

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01.Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Крышка»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Шэ Лу		07.06.2021

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кувшинов К.А.			07.06.2021

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Былкова Т.В.	Канд.экон.наук		07.06.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	Д.т.н.		07.06.2021

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К. Т. Н.		

Результаты обучения

по направлению

15.03.01 Машиностроение

по специализации **Технология, оборудование и автоматизация**

машиностроительных производств

Вый про	Результат обучения
Р1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
Р2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки

	<p>информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.</p>
Р3	<p>Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.</p>
Р4	<p>Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.</p>
Р5	<p>Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительномонтажных производствах.</p>
Р6	<p>Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной</p>

	<p>инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительного-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований</p>
Р7	<p>Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства</p>
Р8	<p>Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов,</p>

	<p>оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>
P9	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>
P10	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.</p>

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) Материаловедение

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
154A71	Шэ Лу

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Крышка»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	111-35/с от 21.04.21

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021
--	------------

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	Былкова Т.В.
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	16.12.2020
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кувшинов К.А.			16,12,2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Шэ Лу		16.12.2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 149 страниц пояснительной записки и 17 страниц приложения, 24 таблиц, 32 рисунков, 5 литературных источников, 6 листа графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А3 и 2 лист графического материала формата А4.

Ключевые слова: КРЫШКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ.

Цели и задачи исследования: разработка технологического процесса изготовления детали крышка и конструирование приспособления.

Актуальность работы определяется необходимостью разработки технологического процесса изготовления конкретной детали «Крышка», который обеспечивает требуемую точность.

Объектом исследования является деталь «Крышка».

THE REPORT

The final qualifying work contains 149 pages of explanatory note and 17 pages of the appendix, 24 tables, 32 figures, 5 literary sources, 6 sheets of graphic material A1, 1 sheet of graphic material A3 and 2 sheet of graphic material A4.

Key words: COVER, PROCESSING TECHNOLOGICAL PROCESS, DIMENSIONAL ANALYSIS, CUTTING MODES, DEVICE.

Goals and objectives of the research: development of a technological process for manufacturing a part of a cover and design of a device.

The relevance of the work is determined by the need to develop a technological process for the manufacture of a specific "Cover" part, which provides the required accuracy.

The object of research is the "Cover" detail.

Содержание

Введение.....	14
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	16
1.1 Исходные данные	16
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	17
1.3 Определение типа производства.....	18
1.4 Выбор исходной заготовки.....	21
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «Крышка».....	23
1.6 Размерный анализ технологического процесса	29
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров	32
1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры	32
1.7.2 Определение допусков на осевые размеры	33
1.8 Допуски на технологические размеры.....	35
1.9 Расчёт припусков на обработку заготовки.....	42
1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры	42
1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры	45
1.10 Расчёт технологических размеров.....	49
1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральны размеры.....	49
1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры	55
1.11 Выбор средств технологического оснащения	61
1.12 Расчет режимов резания	69
1.12.1 Токарная операция: подрезка торца A1, 1	69
1.12.2 Токарная операция : точение поверхности D1, 1	72

1.12.3	Долбежная операция : долбление шпоночные пазы A3, 2	74
1.12.4	Вертикально-сверлильная операция : сверление отверстий φD4, 1	76
1.12.5	Кругло шлифовальная операция : шлифование отверстие φD5, 1	78
1.13	Расчет основного времени.....	80
1.14	Определение штучного времени.....	84
2	КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	89
2.1	Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления	89
2.2	Описание конструкции и работы приспособления.....	91
2.3	Определение необходимой силы зажима.....	93
2.4	Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров.....	95
2.5	Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления	97
2.6	РАСЧЁТ ТОЧНОСТИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	97
2.7	Анализ технологичности конструкции.	99
3	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	102
3.1	Общая информация	102
3.2	Потенциальные потребители результатов исследования	103
3.3	Анализ конкурентных технических решений	104
3.4	SWOT-анализ	106

3.5	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	
	108	
3.6	Планирование научно-исследовательских работ	109
3.6.1	Структура работ в рамках научного исследования	109
3.6.2	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	113
3.6.2.1	Расчет материальных затрат НТИ	113
3.6.2.2	Основная заработная плата исполнителей темы	113
3.6.2.3	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	116
3.6.2.4	Накладные расходы	116
3.6.2.5	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	117
3.7	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	117
	Введение.....	121
4	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	122
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..	122
4.2	Производственная безопасность.....	124
	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы.	126
4.3	Анализ опасных и вредных производственных факторов	127
4.4	Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	129
4.4.1	Анализ условий труда на рабочем месте	129

4.4.2	Анализ показателей микроклимата	131
4.4.3	Анализ показателей шума и вибрации.....	133
4.4.4	Анализ освещенности рабочей зоны.....	134
4.4.5	Анализ электробезопасности	138
4.4.6	Анализ пожарной безопасности	141
4.5	Экологическая безопасность.....	144
4.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	145
	Выводы	148
	Заключение.....	149
	Список литературы	150
	Приложение А.....	151
	Приложение Б Чертёж детали.....	155
	Приложение В Чертёж приспособления	157
	Приложение Г Спецификация.....	159
	Приложение Д Технологическая Карта.....	162

Введение

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Крышка» для последующего изготовления этой детали в единичном производстве. Крышка — это цилиндрическая деталь с вращающейся поверхностью и отверстиями разного диаметра, резьбой и шпоночными пазами.

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

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, выполнен анализ чертежа детали и её технологичности, определен тип производства, описан принцип выбора заготовки в соответствии с её материалом и серийностью производства, выполнен чертёж заготовки, разработан 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 выполнен расчёт 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, показанного на рисунок 1.1.

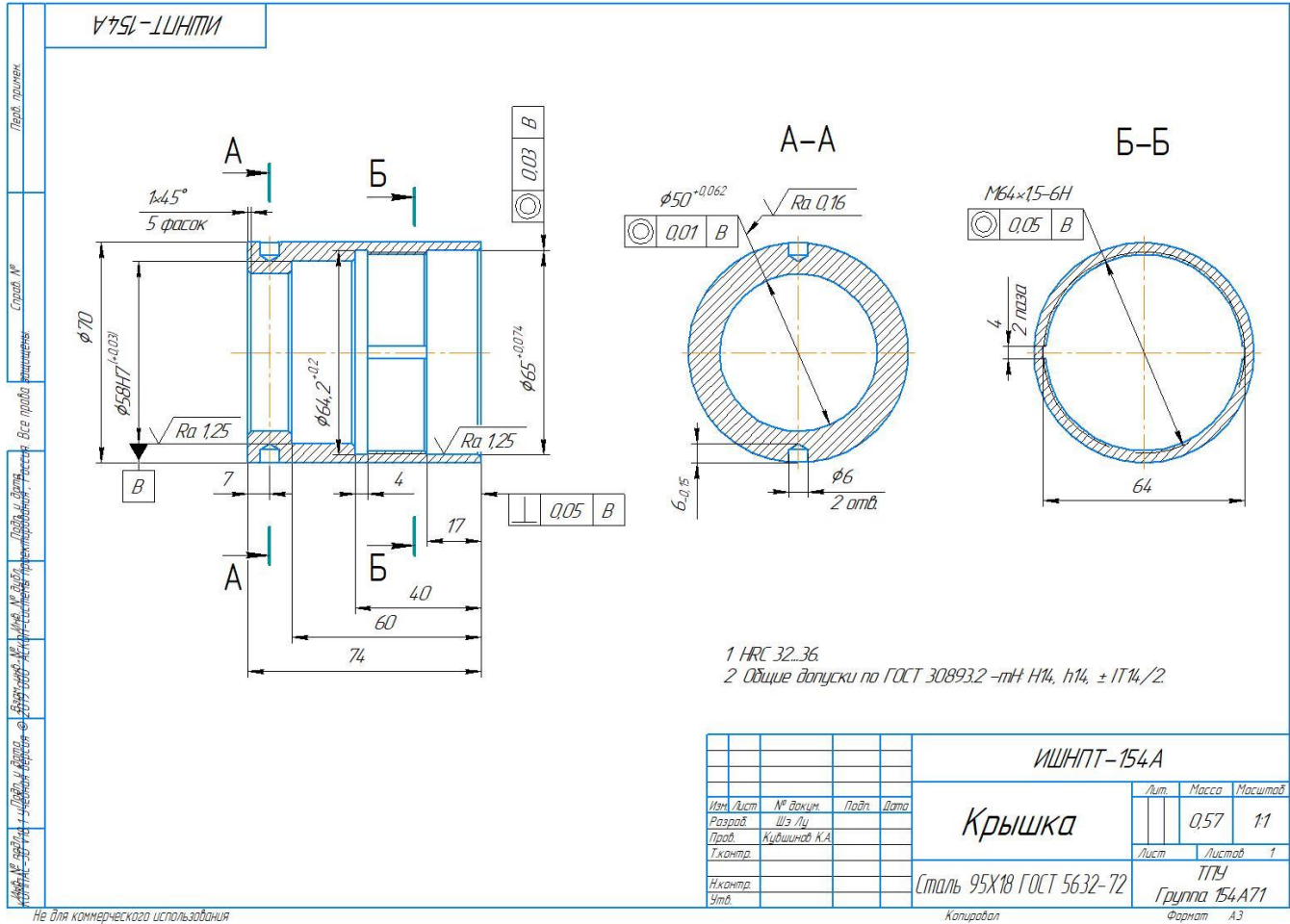


Рисунок 1.1 Чертеж детали «Крышка»

Чертеж детали в приложении Б

Программа выпуска-----500 шт/год.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь - крышка сепаратора изготовлена из стали 98Х18. Деталь в основном обрабатывается на токарном станке, долбежном станке, сверлильном станке и круглошлифовальном станке.

Конструкция деталей включает в себя минимальное число поверхностей простой геометрической формы (цилиндрические и плоские поверхности). Включает разность фаз между двумя отверстиями составляет 180 градусов ($\phi 6$) и два шпоночных паза шириной 4 мм и длиной 40 мм. Шероховатость в диаметре $\phi 50^{+0,062}$ составляет Ra 0,16, в диаметре $\phi 58H7^{+0,03}$ составляет Ra 1,25, в диаметре $\phi 65^{+0,074}$ составляет Ra 1,25, что требуют дополнительной чистовой обработки. Размеры на основной поверхности детали установлены, поэтому во время обработки и контроля никаких других расчетов не требуется. Можно использовать универсальные измерительные приборы.

1.3 Определение типа производства

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

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

Где $T_{ср}$ - 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.

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{500} = 483,48 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения операция процесса:

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

где; i - ой основной операции, мин;

n – количество основных операций;

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

Штучно-калькуляционное время [1, с. 147]

$$T_{\text{Ш-К}} = \varphi_{\text{К}} T_0 \cdot 10^{-3} \quad (1.4)$$

где T_0 - основное технологическое время, мин.

$\varphi_{\text{К}}$ - коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

Расчёт:

- Отрезание: ($\varphi_{\text{К}} = 1,98$)

$$t_{\text{шт.1}} = \varphi_{\text{К}} \cdot 0,19D^2 \cdot 10^{-3} = 1,98 \cdot 0,19 \cdot 80^2 \cdot 10^{-3} = 2,41 \text{ мин}$$

- Токарная работа. ($\varphi_{\text{К}} = 1,98$)

$$\begin{aligned} t_{\text{шт.2}} &= \varphi_{\text{К}} \cdot [0,037(D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,52dl + 0,18dl + 0,21dl \\ &\quad + 0,18dl + 0,21dl + 0,18dl + 0,18dl + 0,21dl + 0,21dl \\ &\quad + 19dl] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,98 \\ &\quad \cdot [0,037 \cdot (80^2 - 0^2) + 0,1 \cdot 70 \cdot 74 + 0,52 \cdot 49 \cdot 82 + 0,18 \\ &\quad \cdot 57 \cdot 60 + 0,21 \cdot 52 \cdot 1,5 + 0,18 \cdot 64 \cdot 17 + 0,21 \cdot 67 \cdot 1,5 \\ &\quad + 0,18 \cdot 62,4 \cdot 23 + 0,18 \cdot 64,2 \cdot 4 + 0,21 \cdot 60 \cdot 1,5 + 0,21 \\ &\quad \cdot 64,4 \cdot 1 + 19 \cdot 64 \cdot 19] \cdot 10^{-3} = 53,73 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Токарная работа. ($\varphi_{\text{К}} = 1,98$)

$$\begin{aligned} t_{\text{шт.3}} &= \varphi_{\text{К}} \cdot [0,037(D^2 - d^2) + 0,21dl] \cdot 10^{-3} \\ &= 2,14 \cdot [0,037 \cdot (80^2 - 0^2) + 0,21 \cdot 52 \cdot 1,5] \cdot 10^{-3} \\ &= 0,50 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Долбёжная работа. ($\varphi_{\text{К}} = 1,73$)

$$t_{шт.4} = \varphi_k \cdot 0,065Bl \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,73 \cdot 0,065 \cdot 4 \cdot 36 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,03 \text{ мин}$$

- Сверлильная работа. ($\varphi_k = 1,75$)

$$t_{шт.5} = \varphi_k \cdot 0,52dl \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,75 \cdot 0,52 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,05 \text{ мин}$$

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

$$t_{шт.6} = \varphi_k \cdot 1,5dl \cdot 10^{-3} = 2,10 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 1,89 \text{ мин}$$

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

$$t_{шт.7} = \varphi_k \cdot (1,5dl + 1,5dl) \cdot 10^{-3}$$

$$= 2,10 \cdot (1,5 \cdot 58 \cdot 19 + 1,5 \cdot 65 \cdot 16) \cdot 10^{-3} = 6,75 \text{ мин}$$

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

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} = \frac{t_{шт.1} + t_{шт.2} + t_{шт.3} + t_{шт.4} + t_{шт.5} + t_{шт.6} + t_{шт.7}}{7}$$

$$= \frac{2,41 + 53,73 + 0,50 + 0,03 + 0,05 + 1,89 + 6,75}{7} = 9,34 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле (1,1):

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{483,48}{9,34} = 51,76$$

Потому что $K_{3,0} = 51,76 > 40$, тип производства: единичный.

1.4 Выбор исходной заготовки

Учитывая технические характеристики, материал крышка (Сталь 95Х18), его габаритов и массы, требования к механическим свойствам: без особых требований и тип производства: единичное, выбрал в качестве исходной заготовки - прокат.

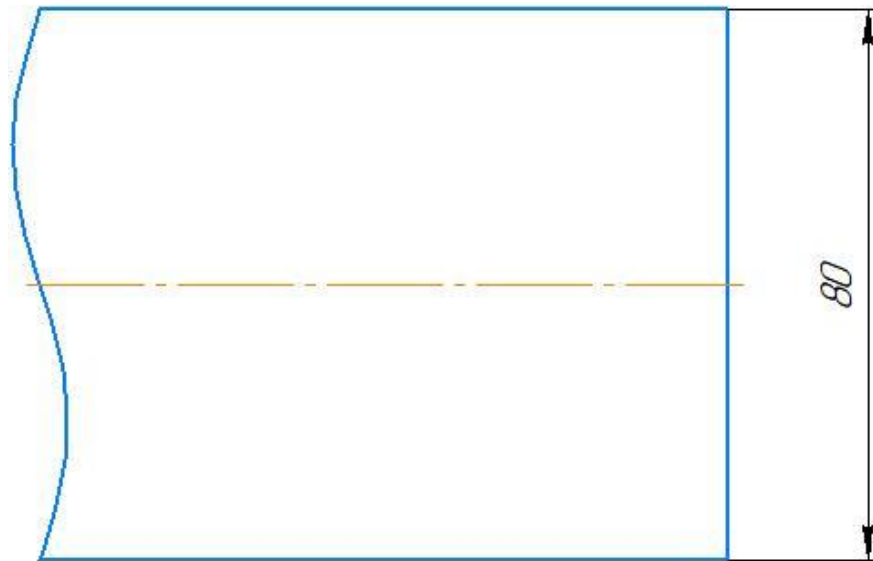


Рисунок 1.2 Исходная заготовка

Таблица 1.1 - Химический состав в % материала стали 95Х18

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)	HB (HRC _Э)
Закалка с 1000 – 1050 °С, масло. Отпуск 200 – 300 °С, воздух или масло.	-	-	-	-	-	Св.56
Пруток. Полный отжиг 885- 920 °С, 1-2 ч.	420	770	15	30	-	-
Пруток. 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

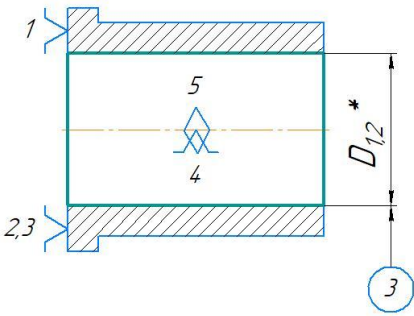
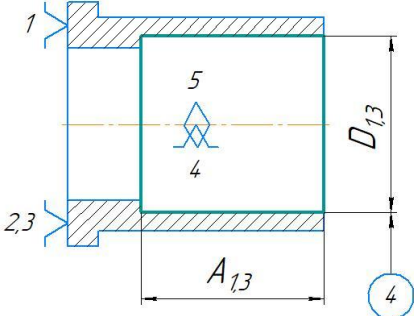
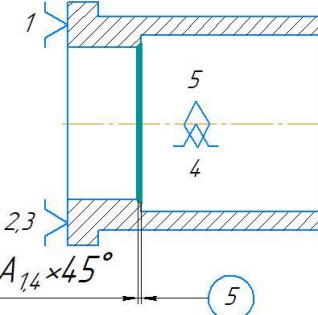
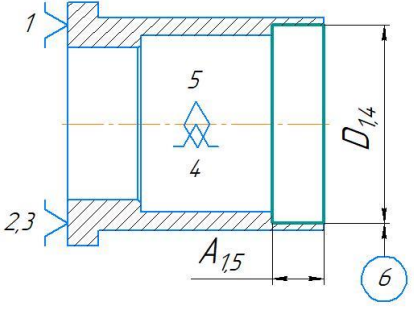
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «Крышка»

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

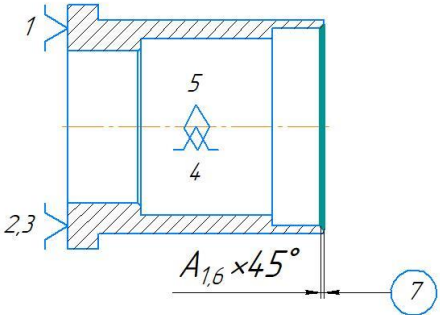
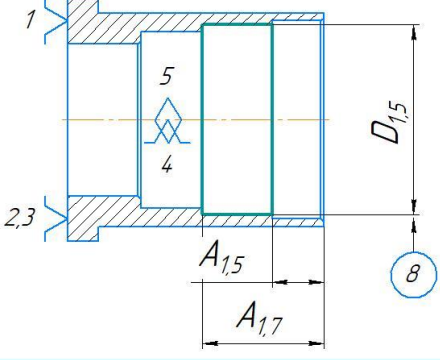
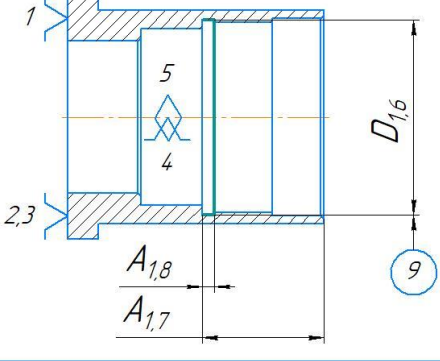
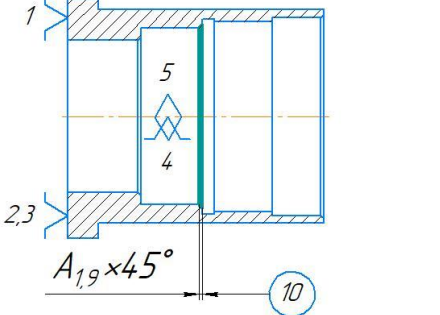
Таблице 1.3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
05	1	Заготовительная Отрезать заготовку	
10	1	Токарная Установ А подрезать торец 1 выдерживая размер А ₁₁	
	2	точить поверхность 2 выдерживая размеры D ₁₁ и А ₁₂ [*]	

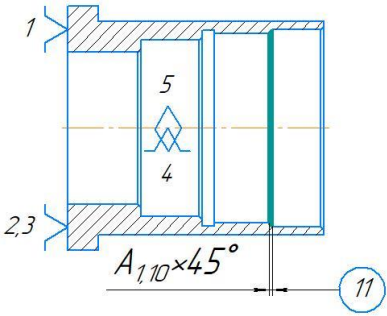
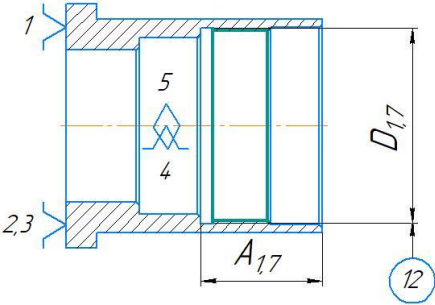
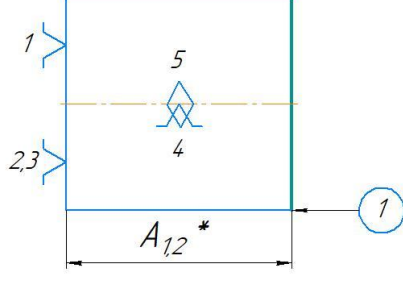
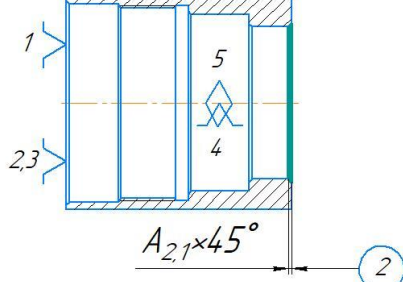
Продолжение таблицы 1.3

3	<p>сверлить отверстие 3, выдерживая размер D_{12}^*</p>	
4	<p>расточить отверстие 4 выдерживая размеры D_{13} и A_{13}</p>	
5	<p>точить фаску 5 выдерживая размер $A_{14} \times 45^\circ$</p>	
6	<p>расточить отверстие 6 выдерживая размеры D_{14} и A_{15}</p>	

Продолжение таблицы 1.3

7	<p>точить фаску 7</p> <p>выдерживая размер $A_{1,6} \times 45^\circ$</p>	
8	<p>расточить отверстие 8</p> <p>выдерживая размеры $D_{1,5}$, $A_{1,5}$ и $A_{1,7}$</p>	
9	<p>расточить канавку 9</p> <p>выдерживая размеры $A_{1,8}$, $A_{1,7}$ и $D_{1,6}$</p>	
10	<p>точить фаску 10</p> <p>выдерживая размер $A_{1,9} \times 45^\circ$</p>	

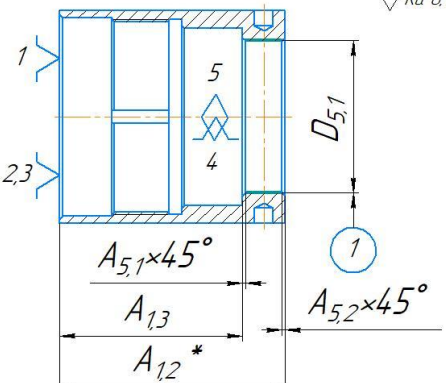
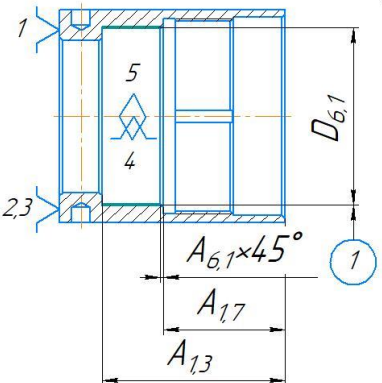
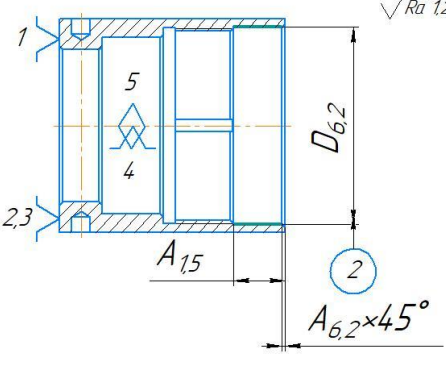
Продолжение таблицы 1.3

	11	<p>точить фаску 11</p> <p>выдерживая размер $A_{1,10} \times 45^\circ$</p>	
	12	<p>нарезать резьбу 12</p> <p>выдерживая размер $D_{1,7}$ на проход</p>	
15	1	<p>Токарная Установ Б</p> <p>подрезать торец 1</p> <p>выдерживая размер $A_{1,2}^*$</p>	
	2	<p>точить фаску 2</p> <p>выдерживая размер $A_{2,1} \times 45^\circ$</p>	

Продолжение таблицы 1.3

20	1	<p><i>Долбежная</i></p> <p><i>долбить</i></p> <p><i>2 шпоночные пазы 1</i></p> <p><i>выдерживая</i></p> <p><i>размеры $A_{3,1}$, $A_{3,2}$ и $D_{3,1}$</i></p>	
25	1	<p><i>Сверлильная</i></p> <p><i>сверлить</i></p> <p><i>2 отверстия 1</i></p> <p><i>выдерживая</i></p> <p><i>размеры $D_{4,1}$, $A_{4,1}$ и $A_{4,2}$</i></p>	
30	1	<p><i>Термическая</i></p> <p><i>32...36 HRC</i></p>	

Продолжение таблицы 1.3

35	1	<p>Круглошлифовальная Установ Б</p> <p>шлифовать отверстие 1</p> <p>выдерживая размеры $D_{5,1}$, $A_{1,3}$, $A_{1,2}^*$ $A_{5,1} \times 45^\circ$ и $A_{5,2} \times 45^\circ$</p>	
40	1	<p>Круглошлифовальная Установ А</p> <p>шлифовать отверстие 1</p> <p>выдерживая размеры $D_{6,1}$, $A_{1,7}$, $A_{1,3}$ и $A_{6,1} \times 45^\circ$</p>	
	2	<p>шлифовать отверстие 2</p> <p>выдерживая размеры $D_{6,2}$, $A_{1,5}$ и $A_{6,2} \times 45^\circ$</p>	

1.6 Размерный анализ технологического процесса

Размерная схема для изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающее звено в операционных технологических цепях – это припуск на обработку поверхностей и конструкторская размера, которая можно получить непосредственно из чертежей. В дополнение к закрытым звеньям в технологической цепи существуют составляющие звенья, которые представляют собой технологические размеры, полученные во всех операциях (переходах) обработки изделия.

На основании техпроцесса изготовления «Крышка», составляется размерная схема (как показано на рисунке 1.3). Она включает в себя все осевые технологические размеры, припуски на обработку и расчетные размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу работы.

Чтобы облегчить подготовку размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. На рисунке 1.3 показан продольный размер изготовления «Крышка».

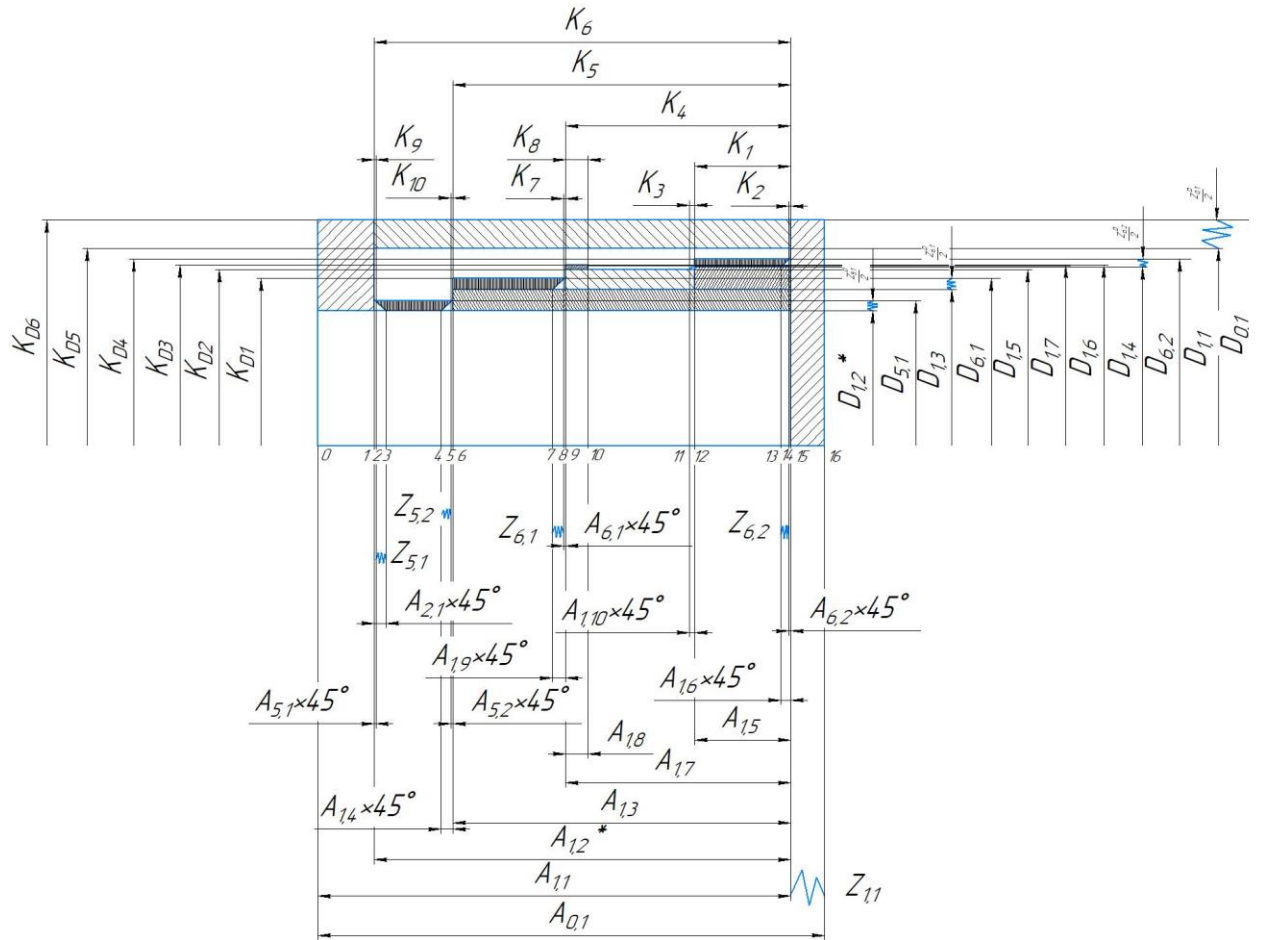


Рисунок 1.3 Размерная схема

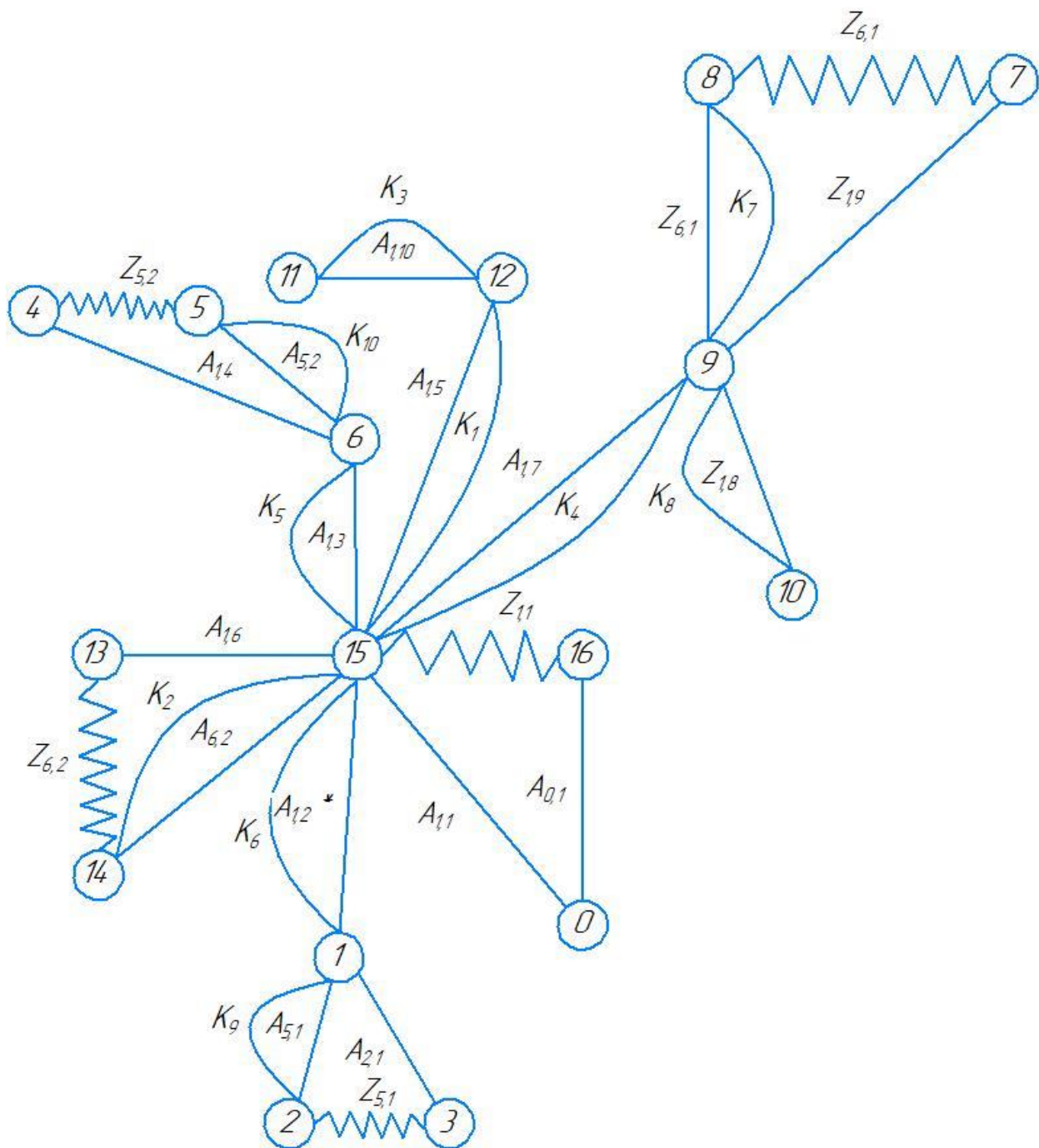


Рисунок 1.4 Граф технологических размерных цепей

Здесь: $T=16$, $A=15$, $K=10$, $Z=5$.

В соответствии с формулой: $T=A+1$: $A=K+Z$, следовательно, размерная схема построена верно.

1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Выписываем допуски на конструкторские размеры:

Размер $K_1 = 17_{-0,215}^{+0,215}$. Допуск $TK_1 = 0,43\text{мм}$

Размер $K_2 = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_2 = 0,25\text{мм}$

Размер $K_3 = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_3 = 0,25\text{мм}$

Размер $K_4 = 40_{-0,31}^{+0,31}$. Допуск $TK_4 = 0,62\text{мм}$

Размер $K_5 = 60_{-0,37}^{+0,37}$. Допуск $TK_5 = 0,74\text{мм}$

Размер $K_6 = 74_{-0,37}^{+0,37}$. Допуск $TK_6 = 0,74\text{мм}$

Размер $K_7 = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_7 = 0,25\text{мм}$

Размер $K_8 = 8_{-0,18}^{+0,18}$. Допуск $TK_8 = 0,36\text{мм}$

Размер $K_9 = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_9 = 0,25\text{мм}$

Размер $K_{10} = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_{10} = 0,25\text{мм}$

Размер $K_{D1} = 58^{+0,03}$. Допуск $TK_{D1} = 0,03\text{мм}$

Размер $K_{D2} = 62,4_{-0,37}^{+0,37}$. Допуск $TK_{D2} = 0,74\text{мм}$

Размер $K_{D3} = 64,2^{+0,2}$. Допуск $TK_{D3} = 0,2\text{мм}$

Размер $K_{D4} = 65^{+0,074}$. Допуск $TK_{D4} = 0,074\text{мм}$

Размер $K_{D5} = 70_{-0,37}^{+0,37}$. Допуск $TK_{D5} = 0,74\text{мм}$

Размер $K_{D6} = 80_{-0,435}^{+0,435}$. Допуск $TK_{D6} = 0,87\text{мм}$

1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры

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

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

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

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

Допуск $TD_{1,1} = 0,30$ мм

Допуск $TD_{1,3} = 0,30$ мм

Допуск $TD_{1,4} = 0,30$ мм

Допуск $TD_{1,5} = 0,30$ мм

Допуск $TD_{1,6} = 0,15$ мм

Допуск $TD_{1,7} = 0,30$ мм

Допуск $TD_{5,1} = 0$ мм

Допуск $TD_{6,1} = 0$ мм

Допуск $TD_{6,2} = 0$ мм

Допуск на размеры круглого проката:

$$TD_{0,1} = (80)_{-0,435}^{+0,435} = 0,87 \text{ мм}$$

1.7.2 Определение допусков на осевые размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{0,1} = (90)_{-0,435}^{+0,435} = 0,87 \text{ мм};$$

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

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{и.i-1} + \varepsilon_{6i} \quad (1.5)$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

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

ε_{6i} - погрешность базирования, мм.

Когда назначаем допуски, руководствуясь [2, П1,П3,П4]:

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,35 + \sqrt{0,041^2 + 0,164^2} + 0,12 = 0,64 \text{ мм}$$

$$TA_{1,3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,30 + \sqrt{0,030^2 + 0,120^2} + 0,11 = 0,53 \text{ мм}$$

$$TA_{1,4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,30 + \sqrt{0,01^2 + 0,04^2} + 0,08 = 0,42 \text{ мм}$$

$$TA_{1,6} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1,7} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,30 + \sqrt{0,025^2 + 0,100^2} + 0,1 = 0,50 \text{ мм}$$

$$TA_{1,8} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,006^2 + 0,025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1,9} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1,10} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,006^2 + 0,025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{5,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0 + \sqrt{0,00285^2 + 0,0046^2} + 0,05 = 0,06 \text{ мм}$$

$$TA_{5,2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0 + \sqrt{0,00285^2 + 0,0046^2} + 0,05 = 0,06 \text{ мм}$$

$$TA_{6,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0 + \sqrt{0,00285^2 + 0,0046^2} + 0,05 = 0,06 \text{ мм}$$

$$TA_{6,2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0 + \sqrt{0,00285^2 + 0,0046^2} + 0,05 = 0,06 \text{ мм}$$

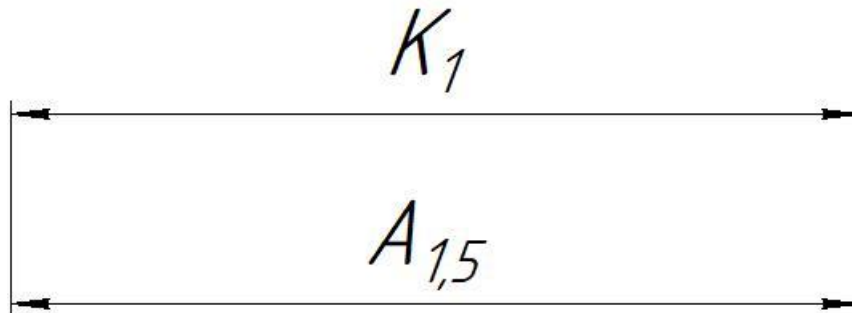
1.8 Допуски на технологические размеры

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете максимального и минимального метода проверьте условия, чтобы обеспечить точность расчетных размеров по формуле [2, стр. 48]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i \quad (1,6)$$

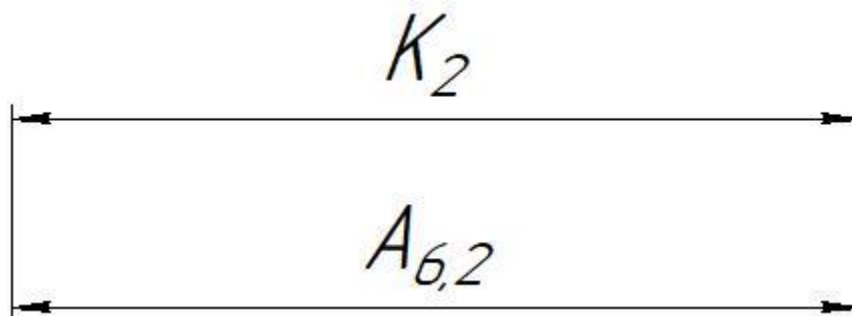
Размерная цепь для размера K_1 (рисунок 1.5).



$$TK_1 = 0,43 \text{ мм}; \quad TA_{1,5} = 0,42 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается непосредственно.

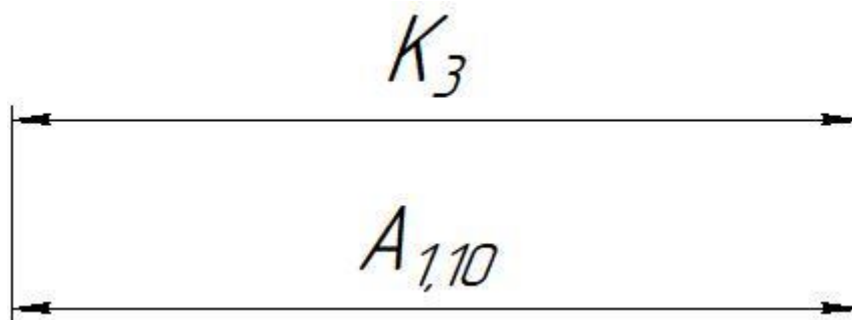
Размерная цепь для размера K_2 (рисунок 1.6).



$$TK_2 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{6,2} = 0,06 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается непосредственно.

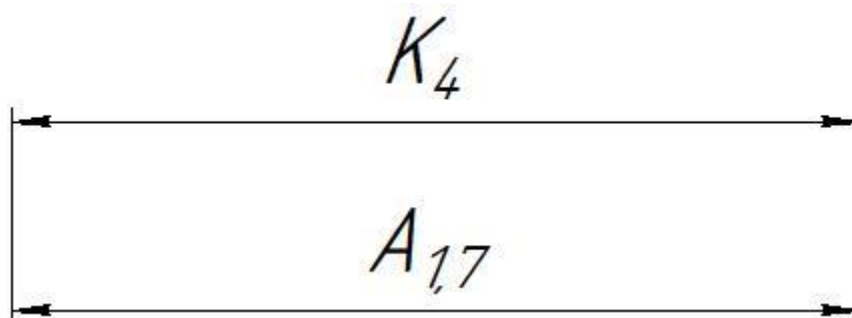
Размерная цепь для размера K_3 (рисунок 1.7).



$$TK_3 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{1,10} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_3 выдерживается непосредственно.

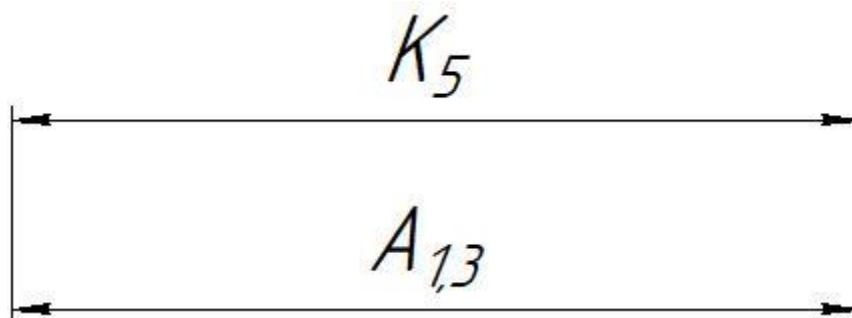
Размерная цепь для размера K_4 (рисунок 1.8).



$$TK_4 = 0,62 \text{ мм}; \quad TA_{1,7} = 0,50 \text{ мм}$$

Размер K_4 выдерживается непосредственно.

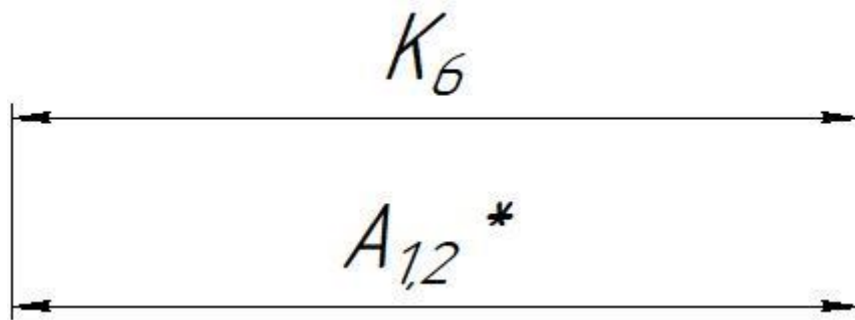
Размерная цепь для размера K_5 (рисунок 1.9).



$$TK_5 = 0,74 \text{ мм}; \quad TA_{1,3} = 0,53 \text{ мм}$$

Размер K_5 выдерживается непосредственно.

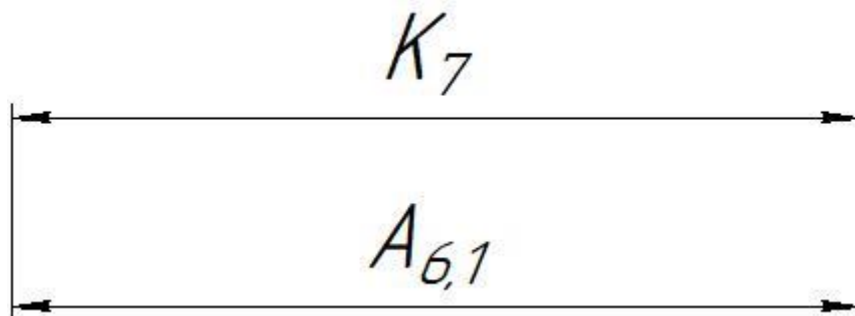
Размерная цепь для размера K_6 (рисунок 1.10).



$$TK_6 = 0,74 \text{ мм}; \quad TA_{1,2} = 0 \text{ мм}$$

Размер K_6 выдерживается непосредственно.

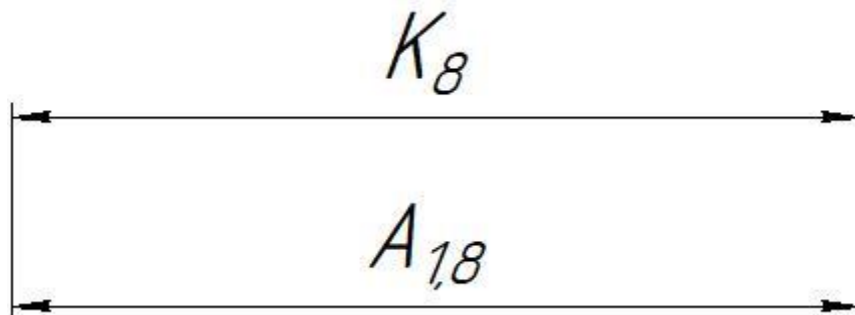
Размерная цепь для размера K_7 (рисунок 1.11).



$$TK_7 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{6,1} = 0,06 \text{ мм}$$

Размер K_7 выдерживается непосредственно.

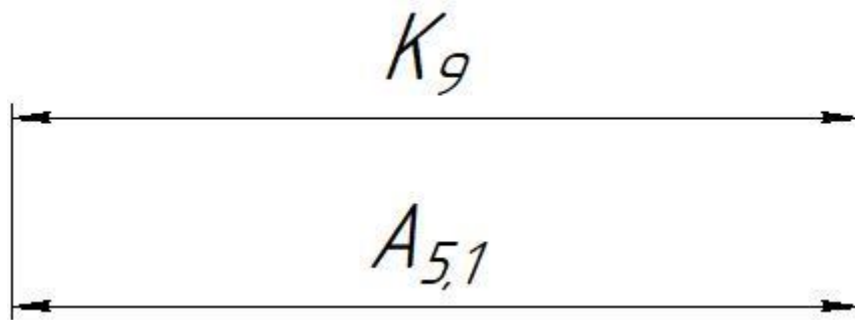
Размерная цепь для размера K_8 (рисунок 1.12).



$$TK_8 = 0,36 \text{ мм}; \quad TA_{1,8} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_8 выдерживается непосредственно.

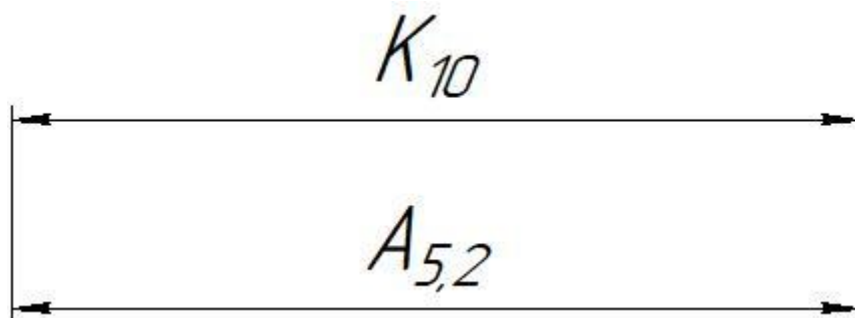
Размерная цепь для размера K_9 (рисунок 1.13).



$$TK_9 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{5,1} = 0,06 \text{ мм}$$

Размер K_9 выдерживается непосредственно.

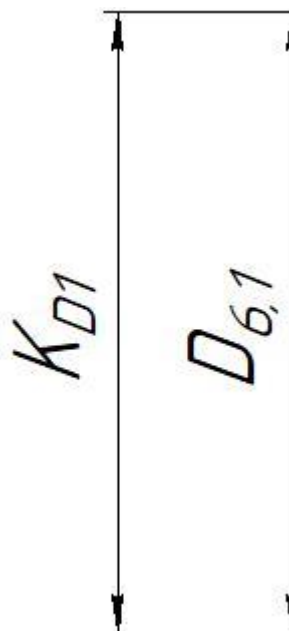
Размерная цепь для размера K_{10} (рисунок 1.14).



$$TK_{10} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{5,2} = 0,06 \text{ мм}$$

Размер K_{10} выдерживается непосредственно.

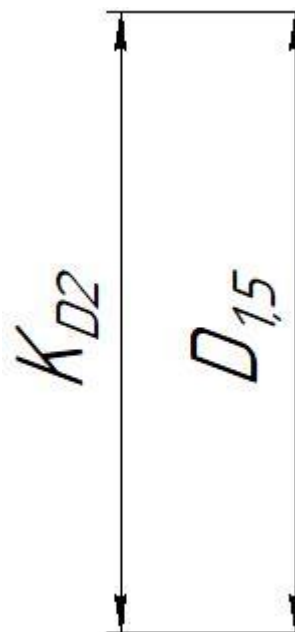
Размерная цепь для размера K_{D1} (рисунок 1.15).



$$TK_{D1} = 0,03 \text{ мм}; \quad TD_{6,1} = 0 \text{ мм}$$

Размер K_{D1} выдерживается непосредственно.

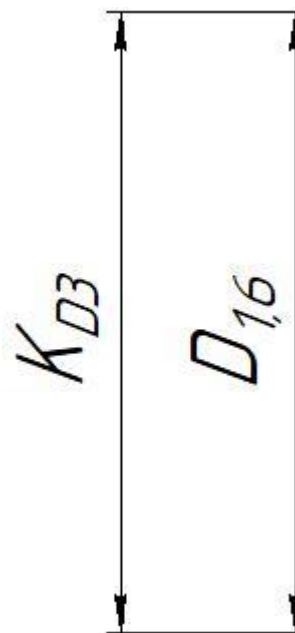
Размерная цепь для размера K_{D2} (рисунок 1.16).



$$TK_{D2} = 0,74 \text{ мм}; \quad TD_{1,5} = 0,30 \text{ мм}$$

Размер K_{D2} выдерживается непосредственно.

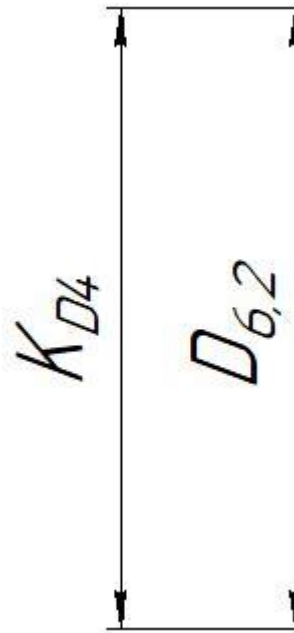
Размерная цепь для размера K_{D3} (рисунок 1.17).



$$TK_{D3} = 0,2 \text{ мм}; \quad TD_{1,6} = 0,15 \text{ мм}$$

Размер K_{D3} выдерживается непосредственно.

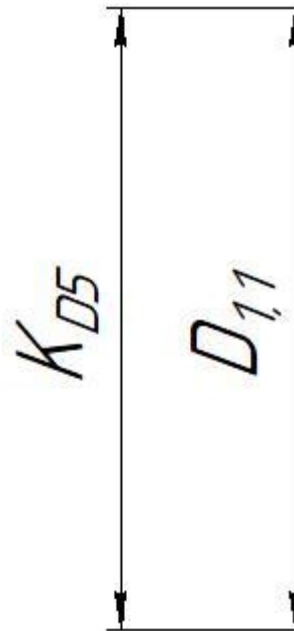
Размерная цепь для размера K_{D4} (рисунок 1.18).



$$TK_{D4} = 0,074 \text{ мм}; \quad TD_{6,2} = 0 \text{ мм}$$

Размер K_{D4} выдерживается непосредственно.

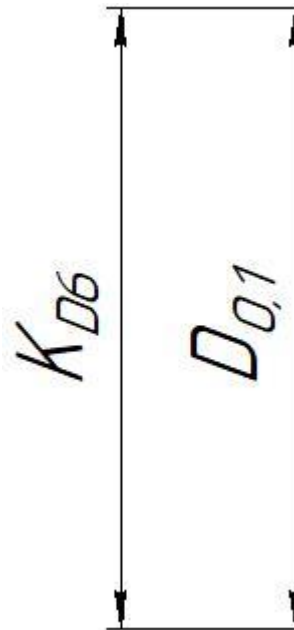
Размерная цепь для размера K_{D5} (рисунок 1.19).



$$TK_{D5} = 0,74 \text{ мм}; \quad TD_{1,1} = 0,30 \text{ мм}$$

Размер K_{D5} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D6} (рисунок 1.20).



$$TK_{D6} = 0,87 \text{ мм}; \quad TD_{0,1} = 0,87 \text{ мм}$$

Размер K_{D6} 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 $Z_{0,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{0,1min}^D = 2 \cdot \left(40 + 50 + \sqrt{83,5^2 + 220^2} \right) = 651 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{0,1}^D = TD_{0,1} + TD_{1,1} = 300 + 870 = 1170 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{0,1max}^D = Z_{0,1min}^D + TZ_{0,1}^D = 651 + 1170 = 1821 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{0,1cp}^D = \frac{Z_{0,1min}^D + Z_{0,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{0,1}^D}{2} = \frac{651 + 1821}{2} \pm \frac{1170}{2} = 1236 \pm 585 \text{ мкм.}$$

Припуски $Z_{6,2}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{6,2min}^D = 2 \cdot \left(7,5 + 20 + \sqrt{20,6^2 + 25^2} \right) = 120 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{6,2}^D = TD_{1,4} + TD_{6,2} = 300 + 0 = 300 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{6,2max}^D = Z_{6,2min}^D + TZ_{6,2}^D = 120 + 300 = 420 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{6,2cp}^D = \frac{Z_{6,2min}^D + Z_{6,2max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{6,2}^D}{2} = \frac{120 + 420}{2} \pm \frac{300}{2} = 270 \pm 150 \text{ мкм.}$$

Припуски $Z_{6,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{6,1min}^D = 2 \cdot \left(7,5 + 20 + \sqrt{20,6^2 + 25^2} \right) = 120 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{6,1}^D = TD_{1,3} + TD_{6,1} = 300 + 0 = 300 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{6,1max}^D = Z_{6,1min}^D + TZ_{6,1}^D = 120 + 300 = 420 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{6,1cp}^D = \frac{Z_{6,1min}^D + Z_{6,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{6,1}^D}{2} = \frac{120 + 420}{2} \pm \frac{300}{2} = 270 \pm 150 \text{ мкм.}$$

Припуски $Z_{5,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{5,1min}^D = 2 \cdot \left(7,5 + 20 + \sqrt{20,6^2 + 25^2} \right) = 120 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{5,1}^D = 0 + TD_{5,1} = 0 + 0 = 0 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{5,1max}^D = Z_{5,1min}^D + TZ_{5,1}^D = 120 + 0 = 120 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{5,1cp}^D = \frac{Z_{5,1min}^D + Z_{5,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{5,1}^D}{2} = \frac{120 + 120}{2} \pm \frac{0}{2} = 120 \pm 0 \text{ мкм.}$$

Расчитанные 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				
$Z_{0,1}^D$	40	50	83,5	220	651	1170	1821	1236 ± 585
$Z_{6,2}^D$	7,5	20	20,6	25	120	30	420	270 ± 150
$Z_{6,1}^D$	7,5	20	20,6	25	120	30	420	270 ± 150
$Z_{5,1}^D$	7,5	20	20,6	25	120	0	120	120 ± 0

1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, 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 $Z_{1,1}$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{1,1min} = 40 + 50 + 55 = 145 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,1} = TA_{0.1} + TA_{1.1} = 870 + 640 = 1510 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,1max} = Z_{1,1min} + TZ_{1,1} = 145 + 1510 = 1655 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,1cp} = \frac{Z_{1,1max} + Z_{1,1min}}{2} \pm \frac{TZ_{1,1}}{2} = \frac{1655 + 145}{2} \pm \frac{1510}{2} = 900 \pm 755 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{6,2}$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{6,2min} = 7,5 + 20 + 27,5 = 55 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{6,2} = TA_{1,6} + TA_{6,2} = 400 + 60 = 460 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{6,2_{max}} = Z_{6,2_{min}} + TZ_{6,2} = 55 + 460 = 515 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{6,2_{cp}} = \frac{Z_{6,2_{max}} + Z_{6,2_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_{6,2}}{2} = \frac{515 + 55}{2} \pm \frac{460}{2} = 285 \pm 230 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{6,1}$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{6,1_{min}} = 7,5 + 20 + 27,5 = 55 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{6,1} = TA_{1,9} + TA_{6,1} = 400 + 60 = 460 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{6,1_{max}} = Z_{6,1_{min}} + TZ_{6,1} = 55 + 460 = 515 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{6,1_{cp}} = \frac{Z_{6,1_{max}} + Z_{6,1_{min}}}{2} \pm \frac{TZ_{6,1}}{2} = \frac{515 + 55}{2} \pm \frac{460}{2} = 285 \pm 230 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{5,2}$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{5,2_{min}} = 7,5 + 20 + 27,5 = 55 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{5,2} = TA_{1,4} + TA_{5,2} = 400 + 60 = 460 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{5,2_{max}} = Z_{5,2_{min}} + TZ_{5,2} = 55 + 460 = 515 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{5,2cp} = \frac{Z_{5,2max} + Z_{5,2min}}{2} \pm \frac{TZ_{5,2}}{2} = \frac{515 + 55}{2} \pm \frac{460}{2} = 285 \pm 230 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{5,1}$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{5,1min} = 7,5 + 20 + 27,5 = 55 \text{ мкм}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{5,1} = TA_{2,1} + TA_{5,1} = 400 + 60 = 460 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{5,1max} = Z_{5,1min} + TZ_{5,1} = 55 + 460 = 515 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{5,1cp} = \frac{Z_{5,1max} + Z_{5,1min}}{2} \pm \frac{TZ_{5,1}}{2} = \frac{515 + 55}{2} \pm \frac{460}{2} = 285 \pm 230 \text{ мкм}$$

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	55	145	1510	1655	900 ± 755
$Z_{6,2}$	7,5	20	27,5	55	460	515	285 ± 230

Z_{5,2}	7,5	20	27,5	55	460	515	285 ± 230
------------------------	-----	----	------	----	-----	-----	-----------

Продолжение таблицы 1.5

Z_{5,1}	7,5	20	27,5	55	460	515	285 ± 230
Z_{6,1}	7,5	20	27,5	55	460	515	285 ± 230

1.10 Расчёт технологических размеров

1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральны размеры

Расчет технических размеров определяется на основе размерного анализа процесса обработки нашей установленной размерной цепи.

1. Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности $\phi 70$ (Рисунок 1.21).

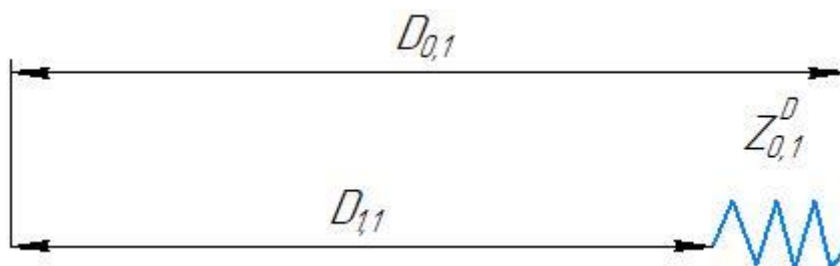


Рисунок 1.21 Размерная цепь для расчета технологических размеров

Технологический размер $D_{1,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D5} , т.е.: $D_{1,1} = K_{D5} = 70_{-0,37}^{+0,37}$ мм

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

$$D_{1,1cp} = 70 \text{ мм.}$$

$$D_{0,1cp} = D_{1,1cp} + Z_{0,1cp}^D = 70 + 1,236 = 71,236 \text{ мм}$$

Так как $TD_{0,1} = 0,87$ мм, $D_{0,1расч} = 71,236_{-0,435}^{+0,435}$ мм.

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

$$D_{0,1} = 71,2_{-0,435}^{+0,435} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{0,1max}^D = D_{0,1max} - D_{1,1min} = 71,635 - 69,63 = 2,005 \text{ мм.}$$

$$Z_{0,1min}^D = D_{0,1min} - D_{1,1max} = 70,765 - 70,37 = 0,395 \text{ мм.}$$

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:

$$t_{0,1max} = \frac{Z_{0,1max}^D}{2} = \frac{2,005}{2} = 1,0025 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{0,1min} = \frac{Z_{0,1min}^D}{2} = \frac{0,395}{2} = 0,1975 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{0,1cp} = \frac{t_{0,1max} + t_{0,1min}}{2} = \frac{(1,0025 + 0,1975)}{2} = 0,6 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия $\phi 65^{+0,074}$ (Рисунок 1.22).

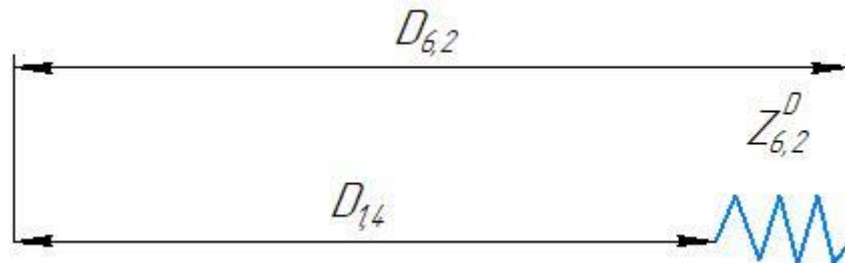


Рисунок 1.22 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия

Технологический размер $D_{6,2}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D5} , т.е.: $D_{6,2} = K_{D4} = 65^{+0,074}$ мм

Рассчитаем технологический размер $D_{1,4}$:

$$D_{6,2cp} = 65,037 \text{ мм.}$$

$$D_{1,4cp} = D_{6,2cp} - Z_{6,2cp}^D = 65,037 - 0,27 = 64,767 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,4} = 0,3 \text{ мм}$, $D_{1,4pacч} = 64,767_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм}$.

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

$$D_{1,4} = 64,8_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{6,2max}^D = D_{6,2max} - D_{1,4min} = 65,074 - 64,65 = 0,424 \text{ мм.}$$

$$Z_{6,2min}^D = D_{6,2min} - D_{1,4max} = 65 - 64,95 = 0,05 \text{ мм.}$$

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:

$$t_{6,2max} = \frac{Z_{6,2max}^D}{2} = \frac{0,424}{2} = 0,212 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{6,2min} = \frac{Z_{6,2min}^D}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{6,2cp} = \frac{t_{6,2max} + t_{6,2min}}{2} = \frac{(0,212 + 0,025)}{2} = 0,1185 \text{ мм.}$$

3. Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия $\phi 58H7^{+0,03}$ (Рисунок 1.23).

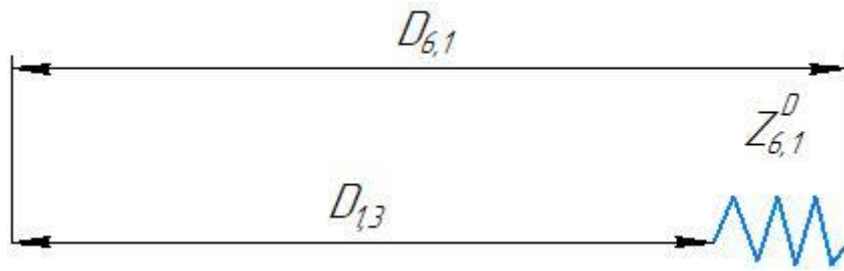


Рисунок 1.23 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия

Технологический размер $D_{6,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D1} , т.е.: $D_{6,1} = K_{D1} = 58^{+0,03}$ мм

Рассчитаем технологический размер $D_{1,3}$:

$$D_{6,1cp} = 58,015 \text{ мм.}$$

$$D_{1,3cp} = D_{6,1cp} - Z_{6,1cp}^D = 58,015 - 0,27 = 57,745 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,3} = 0,3$ мм, $D_{1,3расч} = 57,745^{+0,15}_{-0,15}$ мм.

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

$$D_{1,3} = 57,745^{+0,15}_{-0,15} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{6,1max}^D = D_{6,1max} - D_{1,3min} = 58,03 - 57,595 = 0,435 \text{ мм.}$$

$$Z_{6,1min}^D = D_{6,1min} - D_{1,3max} = 58 - 57,895 = 0,105 \text{ мм.}$$

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:

$$t_{6,1max} = \frac{Z_{6,1max}^D}{2} = \frac{0,435}{2} = 0,2175 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{6,1min} = \frac{Z_{6,1min}^D}{2} = \frac{0,105}{2} = 0,0525 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{6,1cp} = \frac{t_{6,1max} + t_{6,1min}}{2} = \frac{(0,2175 + 0,0525)}{2} = 0,135 \text{ мм.}$$

4. Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия $\phi 58^{+0,062}$ (Рисунок 1.24).

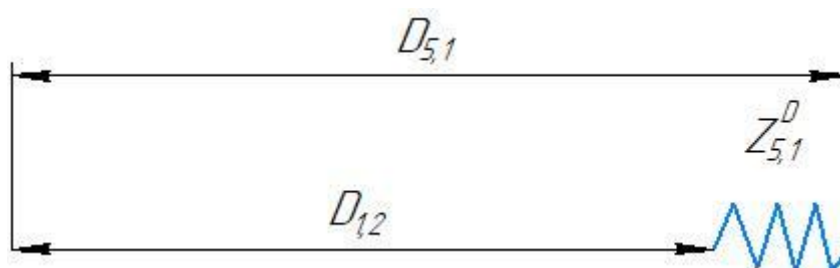


Рисунок 1.24 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия

Технологический размер $D_{5,1}$ должен быть таким же: $D_{5,1} = 58^{+0,062}$ мм

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

$$D_{5,1cp} = 58,031 \text{ мм.}$$

$$D_{1,2cp} = D_{5,1cp} - Z_{5,1cp}^D = 58,031 - 0,12 = 57,911 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,2} = 0$ мм, $D_{1,2расч} = 57,911$ мм.

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

$$D_{1,2} = 57,9 \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{5,1max}^D = D_{5,1max} - D_{1,2min} = 58,062 - 57,9 = 0,162 \text{ мм.}$$

$$Z_{5,1min}^D = D_{5,1min} - D_{1,2max} = 58 - 57,9 = 0,1 \text{ мм.}$$

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:

$$t_{5,1max} = \frac{Z_{5,1max}^D}{2} = \frac{0,162}{2} = 0,081 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{5,1min} = \frac{Z_{5,1min}^D}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{5,1cp} = \frac{t_{5,1max} + t_{5,1min}}{2} = \frac{(0,081 + 0,05)}{2} = 0,0655 \text{ мм.}$$

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
$D_{0,1}$	$71,2^{+0,435}_{-0,435}$	1,0025	0,1975	0,6
$D_{1,4}$	$64,8^{+0,15}_{-0,15}$	0,212	0,025	0,1185
$D_{1,3}$	$57,745^{+0,15}_{-0,15}$	0,2175	0,0525	0,135
$D_{1,2}$	57,9	0,081	0,05	0,0655

1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры

1. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{0,1}$ (Рисунок 1.25).

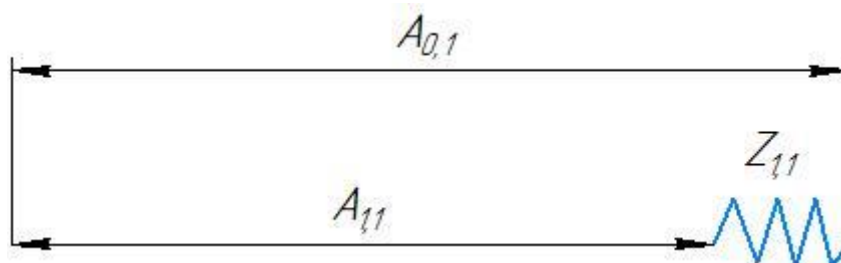


Рисунок 1.25 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{1,1}$ должен быть таким же: $A_{1,1} = 82_{-0,435}^{+0,435}$ мм.

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

$$A_{1,1cp} = 82 \text{ мм.}$$

$$A_{0,1cp} = A_{1,1cp} + Z_{1,1cp} = 82 + 0,9 = 82,9 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{0,1} = 0,87$ мм, $A_{0,1расч} = 82,9_{-0,435}^{+0,435}$ мм.

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

$$A_{0,1} = 82,9_{-0,435}^{+0,435} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,1max} = A_{0,1max} - A_{1,1min} = 83,335 - 81,565 = 1,77 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,1min} = A_{0,1min} - A_{1,1max} = 82,465 - 82,435 = 0,03 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{1,1cp} = \frac{t_{1,1max} + t_{1,1min}}{2} = \frac{(1,77 + 0,03)}{2} = 0,9 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{1,6}$ (Рисунок 1.26).

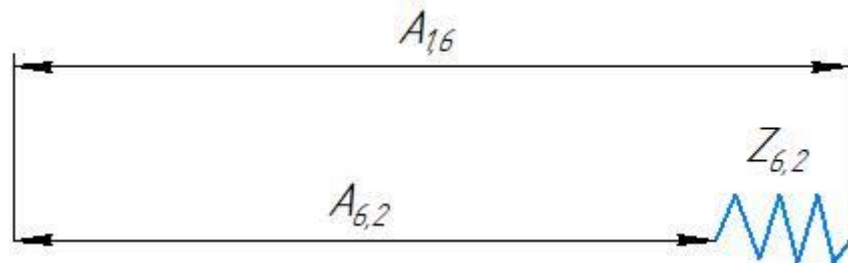


Рисунок 1.26 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{6,2}$ должен быть таким же, как конструкторский K_2 , т.е.: $A_{6,2} = K_2 = 1_{-0,125}^{+0,125}$ мм.

Рассчитаем технологический размер $A_{1,6}$:

$$A_{6,2cp} = 1 \text{ мм.}$$

$$A_{1,6cp} = A_{6,2cp} + Z_{6,2cp} = 1 + 0,285 = 1,285 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{1,6} = 0,25$ мм, $A_{1,6расч} = 1,285_{-0,125}^{+0,125}$ мм.

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

$$A_{1,6} = 1,3_{-0,125}^{+0,125} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{6,2max} = A_{1,6max} - A_{6,2min} = 1,425 - 0,875 = 0,55 \text{ мм.}$$

$$Z_{6,2min} = A_{1,6min} - A_{6,2max} = 1,175 - 1,125 = 0,05 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{6,2cp} = \frac{t_{6,2max} + t_{6,2min}}{2} = \frac{(0,55 + 0,05)}{2} = 0,3 \text{ мм.}$$

3. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{1,9}$ (Рисунок 1.27).

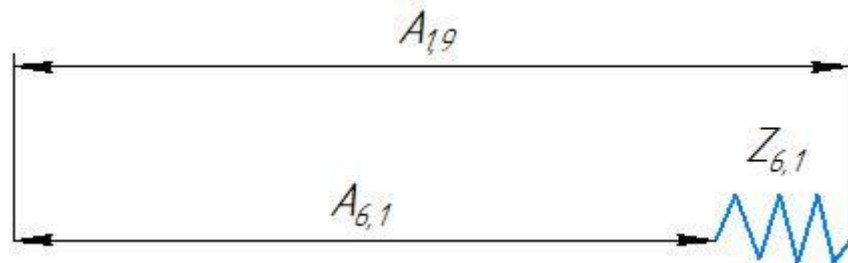


Рисунок 1.27 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{6,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_7 , т.е.: $A_{6,1} = K_7 = 1^{+0,125}_{-0,125}$ мм.

Рассчитаем технологический размер $A_{1,9}$:

$$A_{6,1cp} = 1 \text{ мм.}$$

$$A_{1,9cp} = A_{6,1cp} + Z_{6,1cp} = 1 + 0,285 = 1,285 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{1,9} = 0,25$ мм, $A_{1,9расч} = 1,285^{+0,125}_{-0,125}$ мм.

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

$$A_{1,9} = 1,3^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{6,1max} = A_{1,9max} - A_{6,1min} = 1,425 - 0,875 = 0,55 \text{ мм.}$$

$$Z_{6,1min} = A_{1,9min} - A_{6,1max} = 1,175 - 1,125 = 0,05 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{6,1cp} = \frac{t_{6,1max} + t_{6,1min}}{2} = \frac{(0,55 + 0,05)}{2} = 0,3 \text{ мм.}$$

4. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{1,4}$ (Рисунок 1.28).

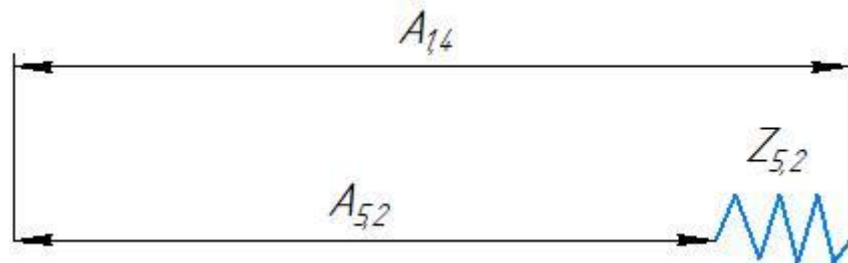


Рисунок 1.28 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{5,2}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{10} , т.е.: $A_{5,2} = K_{10} = 1^{+0,125}_{-0,125}$ мм.

Рассчитаем технологический размер $A_{1,4}$:

$$A_{5,2cp} = 1 \text{ мм.}$$

$$A_{1,4cp} = A_{5,2cp} + Z_{5,2cp} = 1 + 0,285 = 1,285 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{1,4} = 0,25$ мм, $A_{1,4расч} = 1,285^{+0,125}_{-0,125}$ мм.

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

$$A_{1,4} = 1,3^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{5,2max} = A_{1,4max} - A_{5,2min} = 1,425 - 0,875 = 0,55 \text{ мм.}$$

$$Z_{5,2min} = A_{1,4min} - A_{5,2max} = 1,175 - 1,125 = 0,05 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{5,2cp} = \frac{t_{5,2max} + t_{5,2min}}{2} = \frac{(0,55 + 0,05)}{2} = 0,3 \text{ мм.}$$

5. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности $A_{1,4}$ (Рисунок 1.29).

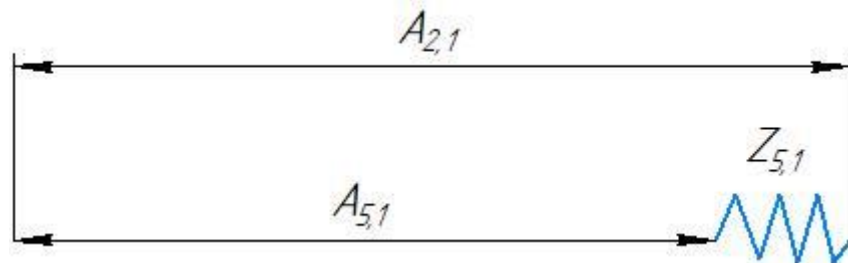


Рисунок 1.29 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{5,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_9 , т.е.: $A_{5,1} = K_9 = 1^{+0,125}_{-0,125}$ мм.

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

$$A_{5,1cp} = 1 \text{ мм.}$$

$$A_{2,1cp} = A_{5,1cp} + Z_{5,1cp} = 1 + 0,285 = 1,285 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{2,1} = 0,25$ мм, $A_{2,1расч} = 1,285^{+0,125}_{-0,125}$ мм.

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

$$A_{2,1} = 1,3^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{5,1max} = A_{2,1max} - A_{5,1min} = 1,425 - 0,875 = 0,55 \text{ мм.}$$

$$Z_{5,1min} = A_{2,1min} - A_{5,1max} = 1,175 - 1,125 = 0,05 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{5,1cp} = \frac{t_{5,1max} + t_{5,1min}}{2} = \frac{(0,55 + 0,05)}{2} = 0,3 \text{ мм.}$$

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
$A_{0,1}$	$82,9^{+0,435}_{-0,435}$	1,77	0,03	0,9
$A_{1,6}$	$1,3^{+0,125}_{-0,125}$	0,55	0,05	0,3
$A_{1,9}$	$1,3^{+0,125}_{-0,125}$	0,55	0,05	0,3
$A_{1,4}$	$1,3^{+0,125}_{-0,125}$	0,55	0,05	0,3
$A_{2,1}$	$1,3^{+0,125}_{-0,125}$	0,55	0,05	0,3

1.11 Выбор средств технологического оснащения

При выборе оборудования необходимо учитывать тип производства и выпуска. Технологическое оборудование назначается для каждой операции процесса обработки деталей.

Токарный станок:16Б16А

Основные характеристики приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 –Технические характеристики

Размеры, мм

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки: над станиной над суппортом	320 180
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя	36
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	750
Шаг нарезаемой резьбы: метрической дюймовой, число ниток на дюйм модульной, модуль питчевой, питч	0,25-56 112-0,5 0,25-56 112-0,5

Продолжение таблицы 1.8

Частота вращения шпинделя, об/мин	20-2000
Число скоростей шпинделя	21
Наибольшее перемещение суппорта: продольное	700
поперечное	210
Подача суппорта, мм/об(мм/мин): продольная	0,01-0,7
поперечная	0,005-0,35
Число ступеней подач	-
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин: продольного	-
поперечного	-
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	2,8;4,6
Габаритные размеры(без ЧПУ): длина	2280
ширина	1060
высота	1485
Масса, кг	2100

Продолжение таблицы 1.9

Подача стола за один двойной ход долбняка: продольная поперечная круговая	 0,1-1 0,1-1 0,067-0,67
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,8-1,5
Габаритные размеры: длина ширина высота	 1950 980 1825
Масса, кг	1200

Вертикально-сверлильный станок:2М112

Основные характеристики приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 –Технические характеристики

Размеры, мм

Наибольший условный диаметр сверления в стали	12
--	----

Рабочая поверхность стола	250 × 250
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	400

Продолжение таблицы 1.10

Вылет шпинделя	190
Наибольший ход шпинделя	100
Наибольшее вертикальное перемещение: сверлильной(револьверной) головки стола	300 -
Конус Морзе отверстия шпинделя	28
Число скоростей шпинделя	5
Частота вращения шпинделя, об/мин	450-4500
Число подач шпинделя(револьверной головки)	-
Подача шпинделя(револьверной головки), мм/об	Ручная
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,6
Габаритные размеры:	

длина	770
ширина	370
высота	820
Масса, кг	120

Круглошлифовальный станок:3У131М

Основные характеристики приведены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 –Технические характеристики

Размеры, мм

Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:	
диаметр	280
длина	700
Рекомендуемый(или наибольший)	
диаметр шлифования:	
наружного	60
внутреннего	30-100
Наибольшая длина шлифования:	
наружного	710
внутреннего	125
Высота центров над столом	185
Наибольшее продольное	700

перемещение стола	
Угол поворота стола, °:	
по часовой стрелке	3
против часовой стрелки	10

Продолжение таблицы 1.11

Скорость автоматического перемещения стола(бесступенчатое регулирование), м/мин	0,05-5
Частота вращения, об/мин, шпинделя заготовки с бесступенчатым регулированием	40-400
Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	5;4
Наибольшие размеры шлифовального круга: наружный диаметр высота	600
Перемещение шлифовальной бабки: наибольшее на одно деление лимба	290 0,005

за один оборот толчковой рукоятки	0,001
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин, при шлифовании:	
наружном	1112
внутреннем	16900

Продолжение таблицы 1.11

Скорость врезной подачи шлифовальной бабки, мм/мин	-
Дискретность программируемого перемещения(цифровой индикации) шлифовальной бабки	-
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	5,5
Габаритные размеры:	
длина	5500
ширина	2585
высота	1982
Масса, кг	5960

1.12 Расчет режимов резания

При назначении режимов резания следует учитывать характер процесса, размер и тип инструмента, материал режущей части, состояние заготовки и материал, 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 материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – T15K6

1. В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 0,9$ 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: $s = 0,9$ 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: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17 [3, с.367].

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 45$ 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.

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

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

По табл. 2 [3, с. 359] : $K_{\Gamma} = 0,9$;

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:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,8 = 111,44 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 111,44}{\pi \cdot 80} = 443,41 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 500 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}] \quad (1.12)$$

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]:

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

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]:

$$K_{fp} = 0,77; K_{yp} = 2; K_{lp} = 1; K_{rp} = 0,66.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1,02 \times 0,77 \times 2 \times 1 \times 0,66 = 1,03$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_{pt} x^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,9^1 \times 0,9^{0,75} \times 111,44^{-0,15} \times 1,03 = 1267,2 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1267,2 \times 111,44}{1020 \cdot 60} = 2,3 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,3}{0,75} = 3,1 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

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

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6.

1. В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 0,6$ 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: $s = 0,9$ 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: $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, по табл. 17 [3, с.367].

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 45$ мин [3, с.363].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

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

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

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:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,79 = 116,95 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 116,95}{\pi \cdot 80} = 465,33 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 500 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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]:

$$K_p = K_{MP} K_{ФP} K_{ГP} K_{ЛP} K_{ГP}$$

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]:

$$K_{\phi p} = 1,17; K_{\gamma p} = 2; K_{\lambda p} = 1; K_{r p} = 1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{r p} = 1,17 \times 1,02 \times 2 \times 1 \times 1 = 2,39$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,6^1 \times 0,9^{0,75} \times 116,95^{-0,15} \times 2,39 = 1946,01 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1946,01 \cdot 116,95}{1020 \cdot 60} = 3,7 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

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

1.12.3 Долбёжная операция : долбление шпоночные пазы $A_{3,2}$

Выбираем материалы долбёжного инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 178] – P18.

1. В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 0,2$ мм.
2. Подача S устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $s = 0,2$ мм/ход.
3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_{yv},$$

Коэффициент: $C_v = 23,7$; $m = 0,25$; $x = 0$; $y = 0,66$, по табл. 17 [3, с.367].

$$K_{yV} = 0,6, [3, \text{с.380}]$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_{yV} = \frac{23,7}{45^{0,25} \cdot 0,2^0 \cdot 0,2^{0,66}} \cdot 0,6 = 15,88 \text{ м/мин};$$

4. Число двойных ход долбяка в минуту

$$n = \frac{V \times 1000}{2(L + \Delta)} = \frac{15,88 \times 1000}{2 \times (40 + 8)} = 165,42 \text{ ход/мин}$$

5. Принимаем фактическая число двойных ход долбяка в минуту

$$n = 210 \text{ об/мин}$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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

$$C_p = 247 \quad x = 1,0 \quad y = 1,0 \quad n = 0$$

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

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

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]:

$$K_{fp} = 0,44; K_{yp} = 1,6; K_{lp} = 1; K_{rp} = 0,66.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1,02 \times 0,44 \times 1,6 \times 1 \times 0,66 = 0,47$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 247 \times 0,2^1 \times 0,2^1 \times 15,88^0 \times 0,47 = 46,44 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{46,44 \cdot 15,88}{1020 \cdot 60} = 0,012 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,012}{0,75} = 0,016 \text{ кВт};$$

1.12.4 Вертикально-сверлильная операция : сверление отверстий

$\phi D_{4,1}$

Выбираем материалы сверлильного инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 178] – P6M5.

1. Диаметр сверла $D_{4,1} = 6 \text{ мм}$
2. Подача по таблице 35 [3, с. 381]: $S=0,19 \text{ мм/об.}$
3. Глубина [3, с.381]: $t_1 = 0,5 \cdot D_{4,1} = 6 \cdot 0,5 = 3 \text{ мм.}$
4. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с.382]:

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

Коэффициент: $C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$; по табл. 38 [3, с.383].

Период стойкости инструмента принимаем: $T=25 \text{ мин,}$ по табл. 40 [3, с.384].

Коэффициент K_v [3, с.385]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV};$$

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

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

$K_{\Gamma} = 0,8$ - определены по таблице 2 [3, с.359];

$n_V = 0,9$ - определены по таблице 2 [3, с.359];

$K_{IV} = 1,0$ – определены по таблице 6 [3, с.361];

$K_{IV} = 1,0$ – определены по таблице 41 [3, с.385].

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0,8 \left(\frac{750}{770} \right)^{0,9} \times 1,0 \times 1,0 = 0,78;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{7 \cdot 6^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,19^{0,7}} 0,78 = 18,78 \text{ м/мин};$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 18,78}{\pi \cdot 6} = 996,31 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

6. Используем следующую формулу для определения крутящего момента

[3, с. 385]:

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

Коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – по табл. 42 [3 с.385].

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Согласно таблице 9 [3 с.386 и 362]:

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

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,19^{0,8} \cdot 1,02 = 3,36 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

7. Используем следующую формулу для определения осевой силы [3, с. 385]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Коэффициентов: $C_p=68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – по табл. 42 [3 с.385].

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Согласно таблице 9 [3 с.362]:

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

Составляющие осевой силы, формула:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6^1 \cdot 0,19^{0,7} \cdot 1,02 = 1301,33 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

8. Мощность резания [3 с.386]:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{3,36 \cdot 996,31}{9750} = 0,34 \text{ кВт};$$

9. Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,34}{0,75} = 0,45 \text{ кВт}$$

1.12.5 Кругло шлифовальная операция : шлифование отверстие

$\phi D_{5,1}$

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

1. Диаметр шлифования $D_{5,1} = 50 \text{ мм}$

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: $C_N = 0,3$; $r = 0,35$; $x = 0,4$; $y = 0,4$; $q = 0,3$ – по табл. 131 [3 с.441].

Коэффициентов: $V_3 = 30$ м/мин; $t = 0,0125$ мм; $s = 0,55$ $V = 0,275$ м/мин – по табл. 130 [3 с.439].

Составляющие эффективной мощности, формула:

$$N = 0,3 \cdot 30^{0,35} \cdot 0,0125^{0,4} \cdot 0,275^{0,4} \cdot 50^{0,3} = 0,08 \text{ кВт};$$

3. Мощность привода главного движения:

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

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

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 50} = 190,99 \text{ об/мин};$$

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:

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

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{\text{пд}}$ – величина подвода инструмента, мм;

$l_{\text{сх}}$ – величина схода инструмента, мм;

$l_{\text{в}}$ – величина врезания инструмента, мм;

Принимаем: $l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 1 - 5$ мм.

Величина врезания инструмента:

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

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

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

1. Заготовительная операция 05:

переход 1: отрезать заготовку.

$$T_o = \frac{(l + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(80 + 5 + 5) \cdot 1}{740 \cdot 0,9} = 0,14 \text{ мин}$$

2. Токарная операция 10:

переход 1: подрезать торце.

$$T_o = \frac{(l + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8 + 5 + 5) \cdot 1}{500 \cdot 0,9} = 0,04 \text{ мин}$$

переход 2: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(74 + \frac{1}{\operatorname{tg}90^\circ} + 5 + 5\right) \cdot 5}{500 \cdot 0,9} = 0,93 \text{ мин}$$

переход 3: сверлить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{d}{2} \operatorname{ctg}\varphi + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(82 + \frac{50}{2} \operatorname{ctg}90^\circ + 5 + 5\right) \cdot 1}{125 \cdot 0,89} = 0,83 \text{ мин}$$

переход 4: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(60 + \frac{2}{\operatorname{tg}90^\circ} + 4 + 4\right) \cdot 2}{1250 \cdot 0,1} = 1,09 \text{ мин}$$

переход 5:точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1,5 + \frac{1,5}{\operatorname{tg}45^\circ} + 4 + 4\right) \cdot 1}{800 \cdot 0,7} = 0,02 \text{ мин}$$

переход 6: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(17 + \frac{0,7}{\operatorname{tg}90^\circ} + 2 + 2\right) \cdot 5}{630 \cdot 0,9} = 0,17 \text{ мин}$$

переход 7: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1,5 + \frac{1,5}{\operatorname{tg}45^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{500 \cdot 0,9} = 0,01 \text{ мин}$$

переход 8: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(40 + \frac{1,1}{\operatorname{tg}90^\circ} + 3 + 3\right) \cdot 4}{630 \cdot 0,9} = 0,32 \text{ мин}$$

переход 9: расточить канавку.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(4 + \frac{0,9}{\operatorname{tg}90^\circ} + 3 + 3\right) \cdot 2}{630 \cdot 0,9} = 0,04 \text{ мин}$$

переход 10: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1,5 + \frac{1,5}{\operatorname{tg}45^\circ} + 3 + 3\right) \cdot 1}{630 \cdot 0,9} = 0,02 \text{ мин}$$

переход 11: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{\operatorname{tg}45^\circ} + 2 + 2\right) \cdot 1}{630 \cdot 0,9} = 0,01 \text{ мин}$$

переход 12: нарезать резьбу.

$$T_o = \frac{\left(l + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(40 + 3 + 3) \cdot 1}{800 \cdot 0,7} = 0,08 \text{ мин}$$

3. Токарная операция 15:

переход 1: подрезать торце.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8 + 5 + 5) \cdot 1}{100 \cdot 0,9} = 0,2 \text{ мин}$$

переход 2: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1,5 + \frac{1,5}{tg45^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{800 \cdot 0,7} = 0,01 \text{ мин}$$

4. Долбёжная операция 20:

переход 1: долбить 2 шпоночные пазы.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} \times 2 = \frac{(40 + 3 + 3) \cdot 8}{210 \cdot 0,2} \times 2 = 17,5 \text{ мин}$$

5. Сверлильная операция 25:

переход 1: сверлить 2 отверстия.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{d}{2} ctg\varphi + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} \times 2 = \frac{\left(5 + \frac{6}{2} ctg30^\circ + 1 + 1\right) \cdot 1}{1000 \cdot 0,19} \times 2$$

$$= 0,12 \text{ мин}$$

6. Кругошлифовальная операция 35:

переход 1: шлифовать отверстие.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 1 + 1) \cdot 1}{200 \cdot 0,275} = 0,29 \text{ мин}$$

7. Кругошлифовальная операция 40:

переход 1: шлифовать отверстие.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(60 + 1 + 1) \cdot 1}{200 \cdot 0,275} = 1,13 \text{ мин}$$

переход 2: шлифовать отверстие.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(17 + 1 + 1) \cdot 1}{160 \cdot 0,275} = 0,43 \text{ мин}$$

1.14 Определение штучного времени

Норма штучного времени рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{от}$$

Где T_0 – это основное время, мин;

T_B – это вспомогательное время, мин;

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

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

Вспомогательное время рассчитаем по следующим формуле:

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

Где $T_{у.с}$ – 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:

$$T_0 = 0,14 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,17 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_B = T_{у.с} + T_{уп} + T_{из} = 0,17 + 0,02 + 0,16 = 0,35 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 7 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0,14 + 0,35 + 2,5 + 7 = 9,99 \text{ мин};$$

2. Токарная операция 10:

основное время:

$$T_o = 3,56 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,17 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,17 + 0,02 + 0,16 = 0,35 \text{ мин};$$

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:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 3,56 + 0,35 + 2,5 + 5 = 11,41 \text{ мин};$$

3. Токарная операция 15:

основное время:

$$T_o = 0,21 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,17 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,17 + 0,02 + 0,16 = 0,35 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 6 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0,21 + 0,35 + 2,5 + 6 = 9,06 \text{ мин};$$

4. Долбёжная операция 20:

основное время:

$$T_o = 17,5 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,17 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,17 + 0,02 + 0,16 = 0,35 \text{ мин};$$

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:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 17,5 + 0,35 + 2,5 + 5 = 25,35 \text{ мин};$$

5. Сверлильная операция 25:

основное время:

$$T_o = 0,12 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,06 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,06 + 0,02 + 0,16 = 0,24 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 0,7 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 7 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0,12 + 0,24 + 0,7 + 7 = 8,06 \text{ мин};$$

6. Кругошлифовальная операция 35:

основное время:

$$T_o = 0,29 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,09 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,19 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,09 + 0,02 + 0,19 = 0,3 \text{ мин};$$

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:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0,29 + 0,3 + 1,1 + 6 = 7,69 \text{ мин};$$

7. Кругошлифовальная операция 40:

основное время:

$$T_o = 1,56 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,09 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,22 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,09 + 0,02 + 0,22 = 0,33 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 1 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 1,56 + 0,33 + 1 + 5 = 7,89 \text{ мин};$$

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.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 2.1).

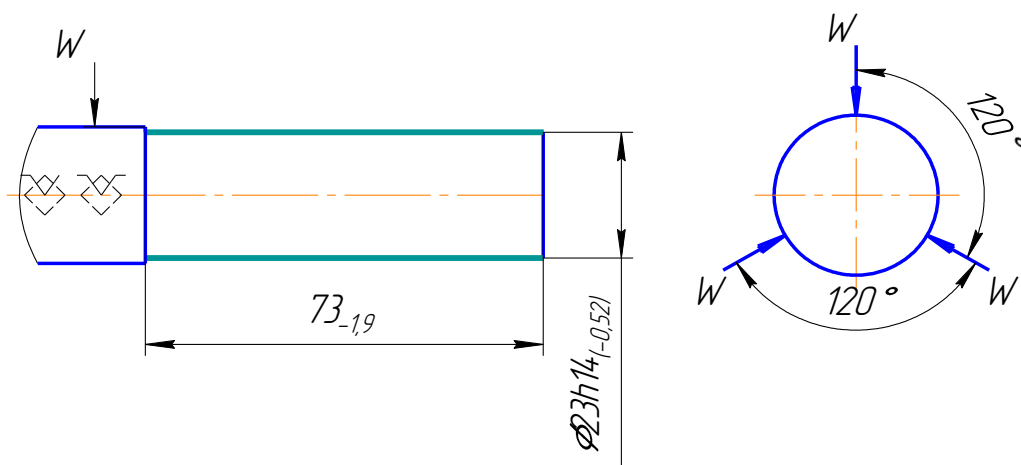


Рис. 2.1 Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с

указанием мест приложения силы зажима.

В соответствии со схемой зажима заготовки изображаем принципиальную расчетную схему (рис. 2.2)

Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже (лист 7.).

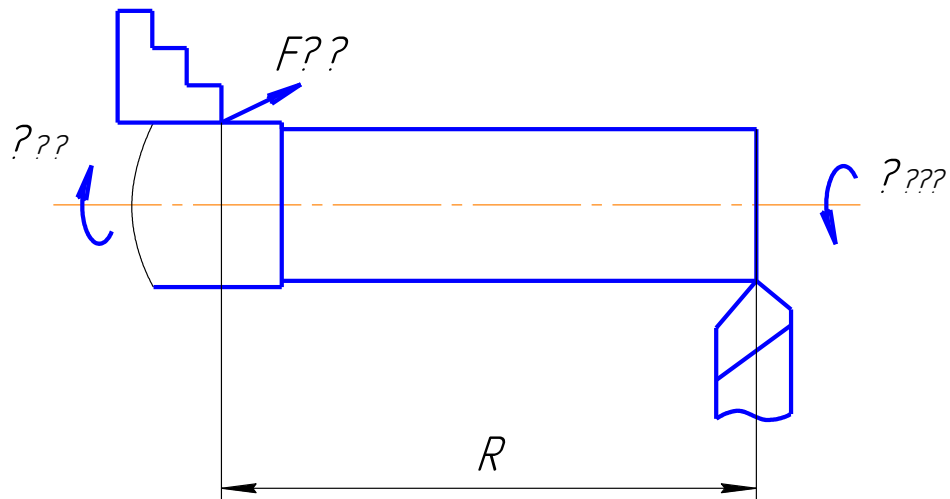


Рис. 2.2 Принципиальная расчетная схема.

2.2 Описание конструкции и работы приспособления

Компоновка приспособления приведена на формате А1.

Заготовка установочной базой опирается на три установочные поверхности сменных кулачков, расположенных по окружности. Двойная опорная база и опорная скрытая база реализуется за счёт одновременного перемещения кулачков к центру до упора в заготовку с необходимым усилием.

Под действием давления сжатого воздуха в правую камеру пневмоцилиндра шток пневмоцилиндра перемещаясь влево, передаёт усилие на рычаг, который, поворачиваясь вокруг оси, перемещает ползун и закреплённый на нём сменный кулачок. Таким образом, осуществляется зажим заготовки одновременно тремя кулачками. Разжим заготовки происходит при перемещении штока пневмоцилиндра вправо под воздействием сжатого воздуха, подаваемого в левую часть пневмоцилиндра.

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

Элементы приспособления выполняют в виде опорных штырей, пластин, призм, установочных пальцев и т.п. Установочные и зажимные элементы могут выступать в качестве установочно-зажимных (самоцентрирующих) элементов.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойкостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с

цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRCЭ50...55.

2.3 Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему приспособления (рис. 2.2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Заготовка, установленная в трёхкулачковом патроне, находится под действием момента $M_{\text{св}}$ и осевой силы $P_{\text{ос}}$. Силу закрепления можно найти из равенства:

$$Q = \frac{k \cdot M_{\text{св}}}{3 \cdot f \cdot R}, \quad (1)$$

Где $f = 0,16$ - коэффициент трения при контакте обработанной поверхности заготовки с установочными поверхностями кулачка;

R - радиус заготовки, $R = 0,08$ м;

$k = 1,2$;

$M_{\text{св}}$ - момент сверления, который определяется по формуле:

$$M_{\text{св}} = P_{\text{св}} \cdot r,$$

где сила сверления $P_{\text{св}}$ определяется по формуле:

$$P_{\text{св}} = C_p \cdot D^{n_p} \cdot t^{x_p} \cdot S_0^{y_p} \cdot HB^{Z_p}, \quad (2)$$

где $C_p = 2,6$; $n_p = 1$; $x_p = 0$; $y_p = 0,8$; $Z_p = 0,6$;

$t = 14$ мм; $D = 5,2$ мм; $HB = 180$; $S_0 = 0,5$ мм/об.

Тогда

$$P_{\text{св}} = 2,6 \cdot 5,2^1 \cdot 14^0 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 180^{0,6} = 175,11 \text{ Н};$$

$$r = 0,05 \text{ мм};$$

$$M_{\text{св}} = P_{\text{св}} \cdot r = 175,11 \cdot 0,05 = 8,76 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Следовательно

$$Q = \frac{k \cdot M_{св}}{3 \cdot f \cdot R} = \frac{1,2 \cdot 8,76}{3 \cdot 0,16,0,08} = 273,75 \text{ Н.}$$

$M_{кр.} > M_{св.}$ в 1,5-2 раза.

Таким образом,

$$M_{кр.} = (1,5 - 2) \cdot M_{св.}$$

Принимаем

$$M_{кр.} = 2 \cdot M_{св.} = 2 \cdot 8,76 = 17,52 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2.4 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр двухстороннего действия.

Расчёт его параметров.

1. Перемещение штока определяем по формуле:

$$L = (0,1 \dots 0,35) \cdot D, \text{ мм} \quad (1)$$

где D - диаметр пневмоцилиндра, $D = 162$ мм.

По формуле (1) определяем:

$$L = 0,1 \cdot D = 0,1 \cdot 162 = 16,2 \text{ мм}.$$

2. Определяем усилие на штоке при давлении в штоковой полости:

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (2)$$

где p - давление сжатого воздуха ($p = 0,4 \text{ МПа}$);

d - диаметр штока, $d = 40 \text{ мм}$;

η - КПД цилиндра, $\eta = 0,85 \dots 0,9$.

По формуле (2) определяем:

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta = 0,785 \cdot (162^2 - 40^2) \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 6577,48 \text{ Н}.$$

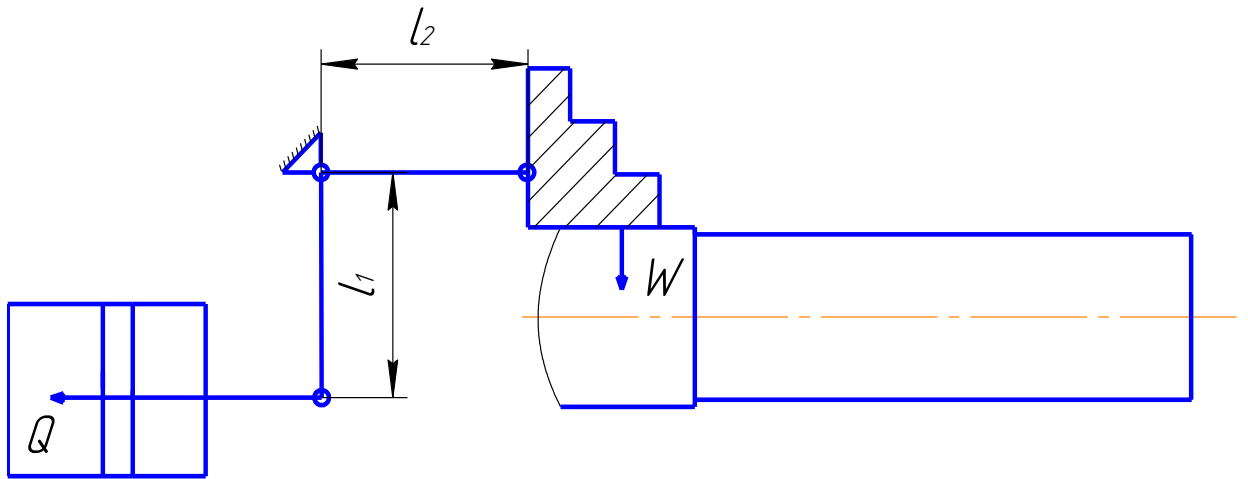


Рис.2.3 Схема сил, возникающих при зажиме заготовки

В соответствии с рис.2.3 определяем силу зажима:

$$W = Q l_1/l_2$$

2.5 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

2.6 РАСЧЁТ ТОЧНОСТИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

При выполнении операции 3 нужно определить необходимую точность приспособления для обеспечения следующих требований и размеров:

- отклонение от параллельности установочной поверхности кулачков относительно поверхности А 0,45мм;

-отклонение от перпендикулярности оси кулачков относительно поверхности А 0,4мм;

-отклонение от соосности оси кулачков относительно поверхности Б 0,4мм.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_0 \leq \delta$.

1. Для расчета точности приспособления ε_{np} следует пользоваться формулой [15, с.113]:

$$\varepsilon_{np.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_V^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

δ – допуск выполняемого размера, $\delta = 0,52$ мм.;

k_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, $k_T = 1,2$ [2, с. 85];

k_{T1} – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, $k_{T1} = 0,8$ [2, с. 85];

k_{T2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, $k_{T2} = 0,6$ [2, с. 85];

ε_B – погрешность базирования заготовки в трёхкулачковом патроне, $\varepsilon_B = 0$;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, $\varepsilon_3 = 0,11$ мм. [2, с. 207];

ε_V – погрешность установки приспособления на станке, $\varepsilon_V = 0,11$ мм [15, с. 106];

ε_{II} – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, $\varepsilon_{II} = 0,01$ мм. [2, с. 113];

ε_{II} – погрешность от перекоса (смещения) инструмента, $\varepsilon_{II} = 0,01$ мм, при сверлении по кондуктору;

ω – экономическая точность обработки, $\omega = 0,5$ [2, с. 216].

По формуле 5 определяем:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{np.} &\leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_V^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2} = \\ &= 0,52 - 1,2 \sqrt{(0,82 \cdot 0)^2 + 0,11^2 + 0,11^2 + 0,01^2 + 0,05^2 + (0,6 \cdot 0,5)^2} = 0,04 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Это значение допуска должно соответствовать техническому требованию 1 на чертеже приспособления.

2.7 Анализ технологичности конструкции.

Сконструированное приспособление достаточно технологично.

На задней поверхности бабки для установки пневмоцилиндра отверстия обработаны точно.

Достоинство приспособления в том, что за счет сменных кулачков трехкулачкового патрона можно устанавливать заготовки различных диаметров, а также обеспечиваются быстрые установка и снятие детали за счет применения пневмоцилиндра в качестве зажимного устройства.

Данное приспособление целесообразно применять в любом типе производства.

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Шэ Лу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Анализ конкурентных технических решений. 2. SWOT-анализ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	1. Планирование работ. 2. Разработка графика Ганта. 3. Формирование бюджета затрат.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Описание потенциального эффекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2021г
---	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН,ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	канд.экон.наук		01.02.2021г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А71	Шэ Лу		01.02.2021г.

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 программы.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Используя метод сегментирования, разделим потребителей разработки. Сегментировать рынок производителей крышек можно по следующим критериям: размер компании-заказчика, вид производства ступиц (рис. 3.2.1).

		Вид крышки			
		Высокое качество	Надежность	Долговечность	Приемлемые цены
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				



Рис. 3.2.1 Карта сегментирования рынка услуг по разработке крышки

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

3.3 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки крышки. В таблице 3.1.1 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 крышка)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Трещиностойкость	0,14	5	2	3	0,7	0,28	0,42
3. Ударопрочность	0,18	4	3	3	0,72	0,54	0,54
4. Стабильность соединения с подложкой	0,14	4	4	3	0,56	0,56	0,42
5. Простота изготовления	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
6. Эффективность работы крышки	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
7. Безопасность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Итого	1	43	38	37	4,32	3,6	3,47

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

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 43 \cdot 4,32 = 185,76$$

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 38 \cdot 3,6 = 136,8$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 37 \cdot 3,4 = 125,8$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что разработанная крышка 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 3.1.2 – SWOT-анализ проекта

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

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

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 крышки приведен в табл. 3.2.1.

Таблица 3.2.1 Морфологическая матрица для крышки

	1	2	3	4	5
А. Материал основная	стали	чугун	сплав	другое	
Б. Подшипники крышки	радиальным и	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	асфальтоукладчик и	автовышки
Д. Окружающая среда	воздух	вода	снег	масло	
Е. крышка 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 – А1Б3В2Г1Д3Е3.

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 , дней	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 схемы	Руководитель, Студент-дипломник	8																	

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 Z_m , руб.
Краска для принтера	шт.	1	600	600
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	200	400
Универсальная токарная ALX1500	шт.	1	700000	700000
Долбежный станок 7А420	шт.	1	300000	300000
Штангенциркуль	шт.	5	400	2000
Внутренний микрометр	шт.	5	2000	10000
Итого, руб.				1013000

В сумме материальные затраты составили 1013000 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:

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

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

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

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где: $Z_{\text{м}}$ – 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;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

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

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

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

$k_{\text{р}}$ – 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:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где: $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 27000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 52650 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{52650 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 2632,5 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2632,5 \cdot 13 = 34222,5 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 34222,5 = 4620 \text{руб.}$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1657,5 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1657,5 \cdot 17 = 28177,5 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 28177,5 = 3804 \text{руб.}$$

Представим результаты расчетов в итоговой таблице 3.6.2.2

Таблица 3.6.2.2 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$k_{\text{д}}$	$Z_{\text{доп}}$, руб.	Итого, руб.
руководитель	27000	0,3	0,2	1,3	52650	2632,5	13	34222,5	0,135	4620	38842,5
студент	17000				33150	1657,5	17	28177,5		3804	31981,5

3.6.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (34222,5 + 4620) = 11653 \text{руб}$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (28177,5 + 3804) = 9594 \text{руб}$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2021 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

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

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

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

$$З_{нак} = (1013000 + 70824 + 21247) \cdot 0,16 = 176811 \text{руб.}$$

3.6.2.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 3.6.2.4

Таблица 3.6.2.4 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	1013000	79,02
2. Затраты по основной зарплате	62400	4,87
3. Затраты по дополнительной зарплате	8424	0,66
4. Отчисления во внебюджетные фонды	21247	1,66
5. Накладные расходы	176811	13,79
Бюджет затрат на проектирование	1281882	100

Бюджет всех затрат проекта равен 1281882 рублей. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (79,02 %).

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 – балльная 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 1281882 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
154A71	Шэ Лу

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Тема дипломной работы: Разработка технологии изготовления детали «Крышка»

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>	<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>

<ul style="list-style-type: none"> • присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности. • 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	05.04.2021 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин А.И.	Д.т.н.		05.04.2021 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Шэ Лу		05.04.2021 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 микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
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;

сенсibiliзирующие; 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, исключающий 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 м² 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 ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

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

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года 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 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 15 \times 6 = 90 \text{ м}^2$$

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

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛД}} = 3000 \text{ Лм}$.

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

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

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

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

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

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

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

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

формуле:

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 $\rho_{\text{пл}} = 70\%$, $\rho_{\text{с}} = 40\%$ и индексе

помещения $i = 1,97$ равен $\eta = 0,65$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника

определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

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 приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

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

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

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются

диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

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

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

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

4.4.6 Анализ пожарной безопасности

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории Ан, Бн, Вн, Гн и Дн.

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.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

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.

- гидрологические опасные явления – наводнения, паводки, половодья 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.

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 я выполнил процесс обработки детали, определил размер обработки и расчёт усилия для закрепления заготовки и спроектировано механизированное приспособление с пневмоприводом, и у меня было более глубокое понимание всего процесса обработки детали.

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

В этом разделе «Социальная ответственность» мы анализируем некоторые факторы в производственном цехе, рассматриваем возможные опасности и принимаем 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

Таблица А Режимы резания и нормы времени

№ п/п	№ оп.-перехода	Вид обработки и тех. р-р	Режущий инструмент и его материал	Ø d (D) детали или инстр. (расчётный диаметр), мм	Длина в нап	Ø d _{max} (D _{max}) или длина A _{max} детали до обработки	Ø d _{min} (D _{min}) или длина A _{min} детали после обработки	Припуск Z _{max}	Глубина резания t _{max} , мм	Число проходов i, шт	Подача s, мм\об (мм/мин)	Скорость резания v, м/мин	Частота вращения шпинделя n, об/мин	T _о , мин	T _в , мин	T _{об} , мин	T _{от} , мин	T _{штг} , мин
1	1.1	подрезать торец	Резец Т15К6, φ=60°, r=2 мм, γ=10°, λ=0°	ø 80	40	82,32	81,68	1,655	40	1	0,9	126	500	0,04	0,35	2,5	5	11,41
	1.2	точить поверхность	Резец Т15К6, φ=90°, r=2 мм, γ=10°, λ=0°	ø 70	74	74,37	73,63	1,821	1	5	0,9	110	500	0,93	0,35	2,5	5	11,41

Продолжение таблицы А

1.3	сверлить отверстие	Сверло Р6М5	ø 50	82	50,31	49,69		25	1	0,89	125	19,6	0,83	0,35	2,5	5	11,41
1.4	расточить отверстие	Резец Т15К6, φ=90°, r=2 мм, γ=10°, λ=0°	ø 58	60	58,03			2	2	0,1	228	1250	1,09	0,35	2,5	5	11,41
1.5	точить фаску	Резец Т15К6, φ=45°, r=2 мм, γ=10°, λ=0°	ø 53	1,5	1,625	1,375		1,5	1	0,7	133	800	0,02	0,35	2,5	5	11,41
1.6	расточить отверстие	Резец Т15К6, φ=90°, r=2 мм, γ=10°, λ=0°	ø 65	17	65,074			0,7	5	0,9	129	630	0,17	0,35	2,5	5	11,41
1.7	точить фаску	Резец Т15К6, φ=45°, r=2 мм, γ=10°, λ=0°	ø 68	1,5	1,625	1,375		1,5	1	0,9	107	500	0,01	0,35	2,5	5	11,41
1.8	расточить отверстие	Резец Т15К6, φ=90°, r=2 мм, γ=10°, λ=0°	ø 62,4	40	62,77	62,03		1,1	4	0,9	124	630	0,32	0,35	2,5	5	11,41

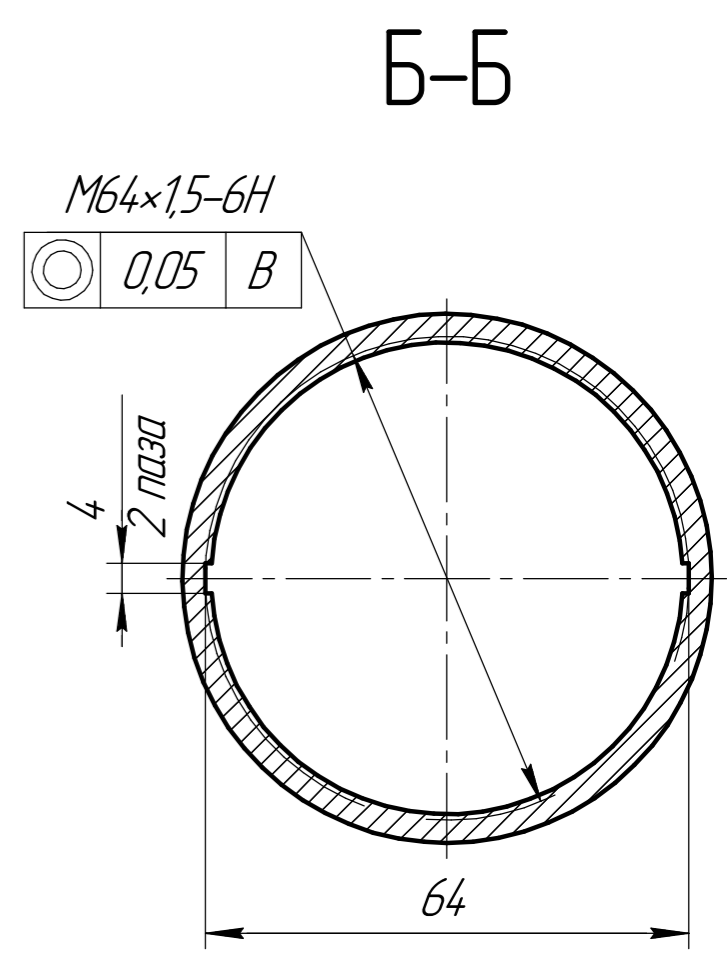
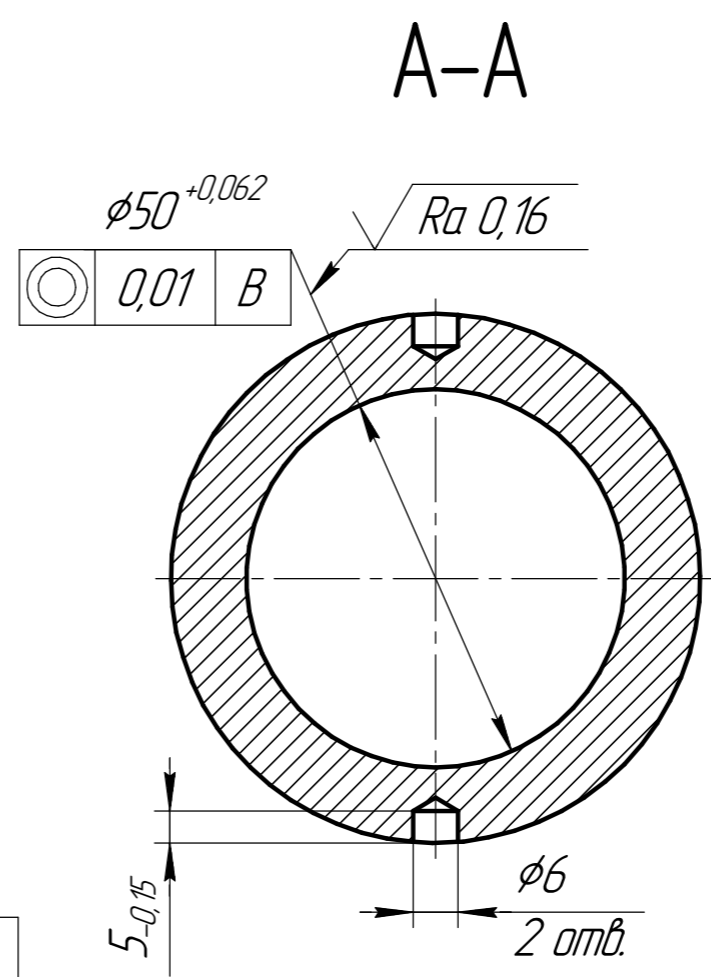
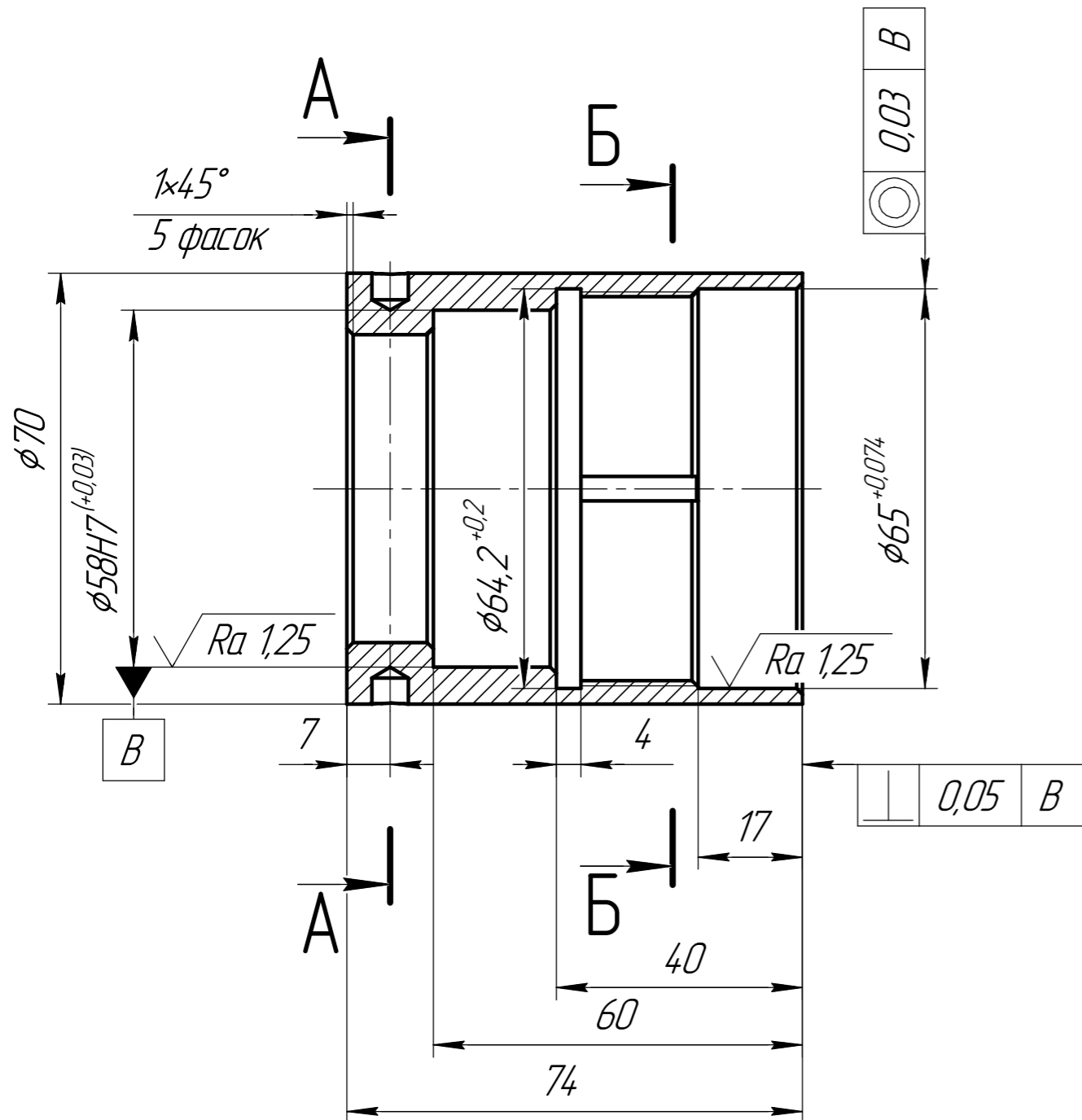
Продолжение таблицы А

	1.9	рагочить канавку	Резец Т15К6, $\varphi=90^\circ$, $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=0^\circ$	\varnothing 64,2	4	64,4			0,9	2	0,9	127	630	0,04	0,35	2,5	5	11,41
	1.10	точить фаску	Резец Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=0^\circ$	\varnothing 61	1,5	1,625	1,375		1,5	1	0,9	121	630	0,02	0,35	2,5	5	11,41
	1.11	точить фаску	Резец Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=0^\circ$	\varnothing 64,4	1	1,125	0,875		1	1	0,9	127	630	0,01	0,35	2,5	5	11,41
	1.12	нарезать резьбу	Резец Т15К6, $\varphi=90^\circ$, $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=0^\circ$	\varnothing 64	40	64,37	63,63		40	1	0,7	161	800	0,08	0,35	2,5	5	11,41
2	2.1	подрезать торец	Резец Т15К6, $\varphi=60^\circ$, $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=0^\circ$	\varnothing 70	35	74,37	73,63		35	1	0,9	22	100	0,2	0,35	2,5	6	9,06
	2.2	точить фаску	Резец Т15К6, $\varphi=45^\circ$, $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=0^\circ$	\varnothing 53	1,5	1,625	1,375		1,5	1	0,7	133	800	0,01	0,35	2,5	6	9,06

Продолжение таблицы А

3	3.1	долбит ь шпочн ые пазы	Резец Р18, $\varphi=90^\circ$, $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=0^\circ$	4	40	4,18	3,82		0,2	8	0,2	16	210	17,5	0,35	2,5	5	25,35
4	4.1	сверли ть отверс тия	Сверло Р6М5	ø 6	5	6,18	5,82		3	1	0,19	19	1000	0,12	0,24	0,7	7	8,06
5	5.1	шлифо вать отверс тие	Шлифовальн ый круг ПП	ø 50	14	50,062		0,515	0,0125	40	275	31	200	0,29	0,3	1,1	6	7,69
6	6.1	шлифо вать отверс тие	Шлифовальн ый круг ПП	ø 58	20	58,03		0,515	0,0125	40	275	36	200	1,13	0,33	1	5	7,89
	6.2	шлифо вать отверс тие	Шлифовальн ый круг ПП	ø 65	17	65,074		0,515	0,0125	40	275	33	160	0,43	0,33	1	5	7,89

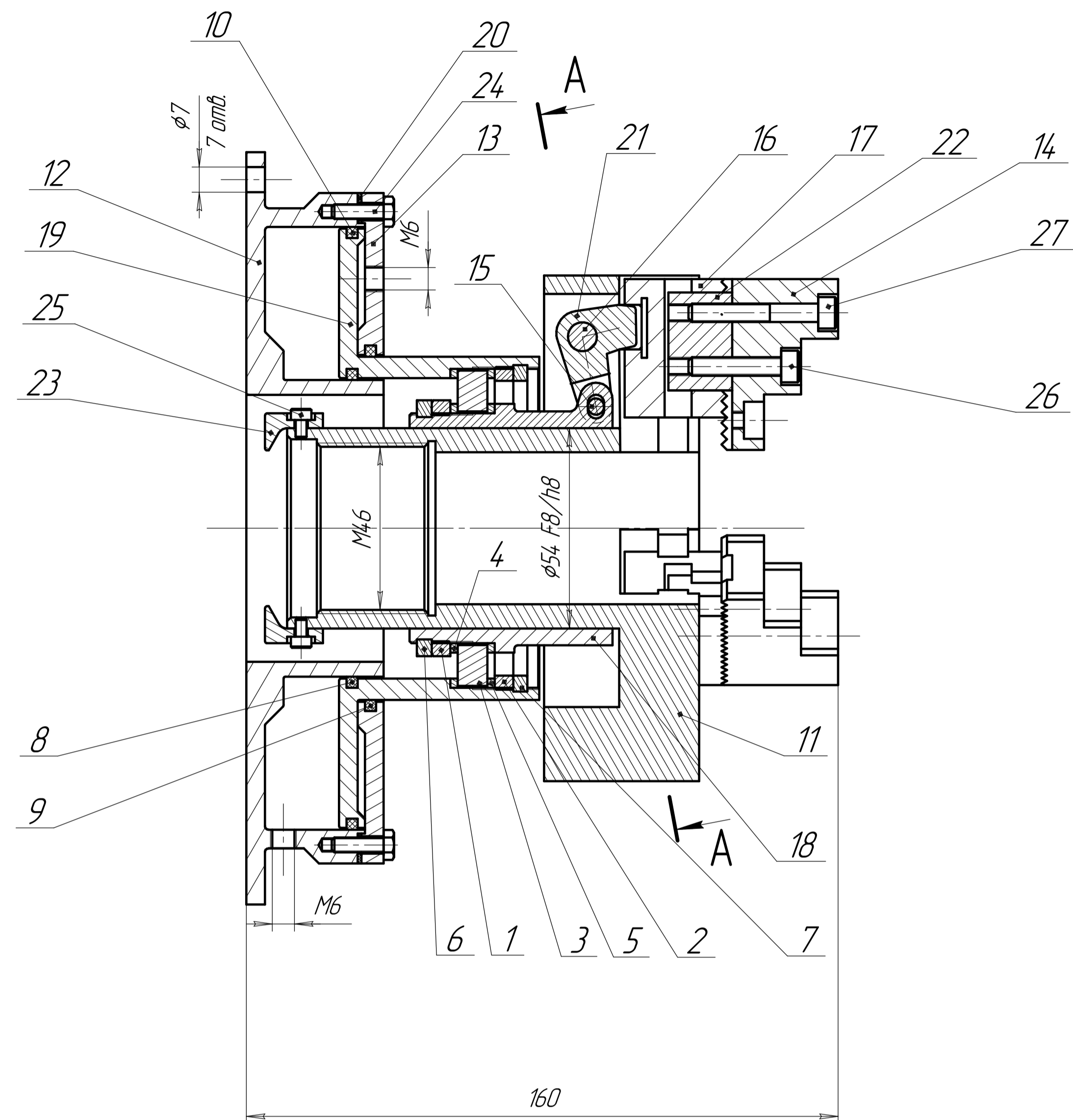
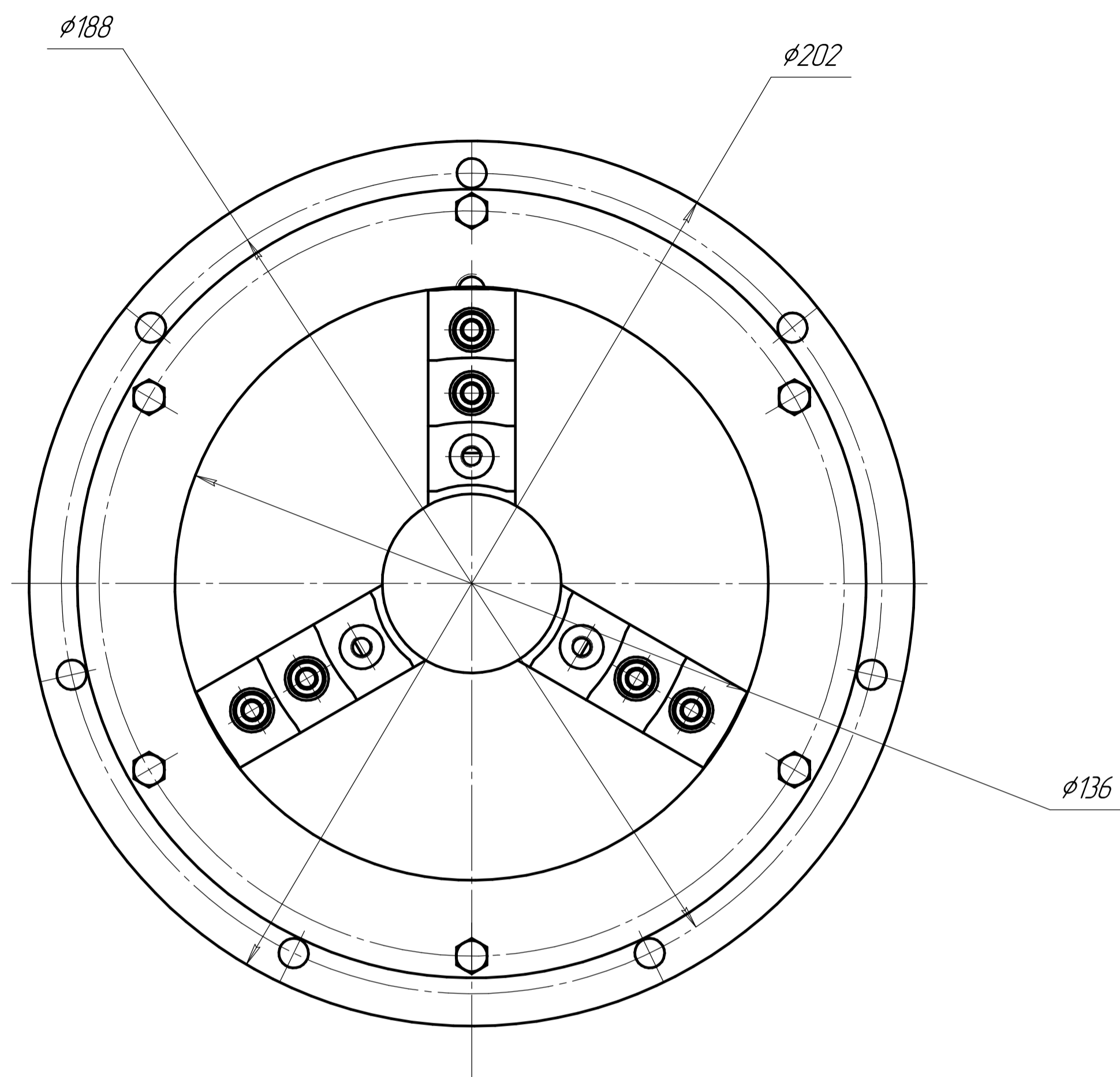
Приложение Б Чертёж детали



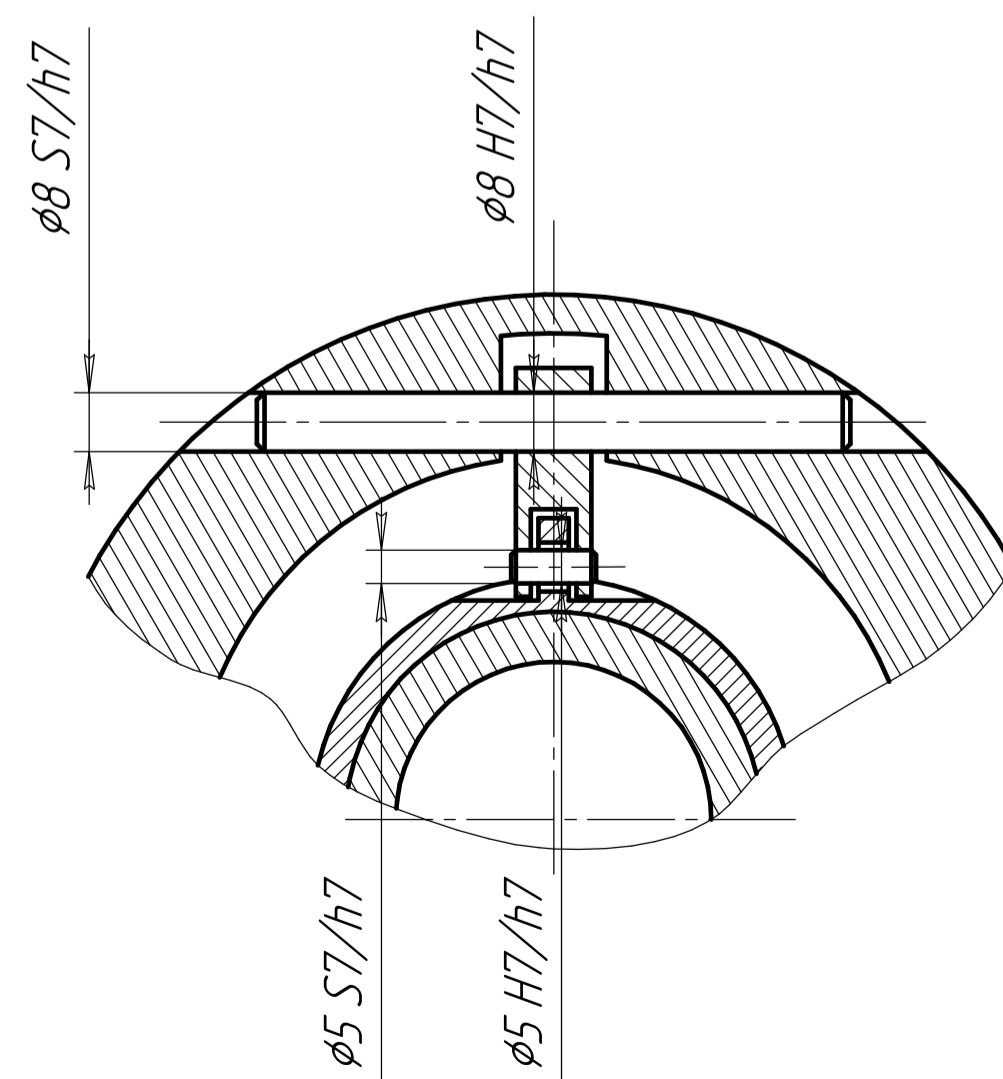
1 HRC 32...36.
2 Общие допуски по ГОСТ 30893.2 -мн: H14, h14, ± IT14/2.

				ИШНПТ-154А90018.00.00.01				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Крышка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Шэ	Лч					0,57	1:1
Пров.	Кувшинов	К.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ Группа 154А71		
Н.контр.					Сталь 95Х18 ГОСТ 5632-72			
Утв.					Копировал			
						Формат А3		

Приложение В Чертёж приспособления



A-A



Технические требования:

1. Пальцы 15 и 16 перед установкой в корпус 9 притереть с отверстиями рычага 21 до легкости поворота.
2. После установки кулачков 14 в патрон расточить с использованием специальных колец.

Технические характеристики:

1. Давление сжатого воздуха в сети 0,4 МПа.
2. Усилие на штоке 6068,24 Н.
3. Ход штока 15 мм.

ИШНПТ-154А71СБ				Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Лист	г	1:1
Разраб.	ШЗ	Лч		Лист		
Проб.	Кудышов	КА		Лист		
Т.контр.				Лист		
Н.контр.						
Чтб.						

Приложение Г Спецификация

Приложение Д Технологическая Карта

Чертеж детали
представлен на листе

Материал	Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка		
Наименование, марка			Код и вид	Профиль Размеры	Кол.
Сталь 95Х18 ГОСТ 5632-72		0,57	Прокат круглый горячекатаный $\phi 80$ мм	500	3,5

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКЦИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие односторонней обработки	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки				Нормы времени					Разряд работы				
						Режущий	Измерительный						Подача	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T_0	T_B	$T_{об}$	$T_{от}$	$T_{шт}$						
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	Заготовительная Отрезать заготовку, выдерживая размеры $\phi 80_{-0,435}^{+0,435}$ и $90_{-0,435}^{+0,435}$		Станок ножовочный отрезной ОН-280	Тиски станочные, ГОСТ 16515-96	Полотно Машинное 450x40x2 ГОСТ 6645-86	Штангенциркуль ШЦ-II-250-05 ГОСТ 166-89		1	80	40	40	0,9	666	740	186	0,14	0,35	2,5	7	9,99					
010	1	Токарная Установ А подрезать торец 1 выдерживая размер $82_{-0,32}^{+0,32}$		Токарный станок 16Б16А	Трехшпиндельный самоцентрирующий патрон ГОСТ 24351-80	Резец проходной прямой Т15К6 ГОСТ 18878-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89		1	80	40	40	0,9	450	500	126	0,04									
	2	Точить поверхность 2 выдерживая размеры $\phi 70_{-0,15}^{+0,15}$ и $74_{-0,37}^{+0,37}$							5	70	74	1	0,9	450	500	110	0,93				0,35	2,5	5	11,41		
	3	Сверлить отверстие 3, выдерживая размер $\phi 50_{-0,31}^{+0,31}$							1	50	82	25	0,89	111,25	125	19,6	0,83									
	4	расточить отверстие 4 выдерживая размеры $\phi 58_{-0,37}^{+0,03}$ и $60_{-0,37}^{+0,37}$							2	58	60	2	0,1	125	1250	228	1,09									

ИШНПТ-154А90018.003
Лист 1 из 1
Дата: 15.04.2018
Группа: 154А71

ИШНПТ-154А90018.003	Лист 1	Масса	Масштаб
Технологическая карта	1		5
Группа 154А71	Формат А1		

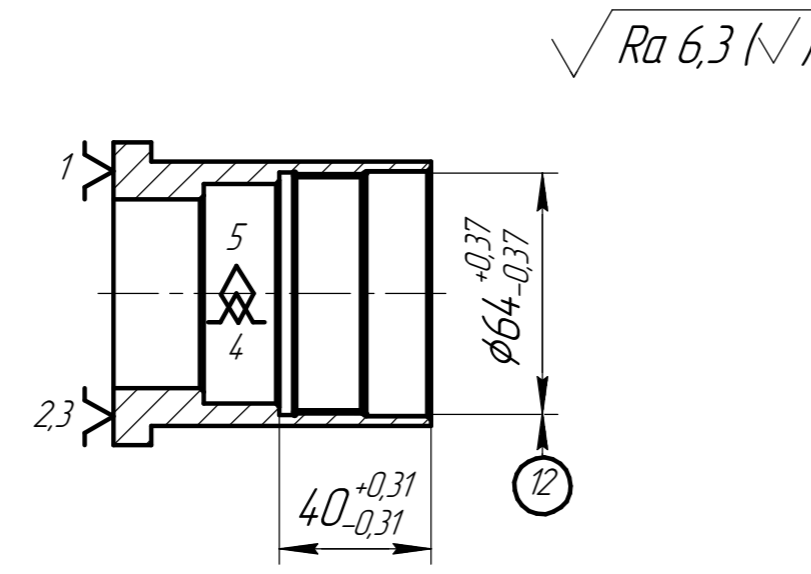
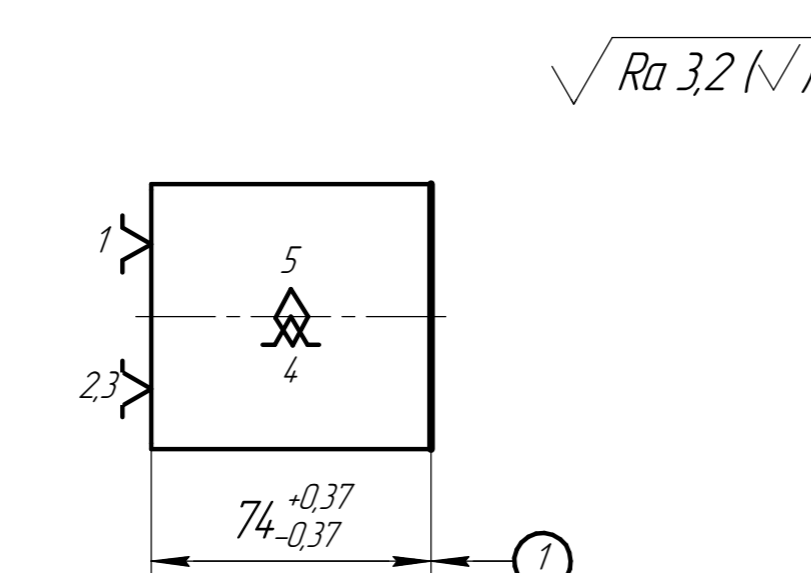
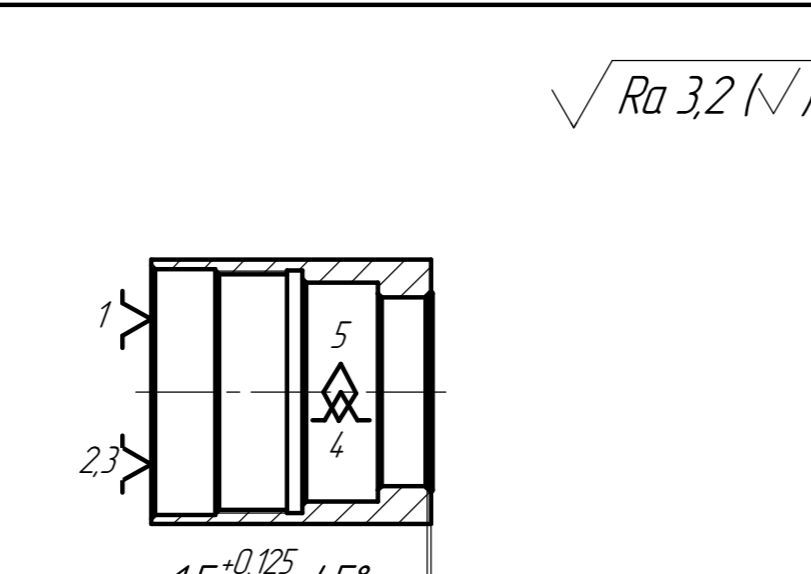
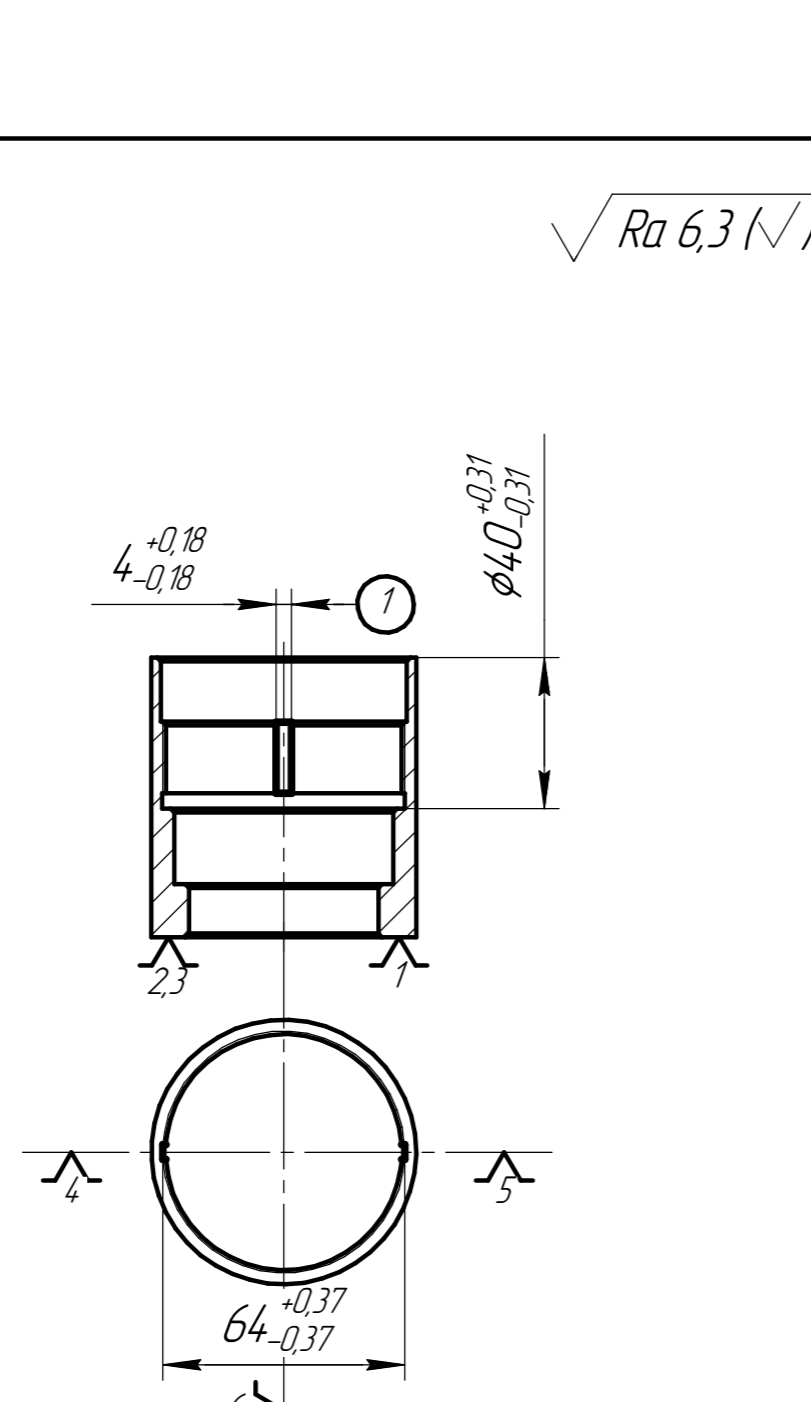
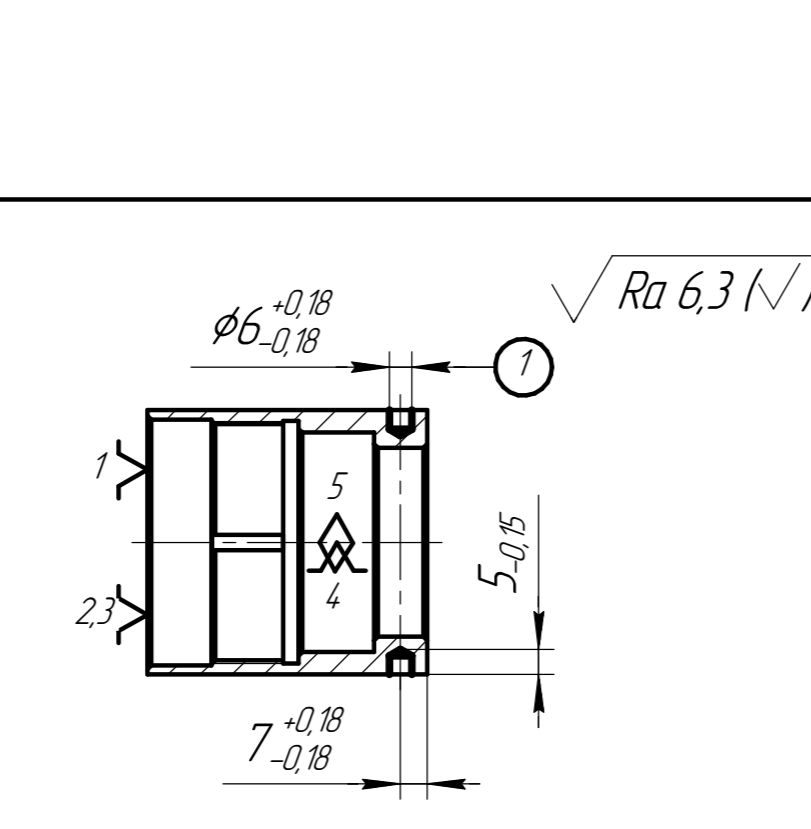
ИЗМ. № 1
ИЗМ. № 2
ИЗМ. № 3
ИЗМ. № 4
ИЗМ. № 5
ИЗМ. № 6
ИЗМ. № 7
ИЗМ. № 8
ИЗМ. № 9
ИЗМ. № 10
ИЗМ. № 11
ИЗМ. № 12
ИЗМ. № 13
ИЗМ. № 14
ИЗМ. № 15
ИЗМ. № 16
ИЗМ. № 17
ИЗМ. № 18
ИЗМ. № 19
ИЗМ. № 20
ИЗМ. № 21
ИЗМ. № 22

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКЗИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие односторонней обработки	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки				Нормы времени						
операции	перехода					7	8						Подача		Скорость резания, м/мин	Т ₀	Т _{0с}	Т _{пз}	Т _{шт}	Т _{шт.к}			
													мм/об	мм/мин									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	ИШНПТ-154А90018.003	
	5	точить фаску 5 выдерживая размер $1,5_{-0,125}^{+0,125} \times 45^\circ$				Резец расточной цельный Т15К6 ГОСТ 18062-72	Шаблон фасочный		1	53	15	15	0,7	560	800	133	0,02						
	6	расточить отверстие 6 выдерживая размеры $\phi 65_{-0,074}^{+0,215}$ и $17_{-0,215}^{+0,215}$				Резец расточной токарный Т15К6 ГОСТ 18883-73	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89		5	65	17	0,7	0,9	567	630	129	0,17						
	7	точить фаску 7 выдерживая размер $1,5_{-0,125}^{+0,125} \times 45^\circ$				Резец расточной цельный Т15К6 ГОСТ 18062-72	Шаблон фасочный		1	68	15	15	0,9	450	500	107	0,01						
	8	расточить отверстие 8 выдерживая размеры $\phi 62,4_{-0,31}^{+0,37}$, $17_{-0,215}^{+0,215}$ и $40_{-0,31}^{+0,31}$				Резец расточной токарный Т15К6 ГОСТ 18883-73	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89		4	62,4	40	11	0,9	567	630	124	0,32	0,35	2,5	5	11,41		
	9	расточить канавку 9 выдерживая размеры $4_{-0,18}^{+0,18}$, $40_{-0,31}^{+0,31}$ и $\phi 64,2_{-0,2}^{+0,2}$				Резец для обработки канавок Т15К6 ГОСТ 2110-7-84	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89		2	64,2	4	0,9	0,9	567	630	127	0,04						
	10	точить фаску 10 выдерживая размер $1,5_{-0,125}^{+0,125} \times 45^\circ$				Резец расточной цельный Т15К6 ГОСТ 18062-72	Шаблон фасочный		1	61	15	15	0,9	567	630	121	0,02						
	11	точить фаску 11 выдерживая размер $1_{-0,125}^{+0,125} \times 45^\circ$				Резец расточной цельный Т15К6 ГОСТ 18062-72	Шаблон фасочный		1	64,4	1	1	0,9	567	630	127	0,01						

Токарный станок 16Б16А

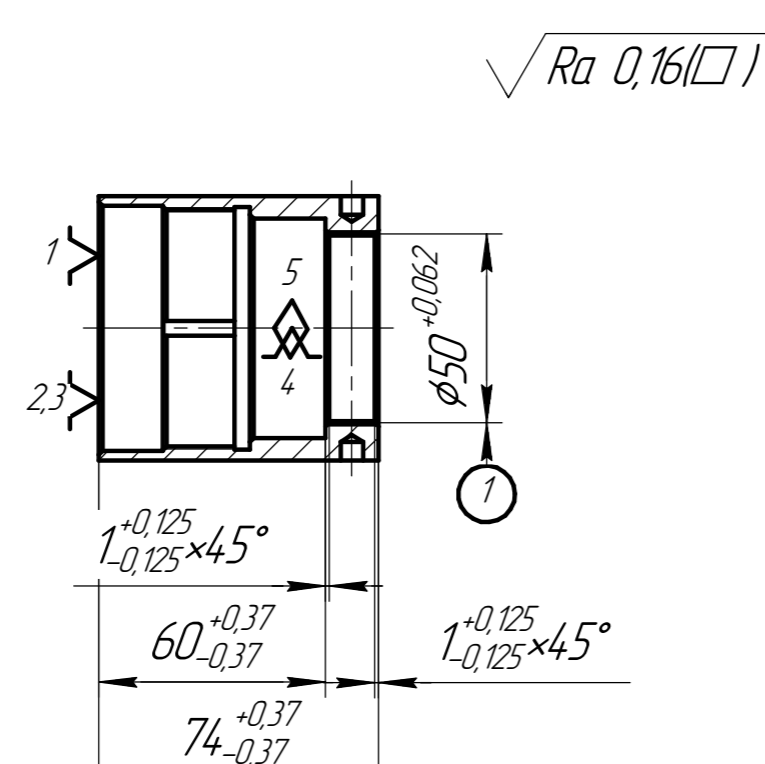
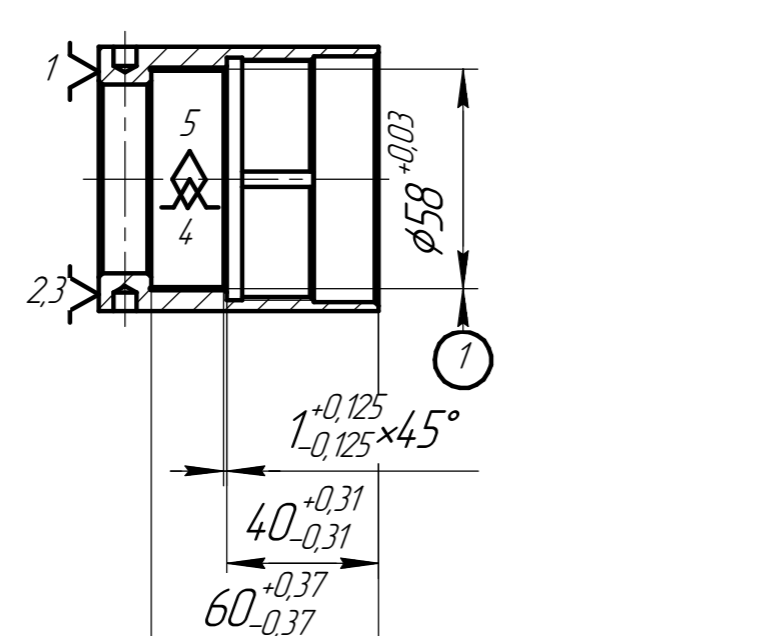
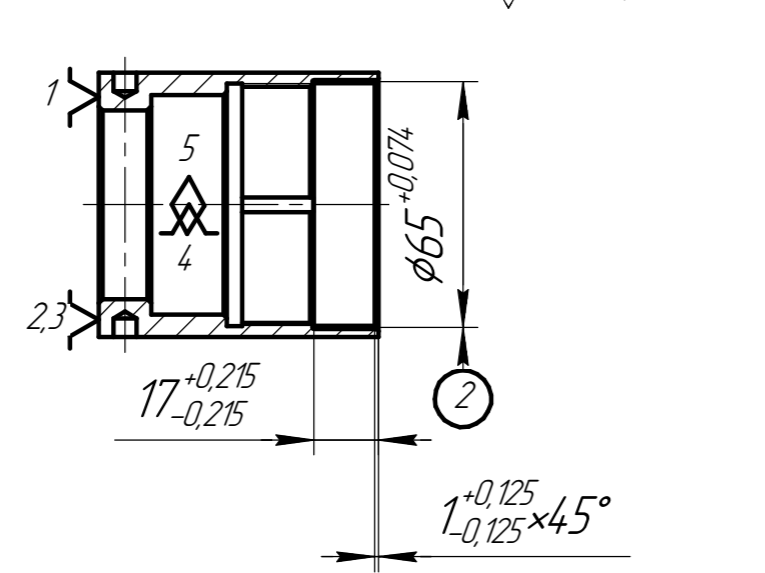
Трехкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 24351-80

ИЗМ. № 1 от 14.04.2014 г. в связи с изменением формата документа. Все графы, записанные в строках, не подлежащих изменению, не подлежат изменению. Подпись и дата.

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКЗИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие односторонней обработки	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки				Нормы времени						
операции	перехода					Подача							Режущий	Измерительный	mm/об	mm/мин	Частота об/мин	Скорость резания м/мин	T ₀	T _{0c}	T _{пз}	T _{шт}	T _{шт.к}
						mm/об	mm/мин																
1	2	нарезать резьбу 12 выдерживая размер $\phi 64_{-0,37}^{+0,37}$ на проход		Токарный станок: 16Б16А	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 24351-80	Резец резьбовой с дамповой пластиной Т15К6	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89		1	64	40	40	0,7	560	800	161	0,08	0,35	2,5	5	11,41		
015	1	Токарная Установ Б подрезать торец 1 выдерживая размер $74_{-0,37}^{+0,37}$				Резец проходной прямой Т15К6 ГОСТ 18878-73	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89		1	70	35	35	0,9	90	100	22	0,2						
	2	точить фаску 2 выдерживая размер $15_{-0,125}^{+0,125} \times 45^\circ$				Резец расстойный цельный Т15К6 ГОСТ 18062-72	Шаблон фасочный		1	53	15	15	0,7	560	800	133	0,01		0,35	2,5	6	9,06	
020	1	Долбежная долбить 2 шпоночные пазы 1 выдерживая размеры $4_{-0,18}^{+0,18}$, $\phi 40_{-0,31}^{+0,31}$ и $64_{-0,37}^{+0,37}$		Долбежный станок: 7А412	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 24351-80	Резец проходной ципальный отпечный Р18 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89		8	4	40	0,2	0,2	42	210	16	17,5	0,35	2,5	5	25,35		
025	1	Сверильная сверлить 2 отверстия 1 выдерживая размеры $\phi 6_{-0,18}^{+0,18}$, $7_{-0,18}^{+0,18}$ и $5_{-0,15}^{+0,15}$		Вертикально-сверильный станок: 2М112	Тиски 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Сверло спиральное Р6М5 Ф6 ГОСТ 4010-77	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89		1	6	5	3	0,19	190	1000	19	0,12	0,24	0,7	7	8,06		
030	1	Термическая 32...36 HRC																					

ИШНПТ-154А90018.003

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ
 Изм. № 001 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата
 Изм. № 002 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата
 Изм. № 003 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата
 Изм. № 004 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата
 Изм. № 005 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата
 Изм. № 006 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата
 Изм. № 007 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата
 Изм. № 008 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата
 Изм. № 009 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата
 Изм. № 010 Лист № 001 Вид № 001 Подп. и дата

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКЗИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие односторонней обработки	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки				Нормы времени						
операции	перехода					7	8						Подача		Скорость резания, м/мин	Т ₀	Т _{0с}	Т _{пз}	Т _{шт}	Т _{шт.к}			
													мм/об	мм/мин									
035	1	Круглошлифовальная Установ Б шлифовать отверстие 1 выдерживая размеры $\phi 50^{+0,062}$ $60^{+0,37}_{-0,37}$, $74^{+0,37}_{-0,37}$ $1^{+0,125}_{-0,125} \times 45^\circ$ и $1^{+0,125}_{-0,125} \times 45^\circ$		Круглошлифовальный станок: 3У131М	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 24351-80	Шлифовальный круг ПП 23А по ГОСТ 2424-83	Профилометр ГОСТ 19300-86 Индикатор ИЧ 25 кл. 1 ГОСТ 577-68, Набор концевых мер 1-Н2 ГОСТ 9038-90	40	50	14	0,0125	0,25	275	1112	31	0,29	0,3	1,1	6	7,69			
040	1	Круглошлифовальная Установ А шлифовать отверстие 1 выдерживая размеры $\phi 58^{+0,03}$ $40^{+0,31}_{-0,31}$, $60^{+0,37}_{-0,37}$ и $1^{+0,125}_{-0,125} \times 45^\circ$						40	58	20	0,0125	0,25	275	1112	36	1,13							
	2	шлифовать отверстие 2 выдерживая размеры $\phi 65^{+0,074}$ $17^{+0,215}_{-0,215}$ и $1^{+0,125}_{-0,125} \times 45^\circ$						40	65	17	0,0125	0,25	275	1112	33	0,43			0,33	1	5	7,89	

