}$$

$$A_{0,1_{cp}} = A_{1,1_{cp}} + Z_{1,1_{cp}} = 30,6 + 0,635 = 31,235 \text{ мм.}$$

$$\text{При } T_{A_{0,1}} = 0,40 \text{ мм, } A_{0,1_{расч}} = 31,235^{+0,20}_{-0,20} \text{ мм.}$$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{0,1} = 31.3_{-0,20}^{+0,20} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,1_{max}} = A_{0,1_{max}} - A_{1,1_{min}} = 31.50 - 30.41 = 1.09 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,1_{min}} = A_{0,1_{min}} - A_{1,1_{max}} = 31.10 - 30.79 = 0.31 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = Z$.

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{1,1_{cp}} = \frac{t_{1,1_{max}} + t_{1,1_{min}}}{2} = \frac{(1.09 + 0.31)}{2} = 0.70 \text{ мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.7

Таблица 1.7

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания, мм	Средняя глубина резания, мм
$A_{1,1}$	$30,6_{-0,19}^{+0,19}$	1,10	0,10	0,60
$A_{0,1}$	$31.3_{-0,20}^{+0,20}$	1.09	0.31	0,70

1.11 Выбор средств технологического оснащения

При выборе оборудования (станка) нужно учитывать тип производства (крупкосерийное) и объём выпуска (5000 шт/год) и диаметр деталь.

Все операция используются ленточнопильный станок и такорный станок и вертикально-фрезерный стнок с ЧПУ и круглошлифовальный станок.

Токарно-винторезный станок:

JET GHB-1330A

Основные характеристики приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 –Технические характеристики.

Напряжение, В	400
Диаметр обточки над станиной, мм	330
Диаметр обточки над суппортом	197
Расстояние между центрами, мм	760
Расстояние между направляющими, мм	186
Конус шпинделя	MK-5
Торец шпинделя DIN 55029 (Camlock)	D1-4
Проходное отверстие шпинделя, мм	Ø38
Обороты шпинделя, об/мин	70-2000
Количество скоростей шпинделя	8
Диаметр неподвижного люнета, мм	10 – 73

Диаметр подвижного люнета, мм	10 – 60
Ход пиноли задней бабки, мм	95
Диаметр пиноли задней бабки	32
Конус пиноли задней бабки	МК 3
Ход поперечной каретки суппорта, мм	160
Ход салазок верхнего суппорта, мм	68
Макс. размер инструмента, мм	16 x 16
Шаг ходового винта, мм	4
Продольные подачи, мм/об	0,037–0,80
Количество продольных подач	29
Поперечные подачи, мм/об	0,01–0,22
Количество поперечных подач	29
Метрические резьбы, мм	0,45–10
Количество метрических резьб	23
Дюймовые резьбы, ТРІ	3-1/4 – 80
Количество дюймовых резьб	32
Электропитание, В	400В ~3L/PE 50Гц
Выходная мощность	1,5 кВт (2 л.с.) S1
Номинальный ток, А	4
Сечение силового кабеля (H07RN-F), мм	4x1.5 ²

Устройство защиты потребителя, А	16
Длина, мм	1650
Ширина, мм	760
Высота, мм	1200
Масса, кг	600
Длина в упаковке, см	175
Ширина в упаковке, см	76
Высота в упаковке, см	150
Масса в упаковке, кг	680

Размеры, мм

Ленточнопильный станок

JET JWBS-8-M

Основные характеристики приведены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Технические характеристики.

Напряжение, В	230
Потребляемая (выходная) мощность, кВт	0,25 (0,18)
Скорость движения полотна, м/мин	900
Длина пильного полотна, мм	1400
Ширина пильного полотна, мм	3-8 мм

Диаметр шкивов, мм	210 мм
Угол наклона рабочего стола	0-45°
Максимальная высота заготовки, мм	80
Максимальная ширина заготовки (просвет до рамы), мм	205
Размеры рабочего стола (ДхШ), мм	305x305
Диаметр вытяжного штуцера, мм	35
Длина, мм	405
Ширина, мм	440
Высота, мм	690
Масса, кг	20
Длина в упаковке, см	47
Ширина в упаковке, см	30,5
Высота в упаковке, см	81
Масса в упаковке, кг	25

вертикально-фрезерный стнок с ЧПУ:

Haas TM-1 с ЧПУ

Основные характеристики приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 –Технические характеристики.

Макс. перемещение по оси X, мм	762
Макс. перемещение по оси Y, мм	305
Макс. перемещение по оси Z, мм	406
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	508
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	102
Длина стола, мм	1213
Ширина стола, мм	267
Макс. нагрузка на стол (равном. распределенная), кг	454
Ширина T-образных пазов, мм	16
Расстояние между T-образными пазами, мм	101.6
Размер конуса шпинделя	40
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	4000
Макс. мощность шпинделя, кВт	5.6
Макс. крутящий момент, Нм	45

Макс. осевое усилие, кН	8.9
Макс. скорость холостых подач, м/мин	5.1
Макс. рабочие подачи по осям XYZ, м/мин	5.1
Точность позиционирования, мм	±0,010
Повторяемость, мм	±0,005
Объем бака СОЖ, л	57 (опция)
Ориентировочная масса станка (зависит от комплектации), кг	2050

Круглошлифовальный станок:

Станок круглошлифовальный 3К228А

Основные характеристики приведены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 –Технические характеристики.

Диаметр шлифуемого отверстия наибольший, мм	400
Наибольшая длина шлифования при наибольшем диаметре шлифуемого отверстия, мм	320
Наибольшая рекомендуемая длина шлифования при наименьшем диаметре отверстия, мм	125
Наибольший наружный диаметр устанавливаемого изделия	560

без кожуха, мм	
в кожухе	400
Наибольший угол шлифуемого конуса, град.	60
Расстояние от оси шпинделя изделия до зеркала стола, мм	340
Наибольшее расстояние от торца нового круга торцешлифовального приспособления до опорного торца шпинделя изделия, мм	400
Мощность привода главного движения, кВт	7.5
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	14.63
Габариты станка: длина*ширина*высота, мм	3535*1460*1870
Общая площадь пола станка с выносным оборудованием, м2	9
Масса 3К228А , кг	5600
постоянство диаметра в продольном сечении, мкм	3
круглость, мкм	1.6
цилиндрической внутренней Ra, мкм	0.08
плоской торцевой	0.32
Диаметр шлифуемого отверстия наибольший, мм	400
Наибольшая длина шлифования при наибольшем диаметре шлифуемого отверстия, мм	320
Наибольшая рекомендуемая длина шлифования при наименьшем диаметре отверстия, мм	125

1.12 Расчет режимов резания

При определении режимов резания следует учитывать характер процесса, размер и тип инструмента, материал режущей части, состояние заготовки и материала, а также состояние и тип оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливаются в следующем порядке:

1. подача;
2. скорость резания;
3. глубина резания.

Дальнейший расчет:

1. фактическая скорость резания;
2. число оборотов;
3. мощность резания;
4. главная составляющая силы резания;
5. проверка по мощности;
6. мощность главного привода движения.

1.12.1 Токарная операция: подрезка торца $A_{1,1}$

Выбираем резец для токарной обработки изготовлен из твердого сплава T15K6

1. В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 0,7$ мм.
2. Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364].
Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $s = 0,7$ мм/об.
3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, стр. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V \quad (1,9)$$

Коэффициент: $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$, по табл. 17 [3, с.367].

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 50$ мин [3, с.363].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (1.10)$$

Где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Опре

деляемся формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}. \quad (1.11)$$

По табл. 2 [3, с. 359] : $K_r = 0,9$;

По табл. 2 [3, с. 359] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{пв} = 0,9$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ив} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} = 0,9 \left(\frac{750}{770} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,8;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{290}{50^{0,2} \cdot 0,7^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 0,8 = 126,81 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 126,81}{\pi \cdot 50} = 807,30 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 800 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{gp} \quad (1.13)$$

K_{mp} -определяется по формуле[3,с. 362]

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

Где $\sigma_B = 770$ Мпа - фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{770}{750}\right)^{0,75} = 1,02$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3,с. 374]:

$$K_{фp}=1; K_{γp}=1; K_{λp}=1; K_{rp}=0,87.$$

$$K_p=K_{mp}K_{фp}K_{γp}K_{λp}K_{rp}=1,02 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,87=0,89$$

Сила резания:

$$P_z=10C_{pt}x^y s^y v^n K_p=10 \times 300 \times 0,7^1 \times 0,7^{0,75} \times 126,81^{-0,15} \times 0,89=691,77Н$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{691,77 \times 126,81}{1020 \cdot 60} = 1,4 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,3}{0,75} = 3,1 \text{ кВт},$$

1.12.2 Токарная операция : точение поверхности $D_{1,1}$, черновая обработка

Выбираем резец для токарной обработки изготовлен из твердого сплава Т15К6

1. В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 0,5 \text{ мм}$.

2. Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $s = 0,7 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V,$$

Коэффициент: $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$, по табл. 17 [3, с.367].

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 50$ мин [3, с.363].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

Выбираем формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}.$$

По табл. 2 [3, с. 359] : $K_r = 0,9$;

По табл. 2 [3, с. 359] : $n_V = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,9$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9 \left(\frac{750}{770} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,79;$$

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{290}{45^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,9^{0,35}} \cdot 0,79 = 123,18 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 123,18}{\pi \cdot 50} = 784,19 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 800 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} - определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 770$ Мпа - фактический параметр

$n = 0,75$ - определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1; K_{gp} = 1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} = 1,02 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,89$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,5^1 \times 0,7^{0,75} \times 123,18^{-0,15} \times 0,89 = 496,28 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{496,28 \cdot 123,18}{1020 \cdot 60} = 1,00 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,7}{0,75} = 4,9 \text{ кВт},$$

1.12.3 Токарная операция : Сверлить отверстие D1,2 ,черновая обработка

Выбираем материалы сверло из быстрорежущей стали в соответствии с рекомендациями [3, с. 214] – P6M5.

1. Диаметр $D=20\text{мм}$, Длина сверла $L=160\text{мм}$, Длина рабочей части $l=100\text{мм}$.

2. Подача $s=0.24\text{ мм}$ [4, с. 276] соответственно глубина резания $t=10\text{мм}$.

3. Скорость резания м/мин

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

Согласно с рекомендациями [4, с. 278] $C_v=9.8$ $q=0,4$ $y=0,5$ $m=0,2$ $T=50$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания ,учитывающий фактические условия резания,

$$K_v = K_{Mv} K_{Iv} K_{lv}$$

Где K_{Mv} --коэффициент на обрабатываемый материал

K_{Iv} --коэффициент на инструментальный материал

K_{lv} --коэффициент,учитывающий глубину сверления

Выбираем формулу по табл. 1 [4, с. 261]:

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

По табл. 2 [4, с. 261] : $K_r = 0,9$;

По табл. 2 [4, с. 262] : $n_v = 0,9$;

По табл. 6 [4, с. 263]: $K_{Iv} = 1$.

По табл. 31[4, с. 280]: $K_{lv} = 1$;

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.9 \left(\frac{750}{770} \right)^{0.9} = 0.88$$

$$K_v = K_{Mv} K_{lv} K_{lv} = 0.88 \cdot 1 \cdot 1 = 0.88$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{9.8 \cdot 20^{0.4}}{50^{0.2} 0.24^{0.5}} 0.88 = 26.68 \text{ м/мин}$$

4. Мощность резания, кВт, определяется по формуле, [4, с. 280]:

$$N_e = \frac{M_{kp} n}{9750}$$

Где---частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 26.68}{3.14 \cdot 20} = 424.84$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 450 \text{ об/мин}$$

Чтобы определить крутящий момент ,используется следующая формула [4, с. 280]:

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – по табл. 32 [4 с.281].

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.0345 \cdot 20^2 \cdot 0.24^{0.8} \cdot 1.02 = 44,94$$

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Согласно таблице 9 [4 с.264 и 265]:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0.75} = 1,02;$$

$$N_e = \frac{M_{kp} n}{9750} = \frac{44.94 \cdot 450}{9750} = 2.07 \text{ кВт}$$

1.12.4 Токарная операция : Расточить отверстие $D_{1,3}$

Выбираем материалы расточного резца из твердого сплава в соответствии с рекомендациями [3, с. 191] – Т15К6.

1. $H=5.5\text{мм}$ $D=10\text{мм}$, Длина $L=45\text{мм}$ $P=15\text{мм}$
2. Подача $s=0.25$ мм [4, с. 276] соответственно глубина резания $t=1\text{мм}$.
3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V,$$

Коэффициент: $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$, по табл. 17 [3, с.367].

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 50$ мин [3, с.363].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

Выбираем формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}.$$

По табл. 2 [3, с. 359] : $K_r = 0,9$;

По табл. 2 [3, с. 359] : $n_V = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,9$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9 \left(\frac{750}{770} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,79;$$

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{290}{45^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} \cdot 0,79 = 214 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 214}{\pi \cdot 44} = 1548,14 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1500 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp}$$

K_{mp} - определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 770 \text{ МПа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ - определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1; K_{gp} = 1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} = 1,02 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,89$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,25^1 \times 0,25^{0,75} \times 214^{-0,15} \times 0,89 = 105,52 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{105,52 \cdot 214}{1020 \cdot 60} = 0,37 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,7}{0,75} = 4,9 \text{ кВт},$$

1.12.5 Токарная операция : подрезание торца $A_{1,2}$

Выбираем резец СМП для токарной обработки изготовлен из твердого сплава Т15К6

1. В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 0,6 \text{ мм}$.

2. Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364].
Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $s = 0,7 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, стр. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V \quad (1,9)$$

Коэффициент: $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$, по табл. 17 [3, с.367].

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 50 \text{ мин}$ [3, с.363].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (1.10)$$

Где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется формула по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}. \quad (1.11)$$

По табл. 2 [3, с. 359] : $K_r = 0,9$;

По табл. 2 [3, с. 359] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,9$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9 \left(\frac{750}{770} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,8;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{290}{50^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 0,8 = 129,77 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 129,77}{\pi \cdot 44} = 938,79 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. } 371]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

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

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} \quad (1.13)$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B = 770$ Мпа - фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp} = 1; K_{gp} = 1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} = 1,02 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,89$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,6^1 \times 0,7^{0,75} \times 129,77^{-0,15} \times 0,89 = 590,89 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{590,89 \times 129,77}{1020 \cdot 60} = 1,08 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,3}{0,75} = 3,1 \text{ кВт}$$

1.12.6 Фрезерная операция :фрезеровать отверстие $A_{2,1} \times 3$

Выбираем материалы фрезерного инструмента в соответствии с рекомендациями концевые фрезы с цилиндрически хвостовиком [4, с. 174] – Т15К6.

1. Диаметр фрезы $d=4$ мм $l=11$ мм $L=43$ мм $Z=4$

2. Глубина фрезерования t и ширина фрезерование B .

Глубина резания $t=0.3$ мм

3. Подача $S_M = sn = s_z zn$

Где n -частота вращения фрезы ,об/мин; z - число зубьев фрезы.

$$s_z = 0.16 \text{ мм} [3, \text{ с. } 403]$$

4. Скорость резания

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Коэффициент: $C_v = 145$; $q = 0,44$; $x = 0,24$; $y = 0,26$; $u=0,1$; $p=0,13$; $m=0,37$, по табл. 81 [3, с.407]. $T=70$

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

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

Где K_{mv} -коэффициент,учитывающий качество обрабатываемого материала.

K_{pv} -коэффициент,учитывающий состояние поверхности заготовки.

K_{iv} -коэффициент ,учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = 1 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$nv = 0.9 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$K_{mv} = 0.9 \quad \text{по табл. 5 [3, с.361]}$$

$$K_{iv} = 1 \quad \text{по табл. 5 [6, с.361]}$$

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{iv} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{145 \cdot 4^{0.44}}{70^{0.37} 0.3^{0.24} 0.16^{0.26} 4^{0.2} 4^{0.13}} 0.9 = 67,85 \text{ м/мин}$$

Частота вращения фрезы, $n=500$ об/мин

5. Сила резания.

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$$

$$C_p=825 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad u=1,1 \quad q=1,3 \quad w=0,2$$

K_{mp} -определяется по формуле[3,с. 362]

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

Где $\sigma_B=770$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0.3^1 \cdot 0.16^{0.75} 4^{0.75} \cdot 4}{4^{1,3} 500^{0,2}} \cdot 1,02 = 343.87 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент, Н · м, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 100} = \frac{343.87 \cdot 4}{2 \cdot 100} = 6.88 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

1. Мощность резания, кВт.

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{343.87 \cdot 67.85}{1020 \cdot 60} = 0.38 \text{ кВт}$$

1.12.7 Фрезерная операция : фрезерование фаски $A_{2,2} \times 3$

Выбираем материалы углового фрезерного инструмента в соответствии с рекомендациями концевые фрезы с цилиндрически хвостовиком [4, с. 174] – Т15К6.

1. Диаметр фрезы $d=6$ мм $B=2$ мм $\varphi=45^\circ$
2. Глубина фрезерования t и ширина фрезерование $B=2$ мм.

Глубина резания $t=1$ мм

3. Подача $S_M = sn = s_z zn$

Где n -частота вращения фрезы ,об/мин; z - число зубьев фрезы.

$$n=800 \text{ об/мин } s_z = 0.16 \text{ мм} [3, \text{ с. } 403]$$

4. Скорость резания

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Коэффициент: $C_v = 145$; $q = 0,44$; $x = 0,24$; $y = 0,26$; $u=0,1$; $p=0,13$; $m=0,37$, по табл. 81 [3, с.407]. $T=70$

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

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

Где K_{mv} -коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

K_{mv} -коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

K_{nv} -коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = 1 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$nv = 0.9 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$K_{nv} = 0.9 \quad \text{по табл. 5 [3, с.361]}$$

$$K_{iv} = 1 \quad \text{по табл. 5 [6, с.361]}$$

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

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{145 \cdot 6^{0,44}}{70^{0,37} 1^{0,24} 0,16^{0,26} 2^{0,24} 4^{0,13}} 0,9 = 69,78 \text{ м/мин}$$

Частота вращения фрезы, $n=800$ об/мин

Сила резания.

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$$

$$C_p=825 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad u=1,1 \quad q=1,3 \quad w=0,2$$

K_{mp} -определяется по формуле[3,с. 362]

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

Где $\sigma_B=770$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1^1 \cdot 0,16^{0,75} 2^{0,75} \cdot 4}{6^{1,3} 800^{0,2}} \cdot 1,02 = 366,24 \text{ Н}$$

5. Крутящий момент, Н · м, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{366.24 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 10.99 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Мощность резания, кВт.

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{366.24 \cdot 69.78}{1020 \cdot 60} = 0.42 \text{ кВт}$$

1.12.8 Фрезерная операция : фрезерование отверстия $A_{2,3} \times 3$

Выбираем материалы фрезерного инструмента в соответствии с рекомендациями концевые фрезы с цилиндрически хвостовиком [4, с. 174] – Т15К6.

1. Диаметр фрезы $d=2$ мм $l=7$ мм $L=39$ мм $Z=3$
2. Глубина фрезерования t и ширина фрезерование B .

Глубина резания $t=0.3$ мм

3. Подача $S_M = sn = s_z zn$

Где n -частота вращения фрезы ,об/мин; z - число зубьев фрезы.

$$s_z = 0.16 \text{ мм} [3, \text{ с. 403}]$$

4. Скорость резания

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

Коэффициент: $C_v = 145$; $q = 0,44$; $x = 0,24$; $y = 0,26$; $u=0,1$; $p=0,13$; $m=0,37$, по табл. 81 [3, с.407]. $T=70$

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

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

Где K_{mv} -коэффициент,учитывающий качество обрабатываемого материала.

K_{lv} -коэффициент,учитывающий состояние поверхности заготовки.

K_{iv} -коэффициент ,учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = 1 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$nv=0.9 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$K_{lv} = 0.9 \quad \text{по табл. 5 [3, с.361]}$$

$$K_{iv} = 1 \quad \text{по табл. 5 [6, с.361]}$$

$$K_v = K_{mv}K_{lv}K_{iv} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{145 \cdot 2^{0,44}}{70^{0,37} 0,3^{0,24} 0,16^{0,26} 1,5^{0,2} 3^{0,13}} 0,9 = 63,17 \text{ м/мин}$$

Частота вращения фрезы, $n=500$ об/мин

5. Сила резания.

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{mp}$$

$$C_p=825 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad u=1,1 \quad q=1,3 \quad w=0,2$$

K_{mp} -определяется по формуле[3,с. 362]

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

Где $\sigma_B=770$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

$$P_Z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n Z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0.3^1 \cdot 0.16^{0.75} 1.5^{0.75} \cdot 3}{2^{1,3} 500^{0,2}} \cdot 1,02$$

$$= 304.31 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент, Н · м, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 100} = \frac{304.31 \cdot 2}{2 \cdot 100} = 3.04 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания, кВт.

$$N_e = \frac{P_Z v}{1020 \cdot 60} = \frac{304.31 \cdot 63.17}{1020 \cdot 60} = 0.31 \text{ кВт}$$

1.12.9 Фрезерная операция : Нарезание резьбы М2.5-7Н×3

Выбираем материалы для метчики в соответствии с рекомендациями [3, с. 309] – Р6М5.

1. Номинальный диаметр резьбы D=2.5мм шаг P=0.5 L=48мм l=11мм
2. Подача s=0.03мм [3, с. 430]
3. Скорость резания, м/мин, при нарезании крепежной и трапецеидальной резьб резцами из быстрорежущей стали

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v$$

Коэффициент: $C_v = 53$; $q = 1.2$; $x = 0$; $y = 0,5$ $m=0,9$, по табл. 118 [3, с.431].

T=90

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.10)$$

Где $K_{ИV}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

K_{cv} - коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы;

K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

$$K_{mv} = 1 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$K_{cv} = 0.75 \quad (\text{при честовым резцами})$$

$$K_{Иv} = 1 \quad \text{по табл. 5 [6, с.361]}$$

$$K_v = K_{mv} K_{cv} K_{Иv} = 1 \cdot 0.75 \cdot 1 = 0.75$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{53 \cdot 2.5^{1.2}}{90^{0.9} 0.03^{0.5}} 0.75 = 12.0 \text{ м/мин}$$

Где при скорости $v \leq 14$ м/мин ,используются винторезные головки.

4. Силовые зависимости. Крутящий момент.

Коэффициент $i=4$ $y=1.5$ $q=1.4$ $K_p=1.5$ $C_m=0.027$

$$M_{kp} = 10 C_M D^q P^y K_p = 10 \cdot 0.027 \cdot 2.5^{1.4} \cdot 1.5 = 1.85 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

5. Мощность, кВт,

$$N = \frac{Mn}{975},$$

$$\text{Где } n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 12}{\pi \cdot 2.5} = 1527.89 \text{ об/мин}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1500 \text{ об/мин}$$

$$N = \frac{Mn}{975} = \frac{1.85 \cdot 1500}{975} = 2.85 \text{ кВт}$$

1.12.10 Фрезерная операция : фрезерование пазы $A_{3,1} \times 3$

Выбираем материалы фрезерного инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 258] – Т15К6.

1. Подача $S_M = sn = s_z zn$

Где n-частота вращения фрезы ,об/мин; z- число зубьев фрезы.

$$s_z = 0.15 \text{ мм} [3, \text{ с. } 403]$$

2. Глубина резания $t=0.3 \text{ мм}$

3. Скорость резания- окружная скорость фрезы, м/мин,

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Коэффициент: $C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u=0,2$; $p=0$; $m=0,2$, по табл. 81 [3, с.407]. $T=50$

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

Где K_{mv} -коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

K_{pv} -коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

K_{iv} -коэффициент , учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = 1 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$pv=0.9 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$K_{iv} = 0.9 \quad \text{по табл. 5 [3, с.361]}$$

$$K_{nv} = 1 \quad \text{по табл. 5 [6, с.361]}$$

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

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{332 \cdot 6^{0,2}}{50^{0,2} 0,3^{0,1} 0,15^{0,4} 4^{0,2} 5^0} 0,9 = 356,99 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения фрезы, $n=500$ об/мин

5. Сила резания.

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z^p}{D^q n^w} K_{mp}$$

$$C_p=825 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad u=1,1 \quad q=1,3 \quad w=0,2$$

K_{mp} -определяется по формуле[3,с. 362]

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

Где $\sigma_B=770$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z^p}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0,3^1 \cdot 0,15^{0,75} 4^{0,75} \cdot 5}{6^{1,3} 500^{0,2}} \cdot 1,02 = 241,75 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент, Н · м, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 100} = \frac{241,75 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 7,25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания, кВт.

$$N_e = \frac{P_Z v}{1020 \cdot 60} = \frac{241,75 \cdot 356,99}{1020 \cdot 60} = 1,41 \text{ кВт}$$

1.12.11 Фрезерная операция : фрезерование торцы $A_{3,1} \times 3$

Выбираем материалы фрезерного инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 258] – Т15К6.

1. Подача $S_M = sn = s_z zn$

Где n-частота вращения фрезы ,об/мин; z- число зубьев фрезы.

$$s_z = 0.15 \text{ мм} [3, \text{ с. } 403]$$

2. Глубина резания $t=0.3 \text{ мм}$

3. Скорость резания- окружная скорость фрезы,м/мин,

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Коэффициент: $C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u=0,2$; $p=0$; $m=0,2$, по табл. 81 [3, с.407]. $T=50$

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

Где K_{mv} -коэффициент,учитывающий качество обрабатываемого материала.

K_{nv} -коэффициент,учитывающий состояние поверхности заготовки.

K_{iv} -коэффициент ,учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = 1 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$nv=0.9 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$K_{nv} = 0.9 \quad \text{по табл. 5 [3, с.361]}$$

$$K_{iv} = 1 \quad \text{по табл. 5 [6, с.361]}$$

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

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{332 \cdot 6^{0,2}}{50^{0,2} 0,3^{0,1} 0,15^{0,4} 4^{0,2} 5^0} 0,9 = 356,99 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения фрезы, $n=500$ об/мин

5. Сила резания.

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$$

$C_p=825$ $x=1,0$ $y=0,75$ $u=1,1$ $q=1,3$ $w=0,2$

K_{mp} -определяется по формуле[3,с. 362]

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

Где $\sigma_B=770$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0,3^1 \cdot 0,15^{0,75} 4^{0,75} \cdot 5}{6^{1,3} 500^{0,2}} \cdot 1,02 = 241,75 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент, Н · м, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 100} = \frac{241,75 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 7,25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания, кВт.

$$N_e = \frac{P_Z v}{1020 \cdot 60} = \frac{241,75 \cdot 356,99}{1020 \cdot 60} = 1,41 \text{ кВт}$$

1.12.12 Фрезерная операция : фрезерование отверстия

$A_{3,2} \times 3$ (черновой)

Выбираем материалы фрезерного инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 258] – Т15К6.

1. Подача $S_M = sn = s_z zn$

Где n -частота вращения фрезы ,об/мин; z - число зубьев фрезы.

$$s_z = 0.15 \text{ мм} [3, \text{ с. } 403]$$

2. Глубина резания $t=0.3$ мм

3. Скорость резания- окружная скорость фрезы,м/мин,

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v$$

Коэффициент: $C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u=0,2$; $p=0$; $m=0,2$, по табл. 81 [3, с.407]. $T=50$

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

Где K_{mv} -коэффициент,учитывающий качество обрабатываемого материала.

K_{pv} -коэффициент,учитывающий состояние поверхности заготовки.

K_{iv} -коэффициент ,учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = 1 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$pv=0.9 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$K_{pv} = 0.9 \quad \text{по табл. 5 [3, с.361]}$$

$$K_{iv} = 1 \quad \text{по табл. 5 [6, с.361]}$$

$$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{332 \cdot 3^{0,2}}{50^{0,2} 0,3^{0,1} 0,15^{0,4} 4^{0,2} 3^0} 0,9 = 310,78 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения фрезы, $n=500$ об/мин

5. Сила резания.

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$$

$C_p=825$ $x=1,0$ $y=0,75$ $u=1,1$ $q=1,3$ $w=0,2$

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

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

Где $\sigma_B=770$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0,3^1 \cdot 0,15^{0,75} 3^{0,75} \cdot 3}{3^{1,3} 500^{0,2}} \cdot 1,02 = 287,84 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент, Н · м, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 100} = \frac{287,84 \cdot 3}{2 \cdot 100} = 4,31 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания, кВт.

$$N_e = \frac{P_Z v}{1020 \cdot 60} = \frac{287,84 \cdot 310,78}{1020 \cdot 60} = 1,46 \text{ кВт}$$

1.12.13 Фрезерная операция : фрезерование отверстия

$A_{3,2} \times 3$ (чистовое)

Выбираем материалы фрезерного инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 258] – Т15К6.

1. Подача $S_M = sn = s_z zn$

Где n -частота вращения фрезы ,об/мин; z - число зубьев фрезы.

$$s_z = 0.15 \text{ мм} [3, \text{ с. } 403]$$

2. Глубина резания $t=0.2$ мм

3. Скорость резания- окружная скорость фрезы,м/мин,

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v$$

Коэффициент: $C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u=0,2$; $p=0$; $m=0,2$, по табл. 81 [3, с.407]. $T=50$

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

Где K_{mv} -коэффициент,учитывающий качество обрабатываемого материала.

K_{pv} -коэффициент,учитывающий состояние поверхности заготовки.

K_{iv} -коэффициент ,учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = 1 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$pv=0.9 \quad \text{по табл. 2 [3, с.359]}$$

$$K_{pv} = 0.9 \quad \text{по табл. 5 [3, с.361]}$$

$$K_{iv} = 1 \quad \text{по табл. 5 [6, с.361]}$$

$$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{332 \cdot 4^{0,2}}{50^{0,2} 0,2^{0,1} 0,15^{0,4} 4^{0,2} 5^0} 0,9 = 342,80 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения фрезы, $n=600$ об/мин

5. Сила резания.

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$$

$C_p=825$ $x=1,0$ $y=0,75$ $u=1,1$ $q=1,3$ $w=0,2$

K_{mp} -определяется по формуле[3,с. 362]

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

Где $\sigma_B=770$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,75} = 1,02$$

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0,2^1 \cdot 0,15^{0,75} 4^{0,75} \cdot 5}{4^{1,3} 500^{0,2}} \cdot 1,02 = 273,02 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент, Н · м, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 100} = \frac{273,02 \cdot 4}{2 \cdot 100} = 5,46 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания, кВт.

$$N_e = \frac{P_Z v}{1020 \cdot 60} = \frac{273,02 \cdot 342,80}{1020 \cdot 60} = 1,53 \text{ кВт}$$

1.12.14 Кругло шлифовальная операция : шлифование отверстие $\phi D_{2,1}$

Выбираем материалы шлифовального инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 337] – 23А.

1. Диаметр шлифования $D_{2,1} = 44 \text{ мм}$
2. Используем следующую формулу для определения эффективной мощности [3, с. 438]:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

Коэффициентов: $C_N = 1,3$; $r = 0,75$; $x = 0,85$; $y = 0,7$; по табл. 131 [3 с.441].

Коэффициентов: $V_3 = 30 \text{ м/мин}$; $t = 0,0125 \text{ мм}$; $s = 0,4 \text{ В} = 0,275 \text{ м/мин}$ – по табл. 130 [3 с.439].

Составляющие эффективной мощности, формула:

$$N = 1,3 \cdot 30^{0,75} \cdot 0,0125^{0,85} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 44^0 = 0,21 \text{ кВт},$$

3. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,08}{0,75} = 0,11 \text{ кВт}$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя [3, с. 386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 44} = 217,14 \text{ об/мин},$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 200 \text{ об/мин}$$

1.13 Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 603]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.18)$$

Где i – число рабочих ходов;

L – расчётная длина обработки, мм;

S – подача, мм/об (мм/мин);

n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{нд} + l_{сх} + l_{в} \quad (1.19)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{нд}$ - величина подвода инструмента, мм;

$l_{сх}$ - величина схода инструмента, мм;

$l_{в}$ - величина врезания инструмента, мм;

Принимаем: $l_{сх} = l_{нд} = 1 - 5$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{в} = \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}, \quad (1.20)$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{\left(1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.21)$$

Основное время для фрезерных операций определяем по формуле:

$$T_{\text{осн}} = \frac{L}{s_{\text{МИН}}} \quad (1.22)$$

где L – расчетная длина обработки, мм;

$$L = l + y + \Delta, \quad (1.23)$$

y – врезание при фрезеровании;

$y = 0,5D$ мм – врезание;

$\Delta = 5$ мм – перебег;

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{\text{д}},$$

где S_z – подача на один зуб фрезы;

z – число зубьев фрезы;

$n_{\text{д}}$ – обороты фрезы

1. Заготовительная операция 05:

переход 1: отрезать заготовку.

$$T_o = \frac{\left(1 + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(50 + 3 + 3) \cdot 1}{800 \cdot 0,7} = 0,10 \text{ мин}$$

2. Токарная операция 10:

переход 1: подрезать торце.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(25 + 3 + 3) \cdot 1}{800 \cdot 0,7} = 0,05 \text{ мин}$$

переход 2: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(32 + \frac{1}{\operatorname{tg}90^\circ} + 3 + 3\right) \cdot 5}{800 \cdot 0,7} = 0,33 \text{ мин}$$

переход 3: сверлить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{d}{2} \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(32 + \frac{21}{2} \operatorname{ctg}90^\circ + 3 + 3\right) \cdot 1}{450 \cdot 0,24} = 0,30 \text{ мин}$$

переход 4: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(32 + \frac{2}{\operatorname{tg}90^\circ} + 3 + 3\right) \cdot 2}{300 \cdot 0,8} = 0,30 \text{ мин}$$

3. Токарная операция 15:

переход 1: подрезать торце.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(44 + 3 + 3) \cdot 1}{1000 \cdot 0,7} = 0,07 \text{ мин}$$

4. Фрезерная операция 20:

переход 1: фрезеровать 3 отверстия.

$$T_{осн1} = \frac{L}{S_{МИН}} = \frac{(2\pi + 5 + 2) \cdot 9 \cdot 3}{0,16 \cdot 4 \cdot 500} = 1,12 \text{ мин}$$

переход 2: фрезеровать 3 фаски.

$$T_{осн2} = \frac{L}{s_{МИН}} = \frac{(1 + 5 + 2) \cdot 3}{0.16 \cdot 4 \cdot 800} = 0.04 \text{МИН}$$

переход 3 :фрезеровать 3 отверстия.

$$T_{осн3} = \frac{L}{s_{МИН}} = \frac{(2\pi \cdot 0.25 + 5 + 2) \cdot 4 \cdot 3}{0.16 \cdot 3 \cdot 500} = 0.42 \text{МИН}$$

переход 4 :нарезать резьбы.

$$T_o = \frac{(1 + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(3 + 3 + 3) \cdot 3}{1500 \cdot 0,03} = 0,60 \text{МИН}$$

5. Фрезерная операция 25:

переход 1 :фрезеровать пазы.

$$T_{осн1} = \frac{L}{s_{МИН}} = \frac{(11 + 5 + 2) \cdot 14 \cdot 3}{0.15 \cdot 5 \cdot 500} = 2.02 \text{МИН}$$

переход 2 :фрезеровать торцы.

$$T_{осн2} = \frac{L}{s_{МИН}} = \frac{((30 + \frac{2\pi \cdot 14}{16} + \frac{2\pi \cdot 20}{4} - 12) + 5 + 3) \cdot 7 \cdot 3}{0.15 \cdot 5 \cdot 500} = 3.52 \text{МИН}$$

переход 3 :фрезеровать отверстия.

$$T_{осн3} = \frac{L}{s_{МИН}} = \frac{(2\pi + 5 + 2) \cdot 4 \cdot 6}{0.15 \cdot 3 \cdot 500} = 1.42 \text{МИН}$$

переход 4 :фрезеровать отверстия.

$$T_{осн4} = \frac{L}{s_{МИН}} = \frac{(2\pi \cdot 0.5 + 5 + 2) \cdot 4 \cdot 6}{0.15 \cdot 4 \cdot 600} = 0.68 \text{МИН}$$

6. Кругошлифовальная операция 35:

переход 1: шлифовать поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(30 + 1 + 1) \cdot 1}{200 \cdot 0,4} = 0.40 \text{ МИН}$$

1.14 Определение штучного времени

Норма штучного времени рассчитаем по следующим формуле:

Где T_o – это основное время, мин;

T_B – это вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ – это время на обслуживание рабочего места, мин;

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от}$$

$T_{от}$ – это время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_B = T_{ус} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}$$

Где $T_{ус}$ – это время на установку и снятие детали, мин;

$T_{з.о}$ – это время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{уп}$ – это время на приемы управления, мин;

$T_{из}$ – это время на измерение детали, мин.

1. Заготовительная операция 05:

основное время:

$$T_o = 0,10 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{ус} = 0,15 \text{ мин} \quad T_{з.о} = 0,05 \text{ мин}; \quad T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; \quad T_{из} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_B = T_{ус} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из} = 0,15 + 0,05 + 0,02 + 0,15 = 0,37 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0,10 + 0,37 + 2,5 + 5 = 7,97 \text{ мин};$$

2. Токарная операция 10:

основное время:

$$T_o = 0,98 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{ус} = 0,15 \text{ мин} \quad T_{з.о} = 0,05 \text{ мин} \quad ; \quad T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; \quad T_{из} =$$

$$0,15 \text{ мин} ;$$

$$T_v = T_{ус.} + T_{з.о} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,15 + 0,05 + 0,02 + 0,15 =$$

0,37 мин; время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0,98 + 0,37 + 2,5 + 5 = 8,85 \text{ мин};$$

3. Токарная операция 15:

основное время:

$$T_o = 0,07 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{ус} = 0,15 \text{ мин} \quad T_{з.о} = 0,05 \text{ мин}; \quad T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; \quad T_{из} = 0,15 \text{ мин} ;$$

$$T_B = T_{yc} + T_{zo} + T_{уп} + T_{из} = 0,15 + 0,05 + 0,02 + 0,15 = 0,37 \text{ мин}$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 3 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 0,07 + 0,37 + 2,5 + 3 = 5,94 \text{ мин};$$

4. Фрезерная операция 20:

основное время:

$$T_o = 2,18 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{yc} = 0,15 \text{ мин} \quad T_{zo} = 0,05 \text{ мин}; \quad T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; \quad T_{из} = 0,15 \text{ мин} ;$$

$$T_B = T_{yc} + T_{zo} + T_{уп} + T_{из} = 0,15 + 0,05 + 0,02 + 0,15 = 0,37 \text{ мин}$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 2,18 + 0,37 + 2,5 + 5 = 10,05 \text{ мин};$$

5. Фрезерная операция 25:

основное время:

$$T_o = 5,62 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{ус} = 0,15 \text{ мин} \quad T_{з.о} = 0,05 \text{ мин}; \quad T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; \quad T_{из} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_B = T_{ус} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из} = 0,15 + 0,05 + 0,02 + 0,15 = 0,37 \text{ мин}$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 5,62 + 0,37 + 2,5 + 5 = 13,49 \text{ мин};$$

6. Кругошлифовальная операция 35:

основное время:

$$T_o = 0,40 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{ус} = 0,09 \text{ мин} \quad T_{з.о} = 0,05 \text{ мин}; \quad T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; \quad T_{из} = 0,19 \text{ мин};$$

$$T_B = T_{ус} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из} = 0,09 + 0,05 + 0,02 + 0,19 = 0,35 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 1,1 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 6 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 0,40 + 0,35 + 1,1 + 6 = 7,85 \text{ мин};$$

Все результаты расчетов режимов резания и нормирование времени
представлены в приложении Таблице П.А

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкции приспособления.

У деталей, представляющих тело вращения, при длине меньше диаметра (стакан) опорные точки располагаются на торце, лишаящие деталь трех степеней свободы, осевое отверстие лишает двух степеней свободы. Представим схему базирования на рисунке (рис. 2.1).

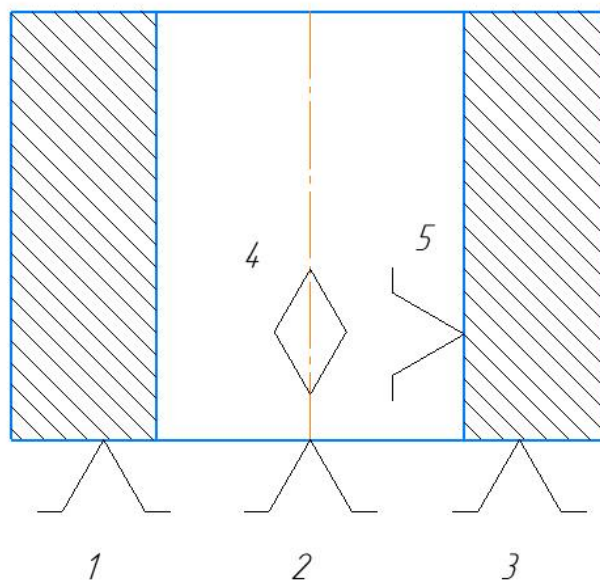


Рисунок 2.1 – опорные точки № 1, 2, 3 – установочная опорная,

лишающая обрабатываемую деталь четырех степеней свободы. Точка № 5 служит упором.

2.2 Разработка принципиальной схемы приспособления

Проектируемое приспособление работает следующим образом. Обрабатываемая заготовка устанавливается на цилиндрический палец осевым отверстием со скользящей посадкой, затем при помощи двух пневматических прихватов заготовка надежно зажимается в приспособление.

После окончания обработки, пневмоцилиндр 1 вместе с прихватом 2 поднимается вверх и поворачивается вправо на 90 градусов, и разжимает заготовку, после чего её можно убрать из приспособления.

Принципиальную схему приспособления приведём на рисунке 2.2.

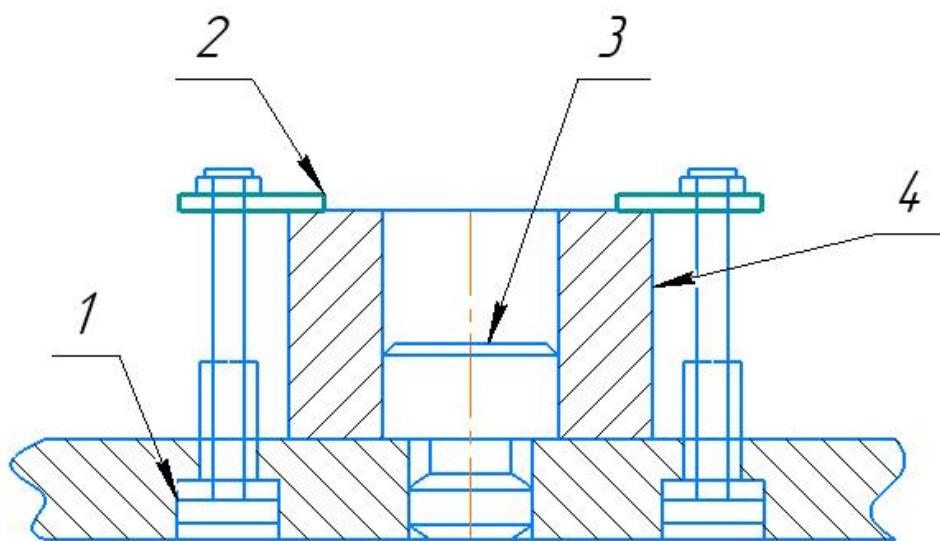


Рисунок 2.2 – Принципиальная схема приспособления

На схеме изображены: Заготовка 4 (после обработки), пневмоцилиндр – позиция 1; прихват – позиция 2; стол (для установки прихватов); палец цилиндрический – позиция 3.

2.3 Определение необходимой силы зажима

Основное назначение зажимного устройства приспособления – обеспечение надежного контакта заготовки с установочными элементами приспособления, в данном случае с прихватами, и предупреждение их смещения и вибраций от возникающих сил резания в процессе обработки с помощью цилиндрического пальца. Поэтому, чтобы определить необходимую силу зажима, необходимо определить силы резания.

Для наглядного отображения сил резания, отобразим их на схеме, где укажем часть заготовки, фрезу (условно), направление подачи (направление подачи стола, так как именно он будет перемещаться) и направления действия сил резания, оказывающих наибольшее влияние на процесс резания, схему приведем на рисунке 2.3.

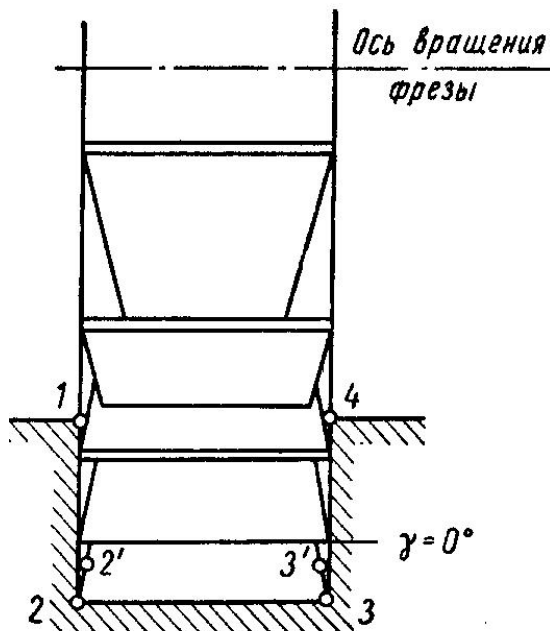


Рисунок 2.3 – Схема резания

Рассчитаем основную (тангенциальную) составляющую силы резания по

формуле (1)

$$P_Z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^nz}{D^q n^w} K_{mp} \quad (1)$$

где P_Z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

C_p – поправочный коэффициент характеризующий материал режущей кромки;

B – ширина фрезы, мм;

z – количество зубьев фрезы, шт;

D – диаметр фрезы, мм;

$x; y; u; q; w$ – поправочные показатели степени.

$$C_p=825 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad u=1,1 \quad q=1,3 \quad w=0,2$$

K_{mp} -определяется по формуле[3,с. 362]

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

Где $\sigma_B=770$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{770}{750}\right)^{0,75} = 1,02$$

$$P_Z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^nz}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0,3^1 \cdot 0,15^{0,75} 4^{0,75} \cdot 5}{6^{1,3} 500^{0,2}} \cdot 1,02 = 241,75 \text{ Н}$$

Определим составляющую силы резания действующую в направлении подачи P_h по формуле (2)

$$P_h = 0,8P_Z \quad (2)$$

$$P_h = 0,8 \cdot 241,75 = 193,4 \text{ Н}$$

Зажим в приспособлении осуществляется посредством штока-прижима.

Сила зажима заготовки прихватом определяется по формуле (3)

$$W = \frac{K}{f} \cdot \sqrt{P_z^2 + P_h^2} \quad (3)$$

где W – сила зажима заготовки прихватом, Н;

K – коэффициент запаса;

f – коэффициент трения для гладких поверхностей.

Коэффициент запаса K в свою очередь рассчитывается по формуле (4)

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 \quad (4)$$

где K_0 – минимальный коэффициент запаса, учитывающий надежность расчетов;

K_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании;

K_4 – коэффициент, учитывающий непостоянство силы закрепления;

K_5 – коэффициент, который учитывается, если допуск на размер заготовки влияет на силу закрепления;

K_6 – коэффициент, который учитывается, при наличии возможности поворота заготовки под действием силы резания.

Тогда сила резания составит:

$$W = \frac{K}{f} \cdot \sqrt{P_z^2 + P_h^2} = \frac{6,61}{0,25} \cdot \sqrt{241,75^2 + 193,4^2} = 8185,59 \text{ Н}$$

Так как шток напрямую связан с поршнем пневмоцилиндра, то сила зажима W и сила развиваемая на штоке пневмоцилиндра Q это одна и та же величина: $W=Q$.

Зная значение силы развиваемой на штоке пневмоцилиндра Q , рассчитаем диаметр поршня D пневмоцилиндра по формуле (5)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \eta \cdot p}} \quad (5)$$

где η – КПД пневмотического цилиндра;

p – давление сжатого воздуха, МПа.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 8185,59}{3,14 \cdot 0,98 \cdot 0,6}} = 133 \text{ мм}$$

Полученное значение диаметра поршня пневмоцилиндра D округлим до ближайшего большего стандартного значения, рекомендуемого по ГОСТ 6540-66. Таким образом принимаем значение диаметра поршня пневмоцилиндра D равным 140 мм.

Рассчитаем действительное значение силы, развиваемой на штоке пневмоцилиндра Q_d при диаметре поршня пневмоцилиндра $D = 140$ мм по формуле (6)

$$Q_d = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta \cdot P \quad (6)$$

$$Q_d = \frac{3,14 \cdot 140^2}{4} \cdot 0,98 \cdot 0,6 = 9046,97H$$

Определим время срабатывания пневмоцилиндра по формуле (7)

$$T_c = \frac{D \cdot l_x}{d_B^2 V_B} \quad (7)$$

где T_c – время срабатывания пневмоцилиндра, с;

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

l_x – длина хода поршня, мм;

d_B – диаметр входного отверстия крышки пневмоцилиндра, мм

V_B – скорость перемещения воздуха, см/с.

$$T_c = \frac{40 \cdot 50}{5^2 \cdot 1500} = 0,053$$

2.4 Расчёт прочности деталей приспособления

Одной из наружных деталей приспособления является шток (шток-прижим) гидроцилиндра, работающий на растяжение. Он непосредственно подвергается нагрузкам, поэтому будем считать его наиболее «слабым» элементом всего приспособления.

Если шток пройдет проверку на прочность, то будем считать, что приспособление проходит проверку на прочность.

Для обеспечения работоспособности должно выполняться следующее условие (8)

$$\sigma = \frac{4 \cdot Q_d}{\pi \cdot d_1^2} \quad (8)$$

где σ – фактическое напряжение растяжения, МПа;

d_1 – диаметр штока поршня, мм;

$[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение при растяжении для стали, МПа.

Подставив необходимые значения в формулу (8) проверим шток на прочность

$$\sigma = \frac{4 \cdot 9046,97}{3,14 \cdot 140^2} = 0,59 < 160 \text{ МПа} \quad (8)$$

Как видно из полученного неравенства, рассчитываемая деталь приспособления выдерживает рабочие нагрузки, а значит и всё приспособление их выдерживает, тем самым приспособление прошло проверку на прочность.

2.5 Расчет приспособления на точность

Обработка ведется дисковой фрезой на настроенном станке способом автоматического получения заданных размеров. Заготовка 1 устанавливается на плиту с Т-образными пазами 2, наиболее точными поверхностями и зажимается Г-образными прихватами 4 (окончательная компоновка приспособления представлена на рисунке 2. 5).

Так как к получаемому размеру не предъявляется никаких требований к форме поверхности кроме соблюдения допуска на параллельность, то требования к форме поверхностей не будут предъявляться и к приспособлению.

Точность получения необходимого размера 12×8 будет обеспечиваться предварительной настройкой станка, точностью изготовления приспособления (включающую в себя точность базирования заготовки) и жесткой фиксацией заготовки в приспособлении.

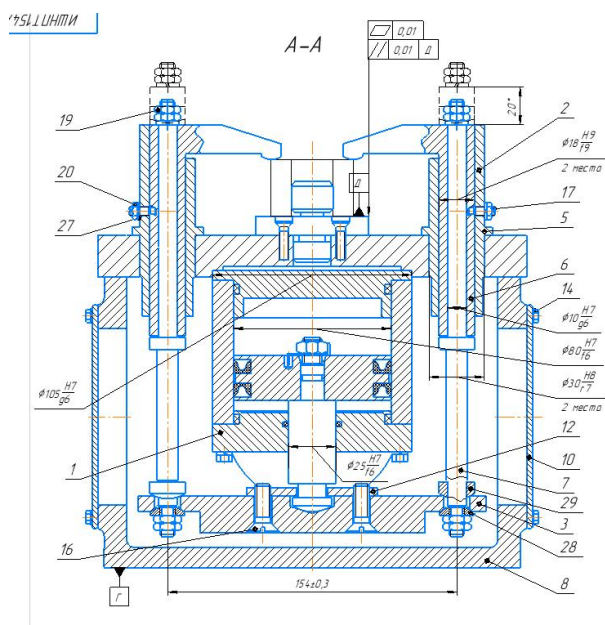


Рисунок 2. 5 – Схема базирования и установки приспособления

Определим точность изготовления приспособления рассчитав погрешность

его изготовления по формуле (9)

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2} \quad (9)$$

где $\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность изготовления приспособления, мм;

T – допуск на выполняемый при обработке размер, мм;

K_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

K_{T1} – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках;

ε_6 – погрешность базирования заготовки в приспособлении, мм;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима мм;

ε_c – погрешность установки приспособления на станке, мм;

$\varepsilon_{\text{и}}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа элементов приспособления, мм;

$\varepsilon_{\text{п}}$ – погрешность от перекоса инструмента, мм;

K_{T2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления;

ω – экономическая точность обработки (точность, затраты для обеспечения которой при данном способе обработки являются меньшими, чем при других способах).

Допуск на выполняемый при обработке размер составляет 0,2 мм.

Коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения K_T примем равным 1,2.

Коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках K_{T1} примем равным 0,85.

Погрешность базирования заготовки в приспособлении ε_b рассчитаем по формуле (10)

$$\varepsilon_b = \frac{\Delta D}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - 1 \right) \quad (10)$$

где ΔD – допуск на установочный размер заготовки, мм.

$$\varepsilon_b = \frac{0.2}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin\left(\frac{90^\circ}{2}\right)} - 1 \right) = 0.0175 \text{ мм}$$

Погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима ε_3 принимаем равной 0,02 мм.

Погрешность установки приспособления на станке ε_c составит 0,027 мм, как значение допуска самого точного Т-образного паза, по которому и будет

происходить установка приспособления.

Погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа элементов приспособления $\varepsilon_{и}$ рассчитаем по формуле (11)

$$\varepsilon_{и} = \beta \cdot N \quad (11)$$

где β – поправочный коэффициент зависящий от материала опорных поверхностей;

N – количество контактов заготовки с опорой, шт.

Примем количество контактов заготовки с опорой N (стол) равным 5000 штук.

$$\varepsilon_{и} = 0,002 \cdot 5000 = 0,01 \text{ мм}$$

Предполагая регулярную и своевременную смену режущего инструмента, что исключит критический износ, который может привести к увеличению силы резания, что в свою очередь может вызвать деформацию инструмента, погрешность от перекоса инструмента $\varepsilon_{п}$ примем равной 0 мм.

Коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления K_{T2} примем равным 0,6.

Экономическую точность обработки ω примем соответствующей точности получаемого размера 11×6 , что составит 0,2 мм.

Таким образом, погрешность изготовления приспособления $\varepsilon_{пр}$, по формуле (11), будет равна:

$$\varepsilon_{пр} = 0,2 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,0175)^2 + 0,02^2 + 0,027^2 + 0,01^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 0,075)^2} =$$

$$= 0,019 \approx 0,02 \text{ мм}$$

Таким образом погрешность изготовления приспособления $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,02$ мм является допуском изготовления приспособления и замыкающего звена размерной цепи приспособления.

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	ЧжанХао

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

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

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

Перечень графического материала

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности ИР 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта

- | |
|---|
| 4. Бюджет НИ |
| 5. Основные показатели эффективности НИ |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	Д.э.н.		22.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	ЧжанХао.		20.02.2022

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1 Общая информация

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской работы. 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.

Целью НИР является исследование и разработка привода линейного перемещения (выдвижения) руки строительного робота.

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

Используя метод сегментирования, разделим потребителей разработки. Сегментировать рынок производителей ползунов можно по следующим критериям: размер компании-заказчика, вид производства ступиц

Сегментировать рынок услуг можно по степени потребности использования данных расчетов. Результат сегментирования представлены на таблице(3.2.1).

		Вид ползуна			
		Высокое качество	Надежность	Долговечность	Приемлемые цены
Размер	Крупные	Компания «Ферополис»	Компания в Японии «NSK»		Компания в Японии «NSK»
	Средние	Компания в Японии «NSK»		Компания в Японии «NSK»	
	Мелкие		Компания «Ферополис»	Компания «Ферополис»	Компания в Японии «NSK»

Компания «Ферополис»
 Компания в Японии «NSK»
 Компания в Японии «NSK»

Рис. 3.2.1 Карта сегментирования рынка услуг по разработке ползуна

В приведенном примере карты сегментирования показано, какие ниши на рынке услуг по разработке ползунов не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок.

3.3 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки ползуна. В таблице 3.3.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 3.1.1 -Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок ползуна)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
2. Энергэффективность	0,15	3	3	3	0,6	0,4	0,4
3. Ударопрочность	0,05	5	2	3	0,25	0,15	0,15
4. Скорость работы	0,1	4	3	4	0,2	0,15	0,25
5. Надёжность	0,2	5	2	3	1	0,75	0,75
6. Трециностойкость	0,25	4	3	2	1	0,4	0,4
7. Безопасность	0,1	3	3	2	0,5	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена на расходы	0,03	5	5	5	0,125	0,125	0,125
2. Конкурентоспособность исследовательской работы	0,02	3	3	3	0,075	0,075	0,075
3. Финансирование научного исследования	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Итого	1	41	33	34	4,25	2,8	2,9

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

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i –

вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 41 \cdot 4,25 = 174,25$$

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 33 \cdot 2,8 = 92,4$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 34 \cdot 2,9 = 98,6$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что разработанная ползуна превосходит аналогичные детали конкурентов по таким параметрам как ударопрочность и трещиностойкость. Следовательно, разработка является актуальной и перспективной. Общая оценка эффективности показала, что предложенная нами разработка конкурентоспособна.

3.4 SWOT-анализ

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде составим SWOT-матрицы (таблица 8.2.1).

Таблица 3.4.1 – SWOT-анализ проекта

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Низкая цена исходного сырья. С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции. С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта. С4. Экологичность технологии С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований. Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования. Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию. Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности. Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН. В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	Направления развития В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки. В3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области. В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.	Сдерживающие факторы В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.
Угрозы У1. Снижение стоимости разработок конкурентов. У2. Появление	Угрозы развития У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше	Уязвимости: У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и

зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	перспектив развития. У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.	неопределенности.
---	--	-------------------

Вывод SWOT-анализу: в ходе анализа были рассмотрены все сильные и слабые стороны научного проекта, а также разъяснены все его последствия. Как позитивные, так и негативные – возможности и угрозы. SWOT–анализ показал что, данная разработка может иметь два координально отличающихся исхода событий. Первый это очень хороший вариант, при котором к данной разработке появится интерес у сторонних производителей, исследователей. Что приведет к увеличению финансирования и появлению новых кадров, которые ускорят разработку либо при помощи своей высокой квалификации, либо простым увеличением количеством исполнителей, что позволит более быстро проводить некоторые этапы разработки. Второй вариант это тот при котором исследование не найдет должного финансирования, и будет либо закрыто, либо будет двигаться к конечному этапу с сильным промедлением.

3.5 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике. В рамках этого этапа составляется морфологическая матрица. Пример морфологической матрицы для ползуна приведен в табл. 3.5.1.

Таблица 3.5.1 Морфологическая матрица для ползуна

	1	2	3	4	5
А. Материал основная	стали	чугун	сплав	другое	
Б. Подшипник и ползуна	радиальными	упорными	радиально-упорными	упорно-радиальными	
В. Крепеж колес	Один болт и одна гайка с конической зажимной деталью	Болты и гайки с конической зажимной частью и головкой	Болт и гайка со сферической зажимной деталью и головкой	Гайка с шайбой	
Г. На каком устройстве	автомобиль	снегоуборочные машины	уборочные машины	асфальтоукладчики	автовышки
Д. Окружающая среда	воздух	вода	снег	масло	
Е. ползун для чего	передача крутящего момента колесу	удержание узлов на полуоси	обеспечение вращения колеса	удержание барабана и тормозного диска	фиксация диска колеса

С позиции функционального содержания и ресурсосбережения выбор наиболее желательных функционально конкретных решений по данной матрице – А1В3В2Г1Д3Е3.

3.6 Планирование научно-исследовательских работ

3.6.1 Структура работ в рамках научного исследования

Представим линейный график выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.6.1.

Таблица 3.6.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Номер	Наименование	Продолжительность, <i>дней</i>	Исполнители
1	Составление и утверждение технического задания	3	Руководитель темы, Студент- дипломник
2	Подбор и изучение материалов по тем	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
3	Проведение патентных исследований	10	Студент- дипломник
4	Выбор направления исследований	3	Руководитель темы, Студент- дипломник
5	Календарное планирование работ по теме	3	Студент- дипломник
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	15	Студент- дипломник
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	13	Студент- дипломник
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	8	Руководитель темы, Студент- дипломник

9	Оценка эффективности полученных результатов	13	Руководитель
10	Определение целесообразности проведения ОКР	16	Руководитель
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	8	Руководитель темы, Студент- дипломник
12	Выбор и расчет конструкции	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	5	Руководитель темы, Студент- дипломник
14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	10	Студент- дипломник
15	Лабораторные испытания макета	4	Студент- дипломник
16	Составление пояснительной записки	4	Студент- дипломник
17	Оформление патента	6	Руководитель темы, Студент- дипломник
18	Размещение рекламы	6	Студент- дипломник

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 3.6.2).

Таблица 3.6.2 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	tki	Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	■	■												

2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	11																
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	27																
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3																
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	3																
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	22																
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	18																
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	9																
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	13																
10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	16																
11	Разработка блок-схемы, принципиальной	Руководитель, Студент-дипломник	8																

	схемы																				
12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7																		
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	5																		
14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	11																		
15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	5																		
16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	5																		
17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	8																		
18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	9																		

Примечание:

	Студент- дипломник
	Руководитель темы

По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен

предполагаемый срок выполнения проекта – 142 дня.

3.6.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.6.2.1 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 3.6.2.1

Таблица 3.6.2.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы Σ_M руб.
Краска для принтера	шт.	1	600	600
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	1000	2000
Токарно-винторезный станок: JET GHV-1330A	шт.	1	847000	847000
Ленточнопильный станок JET JWBS-8-M	шт.	1	22000	22000
вертикально-фрезерный станок с ЧПУ:Haas TM-1 с ЧПУ	шт.	1	2400000	2400000
Штангенциркуль	шт.	5	400	2000
Внутренний микрометр	шт.	5	2000	10000
Итого, руб.				3283600

В сумме материальные затраты составили 3283600 рублей.

3.6.2.2 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

Основная заработная плата работника:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

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

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

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D},$$

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:

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

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

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

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_{р}$ – 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 (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 3607,5 \cdot 13 = 46897,5 \text{руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 46897,5 = 6331 \text{руб.}$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

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

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

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

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

Представим результаты расчетов в итоговой таблице 3.6.2.2

Таблица 3.6.2.2 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{тс}$ руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m руб.	$Z_{дн}$ руб.	T_p раб. дн.	$Z_{осн}$ руб.	k_d	$Z_{доп}$ руб.	Итого, руб.
руководитель	37000	0,3	0,2	1,3	72150	3607,5	13	46897,5	0,135	6331	53228.5
студент	20000				39000	1950	17	33150		4475	37625

3.6.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (46897,5 + 6331) = 15969 \text{руб}$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (33150 + 4475) = 11288 \text{руб}$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30%.

3.6.2.4 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии,

интернета и т.д.

Накладные расходы

$$Z_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$Z_{\text{нак}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$Z_{\text{нак}} = (3283600 + 90853.5 + 27257) \cdot 0,16 = 544273.68 \text{руб.}$$

3.6.2.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 3.6.2.5

Таблица 3.6.2.5 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	3283600	83.2
2. Затраты по основной зарплате	80047.5	2,02
3. Затраты по дополнительной зарплате	10806	0,27
4. Отчисления во внебюджетные фонды	27257	0,69
5. Накладные расходы	544274	13,79
Бюджет затрат на проектирование	3945984.5	100

Бюджет всех затрат проекта равен 3945984.5 рублей. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (83,2 %).

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

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

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

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3.7.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4
4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,45.$$

Итак, в результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны. Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 142 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 3945984.5 рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибалльной шкале $I_p = 4,45$, что говорит об эффективной реализации проекта. На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Группа	ФИО
154A81	ЧжанХао

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления детали «Ползун»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<ul style="list-style-type: none"> Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения) <p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Объектом исследования является вентилятор</p> <p>Область применения: Охлаждения двигателя в период работа.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>Анализ показателей шума и вибрации</p> <ul style="list-style-type: none"> установление соответствие показателей нормативному требованию; <p>Анализ показателей микроклимата</p> <ul style="list-style-type: none"> показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности. <p>Анализ освещенности рабочей зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности; при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету. <p>Анализ электробезопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> наличие электроисточников, характер их опасности; установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления. при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету. <p>Анализ пожарной безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> присутствие горючих материалов, тем самым, 	<p>Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты; привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления, категорию пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. <p>При отклонении показателя предложить мероприятия.</p>
--	--

<p>присутствие повышенной степени пожароопасности.</p> <ul style="list-style-type: none"> • категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение. • Разработать схему эвакуации при пожаре. 	
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • защита селитебной зоны • анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); • разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов.</p> <p>Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Рассматриваются 2 ситуации ЧС:</p> <p>1) природная – сильные морозы зимой;</p> <p>2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии).</p> <p>Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Приведены:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечень НТД, используемых в данном разделе, • схема эвакуации при пожаре, • схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин Александр Иванович	Д.т.н.		22.02.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	ЧжанХао		22.02.2022 г.

Введение

Выполняемой темой данной ВКР является разработка технологии изготовления основы. Деталь изготавливается серийно на производстве.

Современное производство нацелено на увеличение объемов изготовленных товаров при минимизации затрат. С одной стороны, это повышает комфортность существования человечества, а с другой стороны, производственные процессы часто являются источниками опасности для человечества в целом.

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-технолога, и разработка мер защиты от них. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления.

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т. е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”

2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

11. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

4.2 Производственная безопасность

На большинстве производств, особенно государственных, есть должность: инженер по технике безопасности. Он проводит инструктаж всех вновь поступающих работников с соответствующей записью в журнале по технике безопасности.

Необходимо отметить, что охрану труда нельзя отождествлять с техникой безопасности, производственной санитарией, гигиеной труда, ибо они являются элементами охраны труда, её составными частями. Таким образом в состав системы охраны труда входят следующие элементы:

- Техника безопасности;
- Производственная санитария определяется как система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.
- Гигиена труда характеризуется как профилактическая медицина, изучающая условия и характер труда, их влияние на здоровье и функциональное состояние человека и разрабатывающая научные основы и практические меры, направленные на профилактику вредного и опасного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на работающих.

- **Электробезопасность** — состояние защищённости работника от вредного и опасного воздействия электротока, электродуги, электромагнитного поля и статического электричества.
- **Пожарная безопасность**- состояние защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров.
- **Промышленная безопасность** — состояние защищённости жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий. В свою очередь охрана труда, электробезопасность, промышленная безопасность, пожарная безопасность являются составными частями безопасности жизнедеятельности.
- **Управление безопасностью труда** — организация работы по обеспечению безопасности, снижению травматизма и аварийности, профессиональных заболеваний, улучшению условий труда на основе комплекса задач по созданию безопасных и безвредных условий труда. Основана на применении законодательных нормативных актов в области охраны труда.

Таблица 1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра	Изгот	Экспл	
1.Отклонение показателей	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые

микроклимата				<p>регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы.</p> <p>Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].</p>
2. Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Производственная среда — это часть окружающей человека среды, включающая природно-климатические факторы и факторы, связанные с профессиональной деятельностью (шум, вибрация, токсичные пары, газы, пыль, ионизирующие излучения и др.), называемые вредными и опасными факторами труда. Производственная безопасность — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности. К производственной безопасности относятся организационные мероприятия и технические средства защиты от поражения электрическим током, защита от механических травм движущимися механизмами, подъемно-транспортными средствами, обеспечение безопасности систем высокого давления, методы и средства обеспечения пожаровзрывобезопасности и т. д. [9, ст. 1]. Согласно ГОСТ 12.0.003—2015 опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы: • физические; • химические; • биологические; • психофизиологические. Физические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на следующие: • движущиеся машины и механизмы; • подвижные части производственного оборудования; • передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; • разрушающиеся конструкции; • обрушивающиеся горные породы. Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются: •

по характеру воздействия на организм человека на: токсические; раздражающие; сенсibilизирующие; канцерогенные; мутагенные; влияющие на репродуктивную функцию; • по пути проникания в организм человека через: органы дыхания; желудочно-кишечный тракт;

- кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают следующие биологические объекты:

- патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности;

- микроорганизмы (растения и животные). Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

- физические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки.

Основными опасным фактором являются

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;

- подверженность влиянию шума, вибраций, связи с наличием обрабатывающего оборудования (станков), которые создают повышенный уровень вибраций и шума;

- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а так же подъемно-транспортных устройств.

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

4.4.1 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 должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключая 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 должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не

менее 4.5 м³ площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо 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, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 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.

4.4.2 Анализ показателей микроклимата

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

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

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) 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 необходимо 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 2 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	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.

4.4.3 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 должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо 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.

4.4.4 Анализ освещенности рабочей зоны

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть 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, должны быть легкими, 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 необходимо создать освещенность не ниже 300лк , 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 $\Phi_{ЛД} = 3000\text{Лм}$.

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) $h_c = 0,5$ 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 $\rho_{\text{П}} = 70\%$, $\rho_{\text{С}} = 40\%$ и индексе помещения $i = 1,97$ равен $\eta = 0,65$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника

определяется по формуле:

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

Делаем проверку выполнения условия:

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

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

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

4.4.5 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 приравняются 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.

4.4.6 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.

4.5 Экологическая безопасность

Промышленный комплекс по интенсивности воздействия на окружающую среду занимает ведущее место. Главными причинами этого первенства являются: несовершенные технологии производства, чрезмерная концентрация - как территориальная, так и в пределах одного предприятия, отсутствие надежных природоохранных сооружений. Несовершенство современных технологий не позволяет полностью перерабатывать минеральное сырье. Большая часть этого сырья возвращается в природу в виде отходов. Готовая продукция составляет 1 - 2% от используемого сырья, а остальные возвращаются в виде отходов в биосферу, загрязняя ее.

По степени и характеру воздействия таких показателей, как объемы промышленных отходов, выделяют кроме топливно-энергетических, металлургических, химико-лесных, строительных также машиностроительные комплексы. Среди всех отходов привлекает внимание большое поступление в атмосферу выбросов газообразного диоксида серы - одного из вредных загрязняющих веществ промышленного происхождения, который в условиях атмосферы превращается в кислоту и служит причиной возникновения кислотных дождей.

Машиностроительные предприятия являются основными источниками загрязнения окружающей среды.

4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф – наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки – вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате источника чрезвычайной ситуации, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения – весной, снегопады – зимой. Однако в пределах сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.

Чрезвычайные ситуации природного характера:

- геофизические опасные явления – землетрясения, вулканы и т.д.
- геологические опасные явления – пыльные бури, оползни, сели, обвалы и т.д.

- метеорологические опасные явления – бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки и т.д.
- морские гидрологические опасные явления – штормы, тайфуны, цунами и т.д.
- гидрогеологические опасные явления – опасно высокие уровни грунтовых вод и т.д.
- природные пожары – лесные, торфяные, степные, хлебные и т.д.

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
2. Планы эвакуации рабочих;
3. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
4. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
5. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
6. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;

2. Инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);

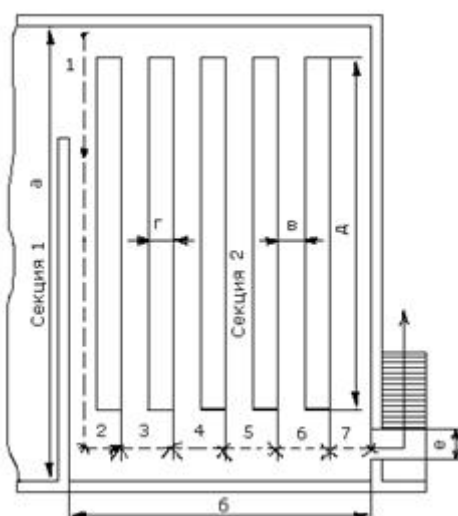
3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;

4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

В качестве мер, предусматривающих защиту от названных ЧС, следует отметить:

- повышение прочности конструкции зданий;
- создание развитой системы вентиляции;
- проведение мед. осмотров;
- утепление помещений;
- проведение инструктажей ТБ.

Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.



(4.6.1)Схема помещения

Так же существуют и социальные чрезвычайные ситуации, связанные с противоречиями в общественных отношениях. Анализ происходящих в последнее время ЧС свидетельствует, что в 75–80 % случаев их возникновение связано с деятельностью человека и обусловлено причинами социального характера.

Выводы

Раздел «Социальная ответственность» содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды, рассмотрены также вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности.

Заключение

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

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

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

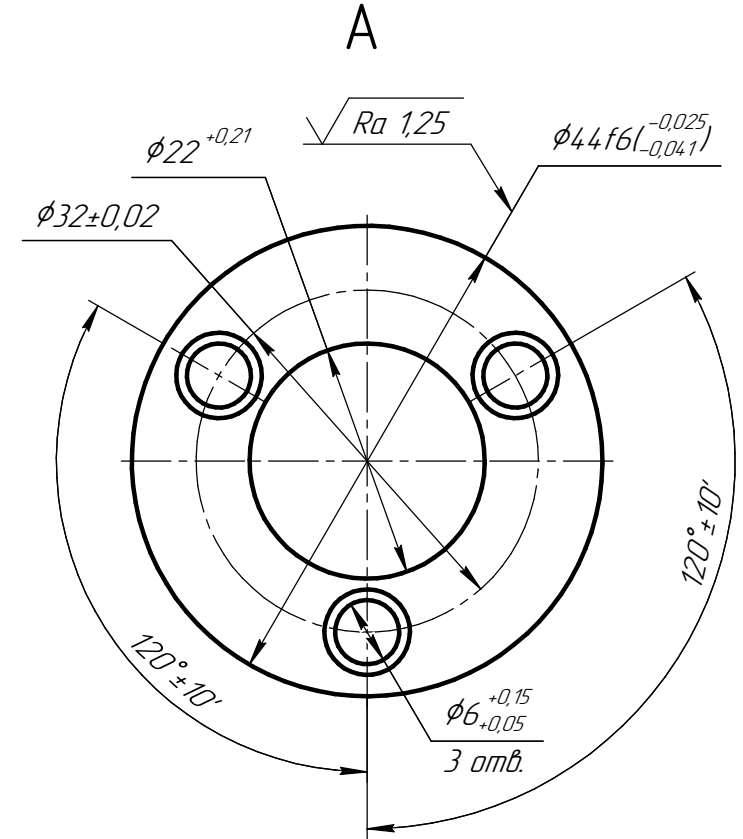
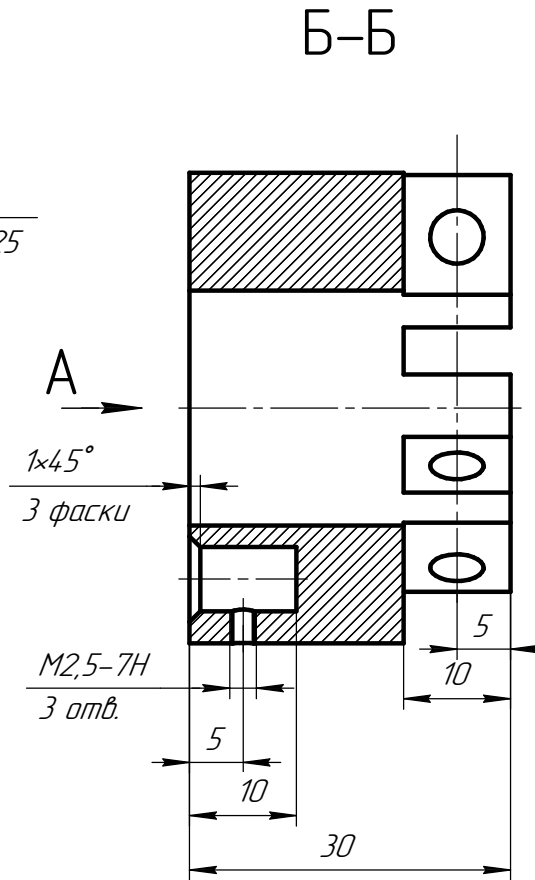
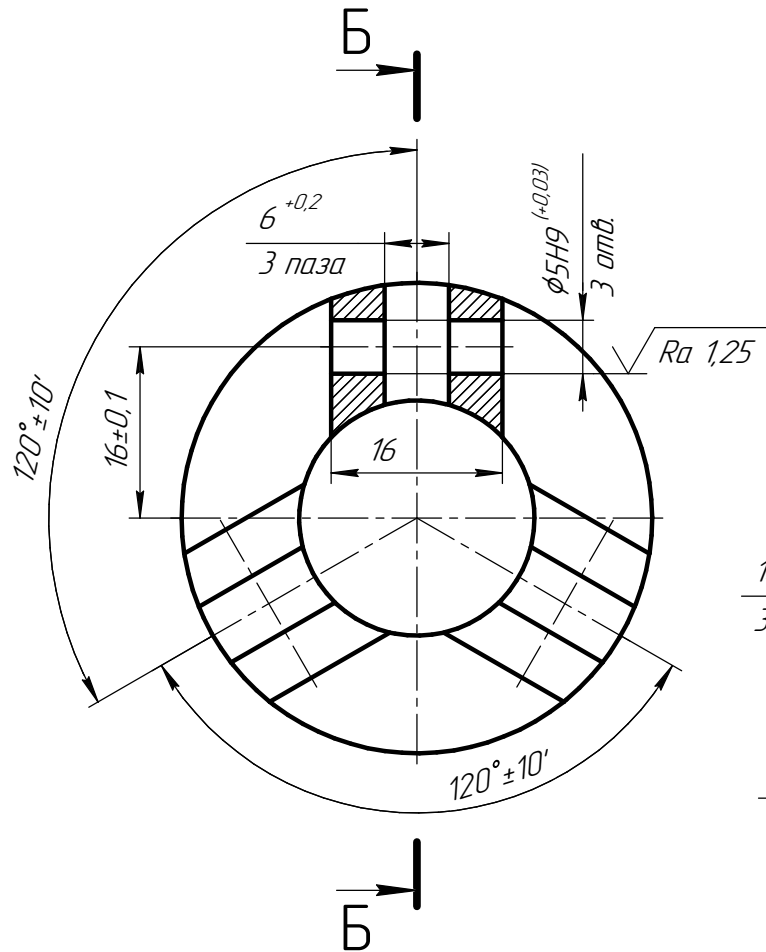
Список литературы

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.–М.: ОООИД «Альянс», 2015.–256с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Сулова. Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1986. 656 с., илл
5. Ансеров М. А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции – Л.: «МАШГИЗ», 1960, 638 с.

Приложение А Чертёж детали

ПРСН.713144.001

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$



1 38..43 HRC.

2 Общие допуски по ГОСТ 30893.2 - mH: H14, h14, IT14/2.

					ПРСН.713144.001			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Ползун	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Чжан Хао						193 г	1:1
Пров.	Кудшинов.К.А.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 95X18 ГОСТ 5632-72			
Утв.								

Копировал

Формат А3

Не для коммерческого использования

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Инв. № подл. Подл. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дудл. Подл. и дата
 Стр. № 1 из 1

Перв. примен.

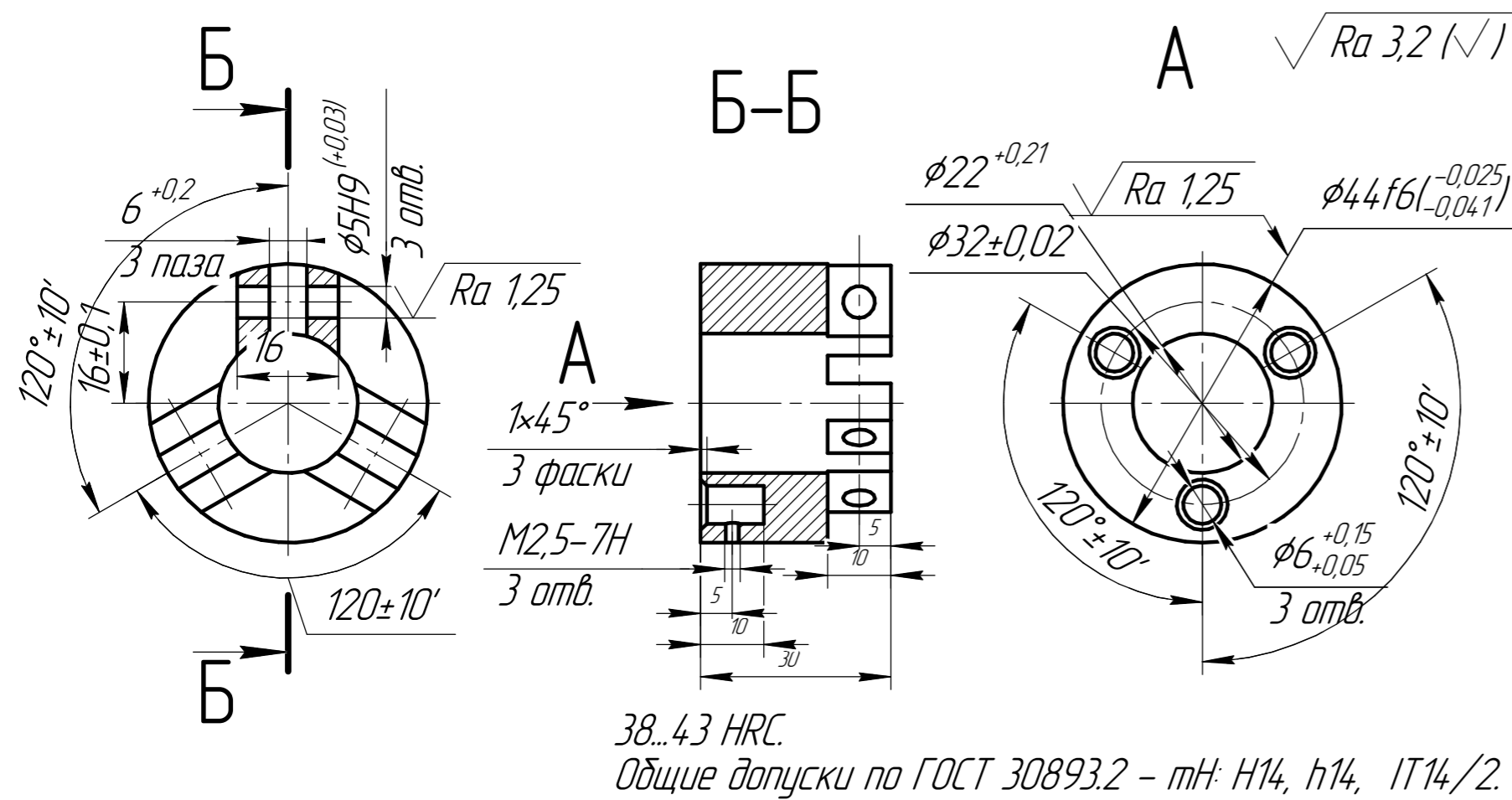
Приложение Б Чертёж приспособления

Приложение В Спецификация

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A4			ИШНПТ 154А81.ПЗ	Пояснительная записка	1		
						Детали			
		A3		1	ИШНПТ 154А81.711000.001	Крышка цилиндра	1		
		A3		2	ИШНПТ 154А81.731000.002	Корпус	1		
		A3		3	ИШНПТ 154А81.711000.003	Кольцо фиксатор	1		
		A3		4	ИШНПТ 154А81.731000.004	Корпус цилиндра	1		
		A4		5	ИШНПТ 154А81.711000.005	Крышка	1		
		A4		6	ИШНПТ 154А81.753100.006	Ниппель	2		
		A4		7	ИШНПТ 154А81.762346.007	Палец	1		
		A4		8	ИШНПТ 154А81.761810.008	Пластина на отв	1		
		A4		9	ИШНПТ 154А81.761810.009	Пластина целая	1		
		A4		10	ИШНПТ 154А81.758570.010	Прихват	1		
		A4		11	ИШНПТ 154А81.723590.011	Поршня	1		
		A4		12	ИШНПТ 154А81.712000.012	Талерка	1		
		A4		13	ИШНПТ 154А81.715000.013	Шток	1		
		A4		14	ИШНПТ 154А81.758480.014	Шайба упругая	2		
				15	ИШНПТ 154А81.758480.015	Шайба упругая	2		
						Стандартные изделия			
				16	ИШНПТ 154А81.758100.016	Болт М4-14	16		
				17	ИШНПТ 154А81.758200.017	Винт М7-30	4		
				18	ИШНПТ 154А81.758200.018	Винт М17-25	2		
				19	ИШНПТ 154А81.751851.019	Винт стопорный	2		
					ИШНПТ154А81				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	ЧжанХао				Лит.	Лист	
		Пров.	Кувшинов.К.А					1	
		Н.контр.					НИ ТПУ		
		Утв.					Группа 154А81		
		Приспособление для фрезерования							
		Спецификация							
		Копировал							
		Формат А4							

Приложение Д Технологическая Карта



Материал		Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка			
Наименование, марка				Профиль Размеры	Код и вид	Кол.	Масса, кг
Сталь 95X18 ГОСТ 5632-72			0.193	прокат		5000	0.476

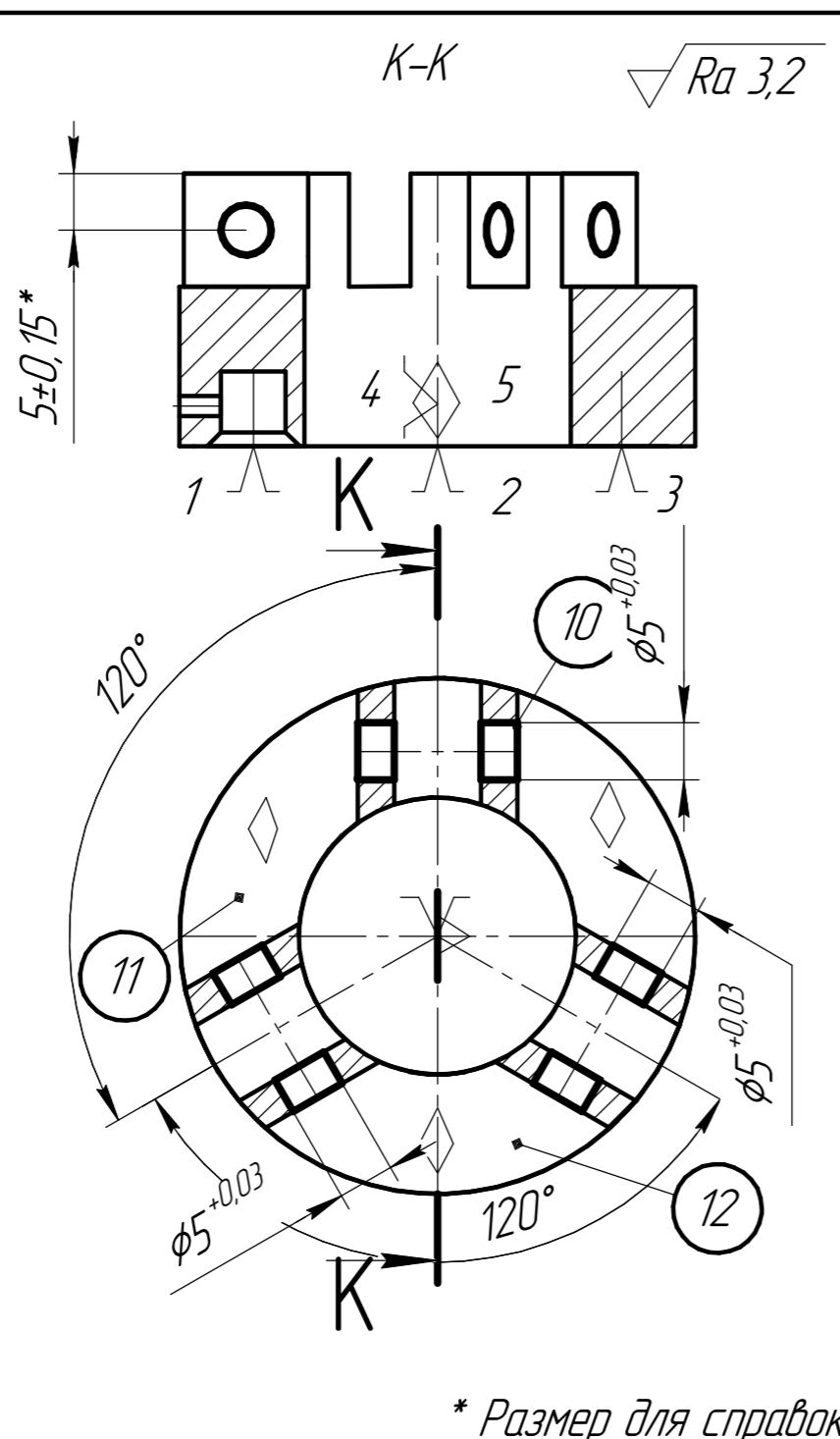
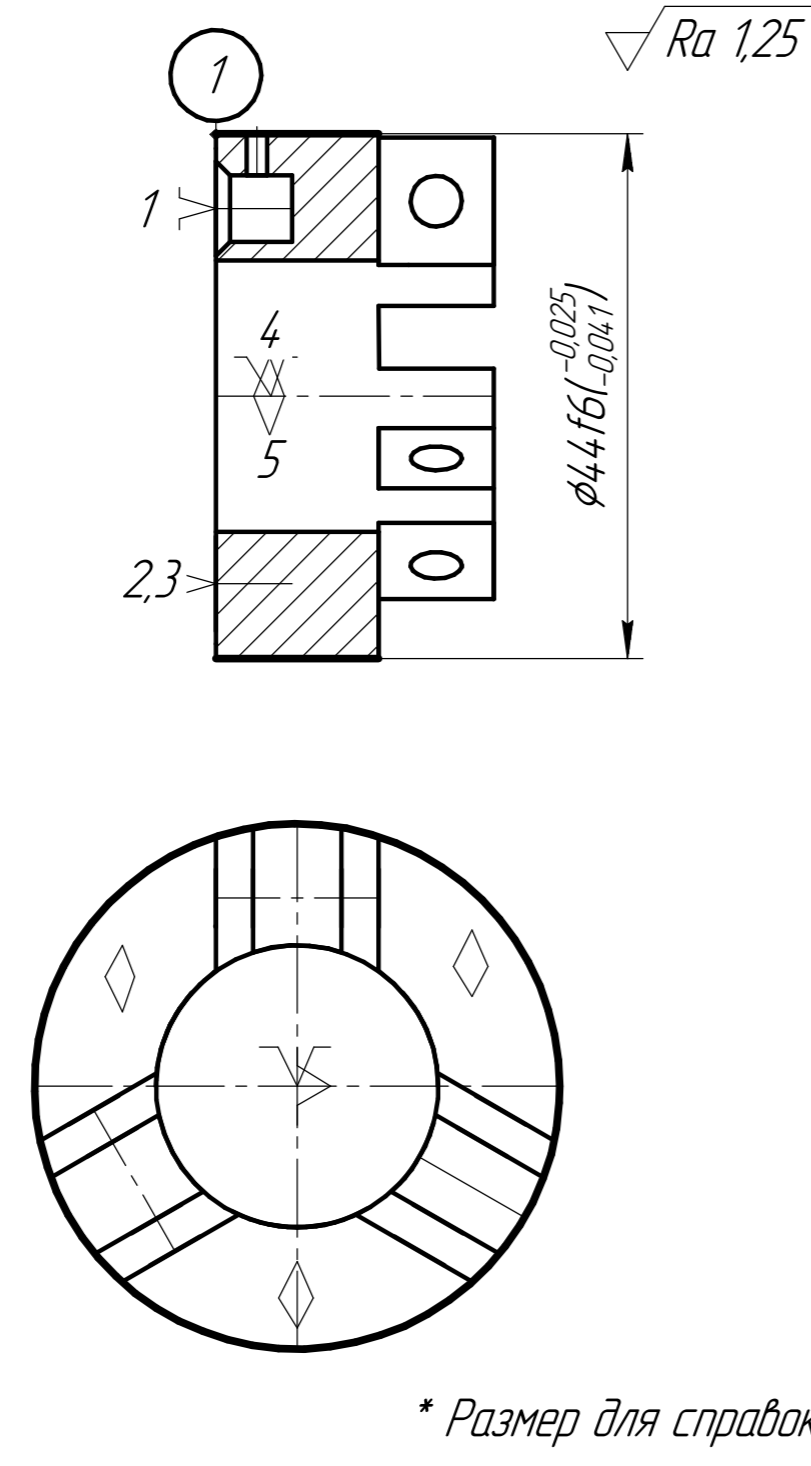
Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие, подбираем, отбраб. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы				
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{вс}	T _{об}		T _{от}	T _{шт}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
005	1	1. Установить заготовку. 2. Отрезать заготовку выдержав размер 31.3±0.2 3. Снять заготовку.				Резец токарный отрезной из быстрорежущей стали Р6М5 ГОСТ 18874-73		1	50	28	0.7	0.04			800	127	0.10	0.37	2.5	5	7.97			
010	A	1. Установить заготовку. 2. Подрезать торец 1 выдержав размер 30.6±0.19 3. Снять заготовку.				Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18878-73		1	50	28	0.7	0.2			800	127	0.05							
	2	1) Установить заготовку. 2) Точить поверхность 2 выдержав размеры φ44.3±0.31, 30±0.31 3) Снять заготовку.				Резец проходной упорный отогнутый Т15К6 ГОСТ 18879-73		5	50	33	0.5	0.7			800	123	0.33							
	3	1) Установить заготовку. 2) Сверлить отверстие 1 на проход выдержав размер φ21.8±0.075 3) Снять заготовку.				Сверло Р6М5 φ21 ГОСТ 18882-73		1	21	34	10.5	0.04			450	26.28	0.30	0.37						
	4	1) Установить заготовку. 2) Расточить отверстие 4, выдержав размер φ22±0.021 3) Снять заготовку.				Резец расточный Т15К6 ГОСТ 18063-72		4	22	30.6	0.25	0.25			1500	214	0.16							
Токарно-винторезный станок: JET GNB-1330A					Патрон самоцентрирующий трехлапчатый 7100-0011 ГОСТ 2675-80					Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0.01-ГОСТ 166-89					Диаметр 600 ГОСТ 10-88					Нутромер НМ 600 ГОСТ 154-81				

ИЗМ. № 1
Лист 1 из 1
Дата: 2021.08.10
Составитель: [Имя]
Проверил: [Имя]
Инженер: [Имя]

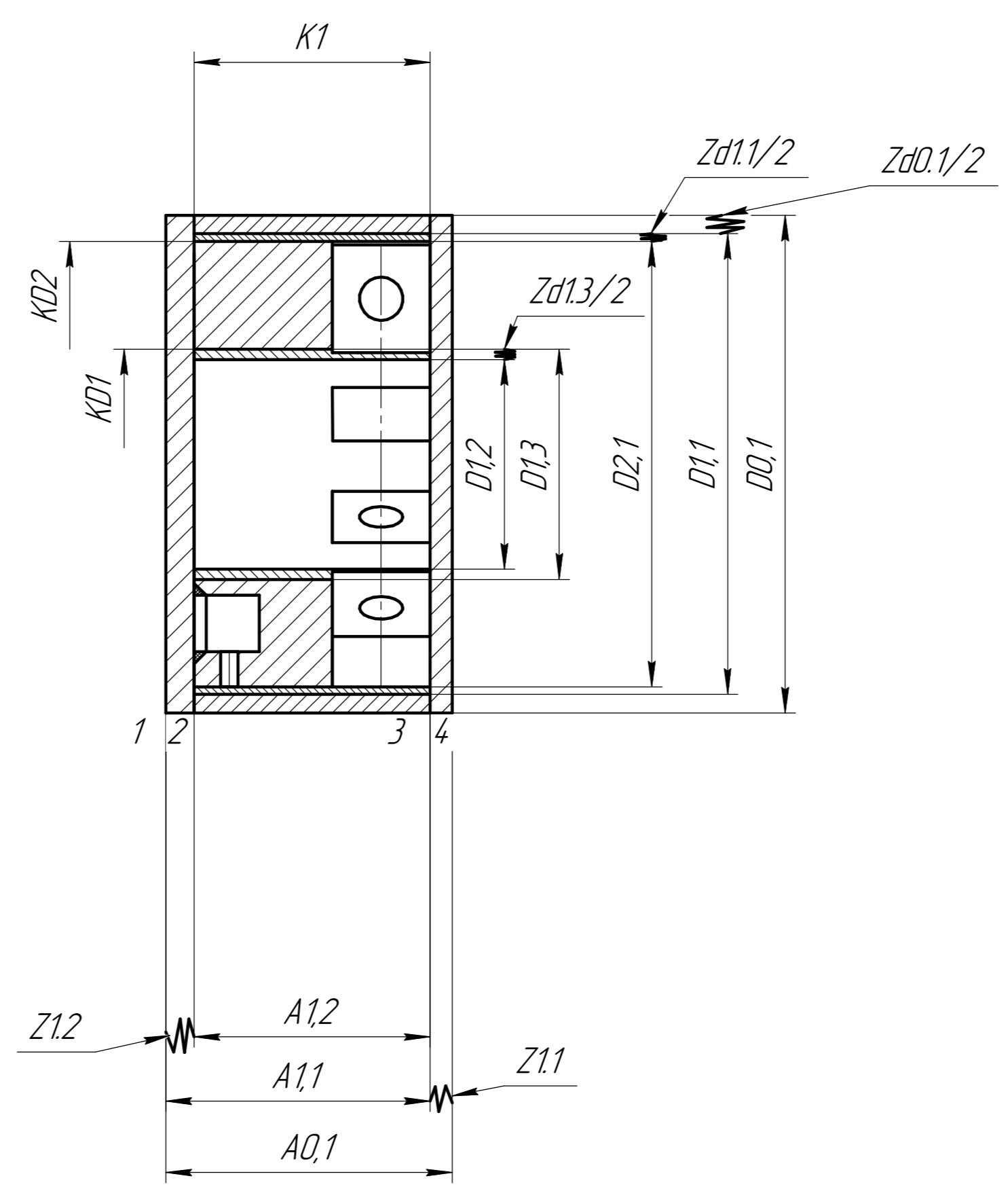
ИШНПТ-154А81		
Изм./Лист	№ док.	Подп. Дата
Разраб.	ЧжанХао	
Проб.	Кубинова К.А.	
Т.контр.		
И.контр.		
Этб.		
Операционная карта		Лит. Масса Масштаб
Лист 1 из 1		Листов 4
НИ ТПУ		Группа 154А81
Формат А1		Копировал

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие адаптир. абраз. делителей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Плеча в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы	ИШНПТ-154А81			
операции	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	T _{об}	T _{вс}	T _{об}			T _{вс}	T _{шт}	
015	1 Б	1) Установить заготовку. 2) Подрезать торец 1, выдержав размер $30_{-0,31}^{+0,31}$. 3) Снять заготовку.				Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18878-73	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166-89,		1	44,3	22,15	0,6	0,3		1000	130	0,07	0,37	2,5	5	5,94			
020	A 1	Фрезерная с ЧПУ 1) Установить заготовку. 2) Фрезеровать отверстия 1,2,3, выдержав размеры $\phi 6_{-0,15}^{+0,15}$ $10_{-0,18}^{+0,18}$. 3) Снять заготовку.		Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: Haas TM-1 с ЧПУ	Головка делительная VSI-5	Концевая фреза Т15К6 ГОСТ 18372-73	Диаметр НМ 600 ГОСТ 10-88 Угловой номер УН-1005 ГОСТ 5378-88		3	6	10	0,3	0,16		500	67,85	1,12							
	2	1) Установить заготовку. 2) Точить фаски 4,5,6, выдержав размер $1 \times 45^\circ$. 3) Снять заготовку.				Одноугловая фреза Т15К6 ГОСТ 18372-73	Диаметр НМ 600 ГОСТ 10-88 Угловой номер УН-1005 ГОСТ 5378-88		3	6	1	1	0,16		800	69,78	0,04	0,37	2,5	5	10,05			
	3	1) Фрезеровать отверстия 7,8,9, выдержав размеры $\phi 2,1_{-0,15}^{+0,15}$. 2) Снять заготовку.			Поворотный горизонтально-вертикальный НВ-6	Концевая фреза Т15К6 ГОСТ 18372-73	Диаметр ЧИЗ НВЦ 20-40 0,0005 Угловой номер УН-1005 ГОСТ 5378-88		3	2,1	3	0,3	0,16		500	63,17	0,42							

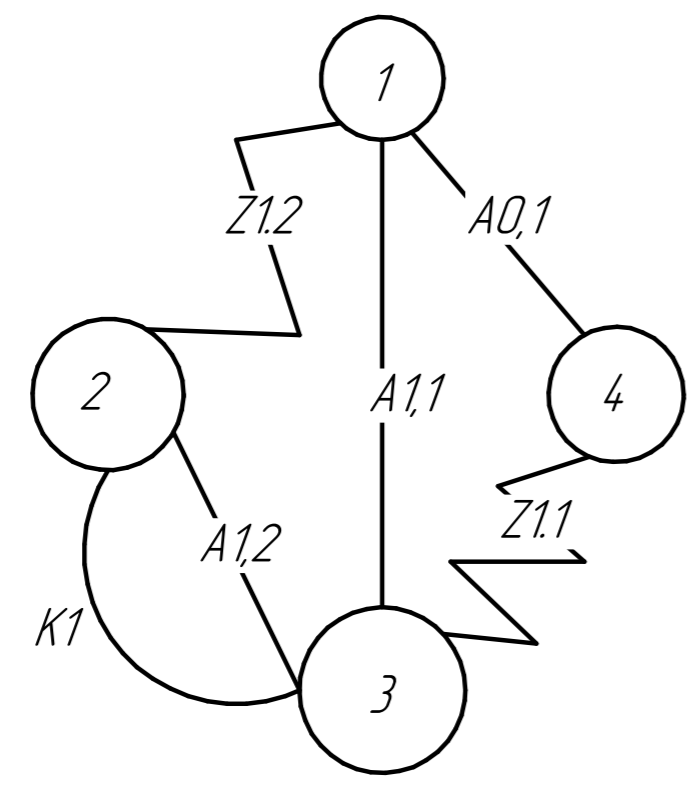
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однорез. абраз. делителя	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы						
операции	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота об./мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{вс}	T _{об}		T _{оп}	T _{шт}				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	ИШНПТ-154А81			
	4	1) Установить заготовку. 2) Нарезать резьбы 10, 11, 12, выдержав размеры $5_{-0,15}^{+0,15}$ M2,5-7H. 3) Снять заготовку.		Стал поворотный горизонтально-вертикальный HV-6	Мелчик Р6М5 ГОСТ 6227-80				3	2.5	3	3	0,03		600	12	0,60									
025	1 б	1) Установить заготовку. 2) Фрезеровать пазы 1, 2, 3, выдержав размеры $10_{-0,18}^{+0,18}$, $6_{-0,18}^{+0,2}$. 3) Снять заготовку.		Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ: Haas TM-1 с ЧПУ	Приспособление для фрезерования				3				0,15		500	357	2,02									
	2	1) Установить заготовку. 2) Фрезеровать поверхности 4, 5, 6 по маршруту, выдержав размер $10_{-0,18}^{+0,18}$. 3) Снять заготовку.			Головка делительная VSI-5	Концевая фреза T15K6 ГОСТ 18372-73				3			0,15		500	367	3,52	0,37	2,5	5	13,49					
	3	1) Установить заготовку. 2) Сверлить отверстия 7, 8, 9, выдержав размеры $5_{-0,15}^{+0,15}$, $\phi 4_{-0,03}^{+0,03}$. 3) Снять заготовку.			Поворотный горизонтально-вертикальный HV-6	Концевая фреза T15K6 ГОСТ 18372-73				6 5 3 3			0,15		500	311	1,42									

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие односторонней обработки деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы	ИШНПТ-154А81				
						режущий	измерительный						mm/min	mm/min	T ₀	T _{вс}	T _{об}	T _{оп}	T _{шт}						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
	4	1) Установить заготовку. 2) Развернуть отверстия 10, 11, 12, выдержав размеры $5^{+0.15}$ $\phi 5^{-0.03}$. 3) Снять заготовку.			Стал плавартный горизонтально-вертикальный НУ-6		Концевая фреза Т15К6 ГОСТ 18372-73		6	5	3	3	0.15		600	34.3	0.68								
030	1	Термическая 38...43 HRC		Печь			Ультразвуковой твердомер ТКМ-459С																		
035	1	1) Установить заготовку. 2) Шлифовать поверхность 1, выдержав размер $\phi 44^{+0.025}$ -0.041 . 3) Снять заготовку.		Станок круглошлифовальный ЭК228А	Патрон самоцентрирующий трехкулачковый 7100-0011 ГОСТ 2675-80		Шлифовальный круг 23А ГОСТ 2424-83		1	44	30	0.0125	0.4		200	0.40	30	0.35	11	6	7.85				
040	1	Слесарная 1) Убрать заусенцы 2) прочистить резьбы и отверстия.																							
045	1	Контрольная 1) Измерить размеры детали.																							

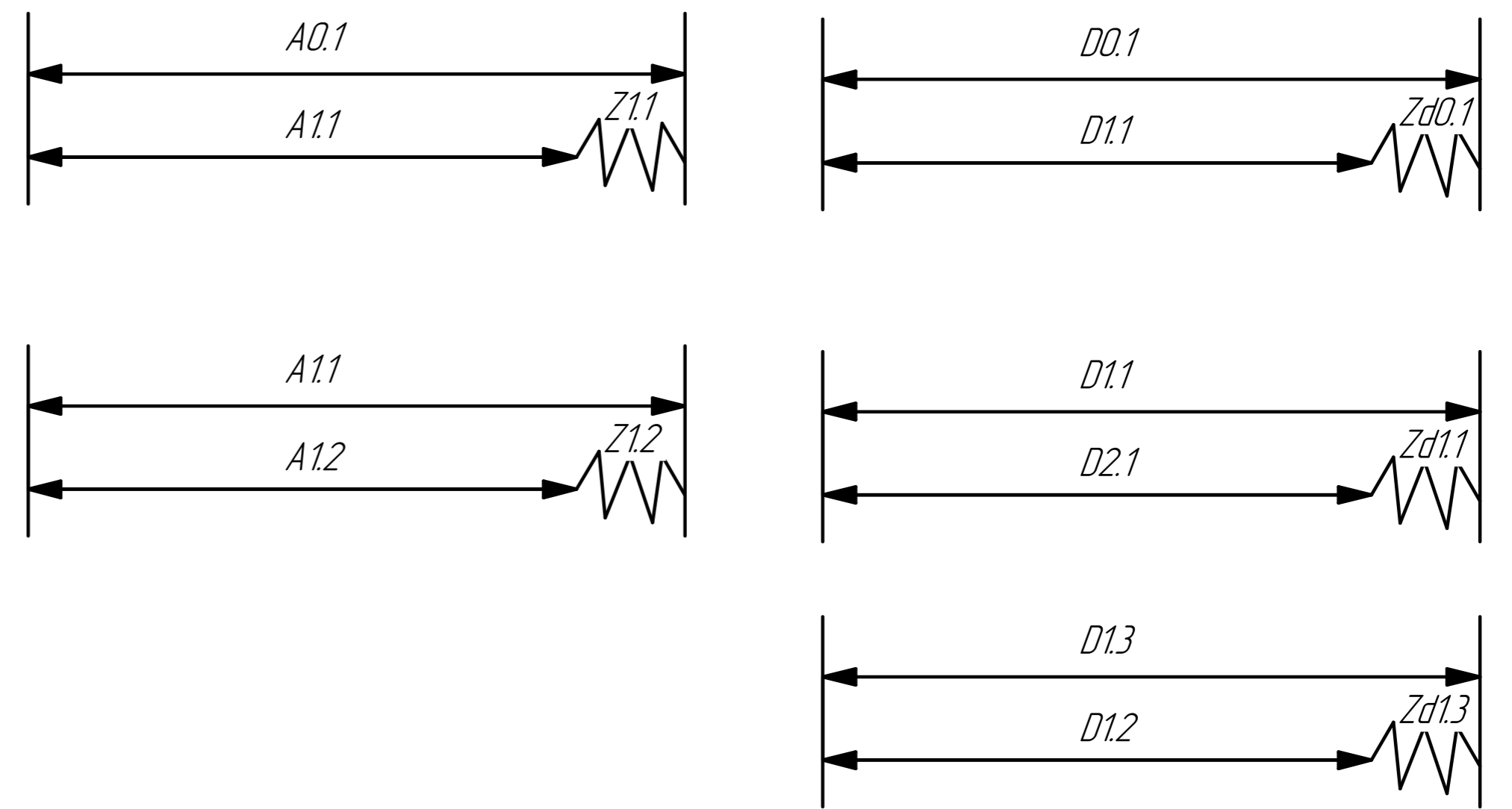
Размерная схема



Граф технологических размерных цепей



Размерные цепи



Спецификация
 Дата
 Подпись
 Имя, Фамилия

				ИШНПТ 154.А81		
Изм./Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Чжан Хао					1:1
Пров.	Кубинава К.А.			Лист	Листов	1
Т.контр.						
Утв.						