

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ло Чэнлинь		03.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель (ОМЦ, ИШНПТ)	Кувшинов К.А.			03.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.т.н.		03.06.2022

Томск – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) 15.03.01 Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15.03.01

Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Ло Чэнлинь

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№34-77/с от 03.02.2022
Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ чертежа и технологичности детали, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном

языках:	
РЕФЕРАТ (THE REPORT)	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.12.2021

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель (ОМШ, ИШНПТ)	Кувшинов К.А.			13.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ло Чэнлинь		13.12.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 154 страниц пояснительной записки и 9 страниц приложения, 24 таблиц, 32 рисунков, 5 литературных источников, 5 листа графического материала формата А1 и 2 лист графического материала формата А4, 1 лист графического материала формата А3, 1 лист графического материала формата А2.

Ключевые слова: ФЛАНЕЦ, ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ.

Актуальность темы состоит в том, что фланец редуктора широко используется в автомобилях.

Объектом исследования является технология изготовления детали «Фланец». Фланец — плоская деталь квадратной, круглой или иной формы с отверстиями для болтов или шпилек, служащая для прочного (узлы длинных строительных конструкций, например, ферм, балок и др.) и герметичного соединения труб, трубопроводной арматуры, присоединения труб друг к другу, к машинам, аппаратам и ёмкостям; для соединения валов и других вращающихся деталей.

Цели и задачи исследования: разработка технологичного, эффективного и экономически обоснованного технологического процесса изготовления детали «Фланец».

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы выполнен анализ технологичности конструкции детали, определен тип производства и выбран способ получения заготовки, спроектирован маршрут обработки детали с заполнением операционной карты и описанием всех переходов по каждой операции. Рассчитаны допуски технологических размеров, произведена проверка обеспечения точности обработки, рассчитаны припуски на обработку заготовки, технологические размеры, а также режимы резания для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования для каждой

операции, выбрано технологическое оборудование, рассчитаны нормы времени для выполнения каждой операции.

Результатом данной работы является разработка технологии изготовления детали «Фланец», применимая для реального производства с универсальным оборудованием, сконструировано специальное приспособление – кондуктор с пневматическим зажимом для сверления отверстий.

Степень внедрения: единичное производство.

Область применения: машиностроение.

Бюджет затрат на реализацию разработки технологии изготовления фланца редуктора настоящего исследования составил 132 197,48 руб.

Анализ, проведенный в разделе «Социальная ответственность», показал, что процесс разработки технологии изготовления фланца редуктора, а также воздействие процесса и рабочей зоны на организм человека и окружающую среду, соответствует требованиям и нормам безопасности.

The Report

The final qualification work contains 154 pages of an explanatory note and 9 pages of an appendix, 24 tables, 32 figures, 5 references, 5 sheets of graphic material in A1 format and 2 sheets of graphic material in A4 format, 1 sheet of graphic material in A3 format, 1 sheet of graphic material in A2 format. The relevance of the topic lies in the fact that the gearbox flange is widely used in cars.

The object of the study is the manufacturing technology of the "Flange" part. Flange - a flat part of a square, round or other shape with holes for bolts or studs, which serves for strong (knots of long building structures, for example, trusses, beams, etc.) and hermetic connection of pipes, pipeline fittings, connecting pipes to each other, to machines, devices and containers; for connecting shafts and other rotating parts.

Goals and objectives of the study: development of a technologically advanced, efficient and economically sound technological process for manufacturing the "Flange" part.

In the process of completing the final qualifying work, the analysis of the manufacturability of the design of the part was carried out, the type of production was determined and the method for obtaining the workpiece was chosen, the route for processing the part was designed with filling in the operating card and a description of all transitions for each operation. Tolerances of technological dimensions have been calculated, processing accuracy has been verified, allowances for processing the workpiece, technological dimensions, as well as cutting conditions for each technological transition and the required equipment power for each operation have been calculated, technological equipment has been selected, and time standards for each operation have been calculated.

The result of this work is the development of a manufacturing technology for the "Flange" part, applicable for real production with universal equipment, a special device has been designed - a jig with a pneumatic clamp for drilling holes.

Degree of implementation: single production.

Scope: mechanical engineering.

The budget for the implementation of the development of the technology for manufacturing the gearbox flange of this study amounted to 132,197.48 rubles.

The analysis carried out in the "Social Responsibility" section showed that the process of developing the gearbox flange manufacturing technology, as well as the impact of the process and the working area on the human body and the environment, meets the requirements and safety standards.

Оглавление

Введение.....	11
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	12
1.1 Исходные данные.....	12
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	13
1.3 Определение типа производства.....	14
1.4 Выбор исходной заготовки.....	16
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «Фланец».....	17
1.6 Размерный анализ технологического процесса.....	22
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров.....	24
1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры.....	25
1.7.2 Определение допусков на осевые размеры.....	26
1.8 Допуски на технологические размеры.....	27
1.9 Расчёт припусков на обработку заготовки.....	32
1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры.....	32
1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры.....	35
1.10 Расчёт технологических размеров.....	37
1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральны размеры....	37
1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры.....	40
1.11 Выбор средств технологического оснащения.....	43
1.12 Расчет режимов резания.....	46
1.12.1 Заготовительная 000.....	47
1.12.2 Токарная операция 005:.....	47
1.12.3 Токарная операция 010.....	62
1.12.4 Токарная операция 015.....	76
1.12.5 Вертикально-сверлильная 020.....	78
1.13 Определение штучно-калькуляционного времени.....	85
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	89
2.1.1. В своё ответствении с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ мм. 93	
2.1.2. Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11.....	93
2.1.3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле.	93
2.1.4. Определяем основные составляющие силы резания по формуле: 94	
2.1.5. Мощность резания.	95
2.2. Силовой расчет приспособления.....	97
2.2.1 Найдём необходимую силу зажима из условия не проворота определяем по формуле:.....	97
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	102
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	103

3.1.1	Анализ конкурентных технических решений	104
3.1.2	SWOT-анализ	106
3.2	Планирование научно-исследовательских работ	110
3.2.1	Структура работы в рамках научного исследования	110
3.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	111
3.3	Бюджет научно-технического исследования.	115
3.3.1	Расчет материальных затрат научно-технического исследования	115
3.3.2	Расчет амортизации специального оборудования.....	116
3.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	117
3.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	119
3.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ...	120
3.3.6	Накладные расходы.....	121
3.3.7	Бюджетная стоимость НИР	121
3.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .	122
	Вывод.....	124
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	126
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	127
4.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	127
4.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ...	128
4.2	Производственная безопасность.....	129
4.2.1	Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим	130
4.2.2	Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним	130
4.2.3	Отклонение показателей микроклимата	131
4.2.4	Превышение уровня шума и вибраций	132
4.2.5	Отсутствие или недостаток освещения	133
4.3	Экологическая безопасность.....	133
4.3.1	Защита атмосферы	133
4.3.2	Защита гидросферы	134
4.3.3	Защита литосферы	135
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	135
	Вывод по разделу	138
	Заключение.....	139
	Список литературы	140
	Приложение чертёж Фланца	141
	Приложение размерного анализа.....	142
	Приложение приспособления	144
	Приложение спецификации.....	145

Введение

Машиностроение традиционно считается ведущей отраслью экономики. Машиностроение решает важные задачи по совершенствованию технологических процессов, посредством современных технологий повышает степень автоматизации производства и точечной механизации. Исключительно важная роль принадлежит машиностроению в обеспечении обороноспособности государства. Машиностроение в современном мире развивается стремительно, поэтому задачи машиностроителей оперативно реагировать на изменяющиеся условия и незамедлительно разрабатывать новые перспективные технологии и совершенствовать уже существующие, с тем чтобы идти в ногу со временем. В процессе курсового проектирования студент получает и закрепляет необходимые навыки по применению базовых и специальных знаний. Учится пользоваться техническими регламентами и справочной литературой. Получает навыки по технологическому и конструкторскому обеспечению машиностроительных производств.

В курсовом проекте решается задача по разработке эффективной технологии изготовления детали - фланец. Разработанная технология изготовления фланца должна удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали. Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная работа содержит следующие основные разделы:

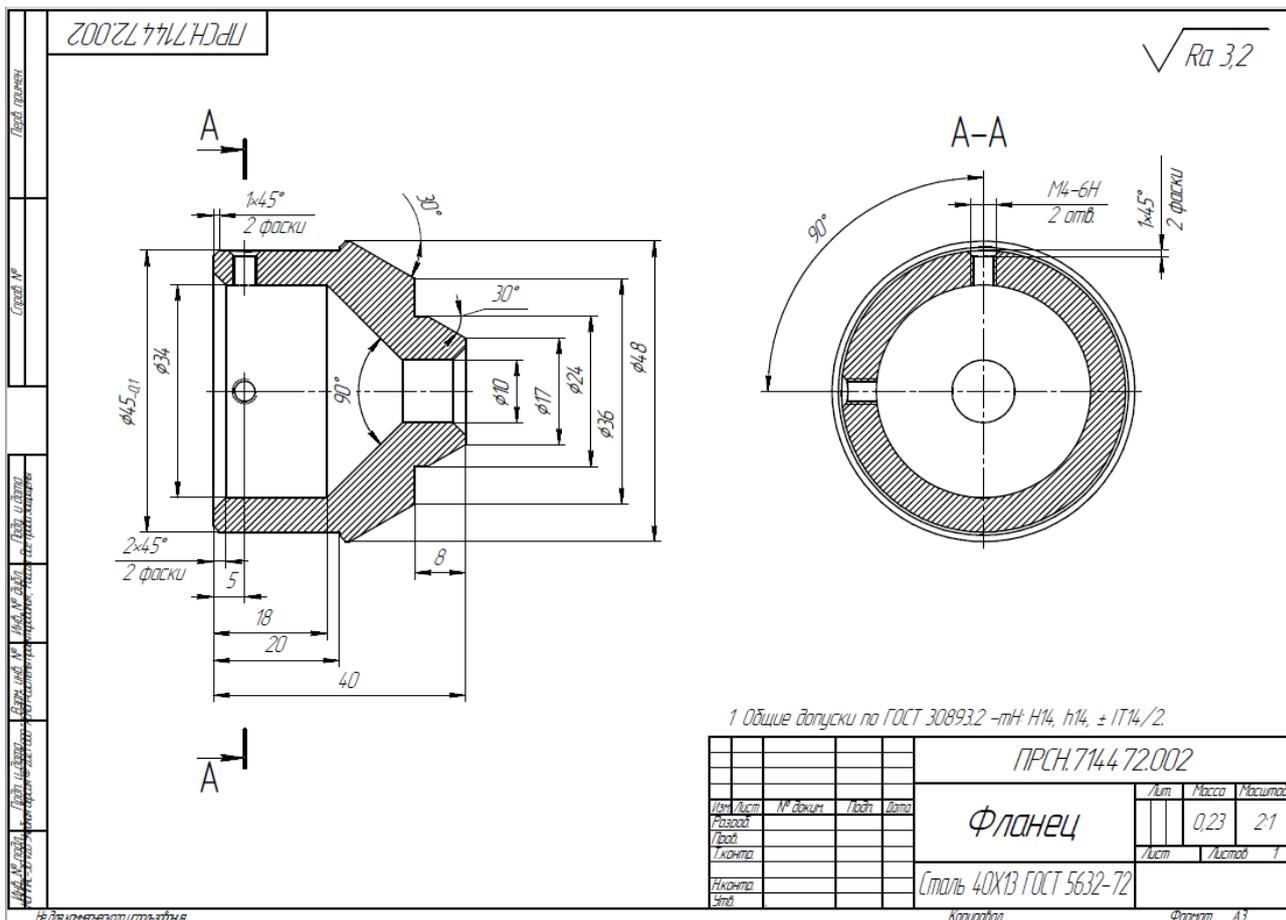
1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

Область применения – машиностроение.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, показанного на рисунок 1.1.



Чертеж детали в приложении Б

Программа выпуска-----500 шт/год.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь - фланец сепаратора изготовлена из стали 40Х13. Деталь в основном обрабатывается на токарном станке, сверлильном 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 ($\phi 4$). Шероховатость в диаметре $\phi 48_{-0.62}$ составляет Ra3,2, в диаметре $\phi 36_{-0.62}$ составляет Ra3,2, в диаметре $\phi 24^{0.52}$ составляет Ra3,2, в диаметре $\phi 17_{-0.43}$ составляет Ra3,2, в диаметре $\phi 10^{0.36}$ составляет Ra3,2, 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.

В целом можно отметить, что деталь является технологичной.

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 двухсменном 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]

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

где T_0 - основное технологическое время, мин.

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

Расчёт:

- Отрезание: ($\varphi_k = 1,98$)

$$t_{шт.1} = \varphi_k \cdot 0,19D^2 \cdot 10^{-3} = 1,98 \cdot 0,19 \cdot 50^2 \cdot 10^{-3} = 0,94 \text{ мин}$$

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

$$\begin{aligned} t_{шт.2} &= \varphi_k \cdot [0,037(D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,52dl + 0,18dl + 0,21dl + 0,18dl \\ &\quad + 0,21dl + 0,18dl] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,98 \cdot [0,037(50^2 - 10^2) + 0,1 \cdot 50 \cdot 41 + 0,52 \cdot 10 \cdot 41 + 0,18 \cdot \\ &\quad 20 \cdot 45 + 0,21 \cdot 18 \cdot 34 + 0,18 \cdot 38 \cdot 2 + 0,21 \cdot 45 \cdot 1 + 0,18 \cdot 34 \cdot 12] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,791 \text{ мин} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} t_{шт.3} &= \varphi_k \cdot [0,037(D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,52dl + 0,18dl + 0,21dl + 0,18dl \\ &\quad + 0,21dl] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,98 \cdot [0,037(48^2 - 10^2) + 0,1 \cdot 48 \cdot 40 + 0,52 \cdot 48 \cdot 20 + 0,18 \cdot \\ &\quad 24 \cdot 8 + 0,21 \cdot 48 \cdot 10,39 + 0,18 \cdot 24 \cdot 10,39 + 0,21 \cdot 17 \cdot 2] \cdot 10^{-3} \\ &= 1,908 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Токарная работа. ($\varphi_k = 2,14$)

$$\begin{aligned} t_{шт.4} &= \varphi_k \cdot [0,037(D^2 - d^2) + 0,21dl] \cdot 10^{-3} \\ &= 2,14 \cdot [0,037 \cdot (48^2 - 46^2) + 0,21 \cdot 48 \cdot 1] \cdot 10^{-3} = 0,036 \text{ мин} \end{aligned}$$

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

$$t_{шт.5} = \varphi_k \cdot 0,52dl \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,75 \cdot 0,52 \cdot 4 \cdot 5,5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ мин}$$

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

$$\begin{aligned} T_{cp} &= \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} = \frac{t_{шт.1} + t_{шт.2} + t_{шт.3} + t_{шт.4} + t_{шт.5}}{5} \\ &= \frac{0,94 + 1,791 + 1,908 + 0,036 + 0,04}{5} = 0,943 \text{ мин} \end{aligned}$$

Тип производства определяем по формуле (1,1):

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{483,48}{0,943} = 512,704$$

Потому что $K_{3,0} = 512,704 > 40$, тип производства: единичный.

1.4 Выбор исходной заготовки

Учитывая технические характеристики, материал крышка (Сталь 40Х13, плотность – 7650 кг/м³), его габаритов и массы, требования к механическим свойствам: без особых требований и тип производства: единичное, выбрал в качестве исходной заготовки - прокат.

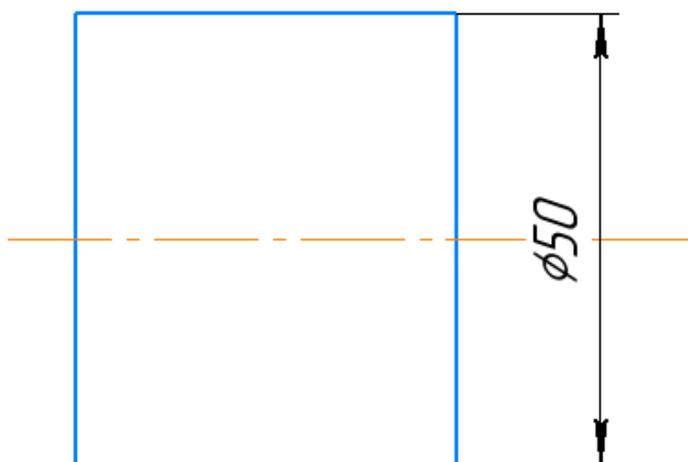


Таблица 1.1 - Химический состав в % материала стали 40Х13

C	Si	Mn	Ni	S
0,35 – 0,44	До 0,60	До 0,60	До 0,60	До 0,025
P	Cr	As	Cu	Fe
До 0,030	0,12 – 0,14	До 0,08	До 0,3	От 97,6

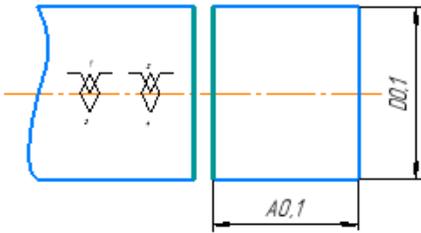
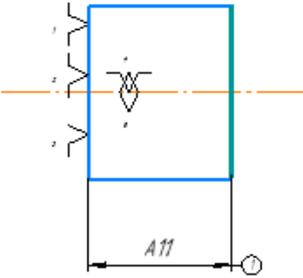
Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40Х13

Сортамент	ГОСТ	Размеры – толщина, диаметр	Режим термо обработ ки	t	KCU	Y	d5	sT	SB
		мм		°C	кДж/ м ²	%	%	МПа	МПа
Лист	5582–75	-	Отжиг	740–800	-	-	15	-	550
Пруток заданной прочности	18907–73	-	-	-	-	-	10	-	590–810
Проволока	18143–72	880	-	-	-	-	10–14	-	640–880

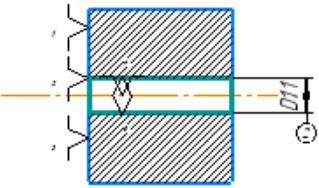
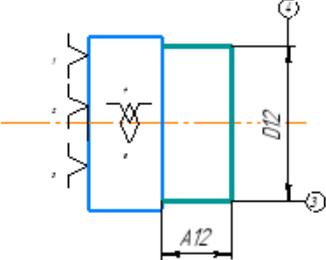
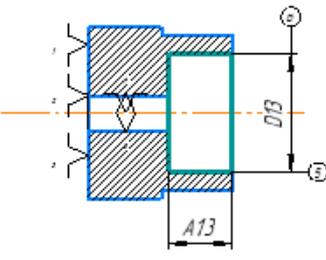
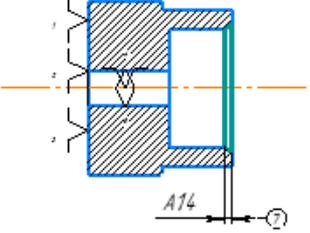
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «Фланец»

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

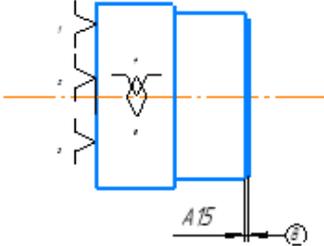
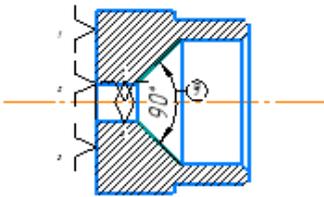
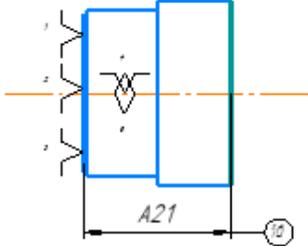
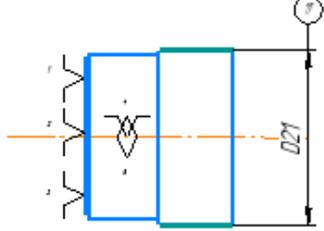
Продолжение таблицы 1.3

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКСиЗ
операции	перехода		
1	2	3	4
000	1	<p>Заготовительная</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Отрезать заготовку, выдержав размер A01 D01</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 125}$</p> 
005	A 1	<p>Токарная</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>1. Подрезать торец 1, выдержав размер A11.</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 63}$</p> 

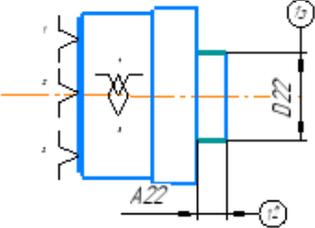
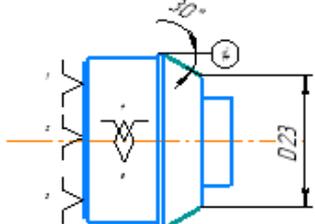
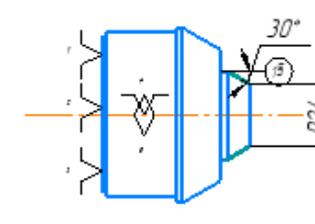
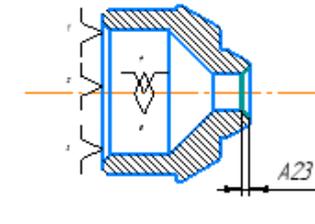
Продолжение таблицы 1.3

2	<p>2. Сверлить отверстие 2 на проход, выдержав размер D11.</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p>
3	<p>3. Точить поверхность 3, выдержав A12 и D12.</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 3.2}$</p>
4	<p>4. Расточить поверхность 4, выдержав размер A13 D13.</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 3.2}$</p>
5	<p>5. Снять фаску 5 выдержав размер A14.</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 3.2}$</p>

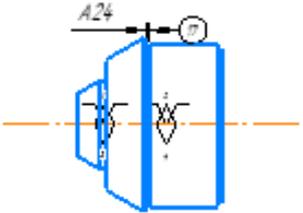
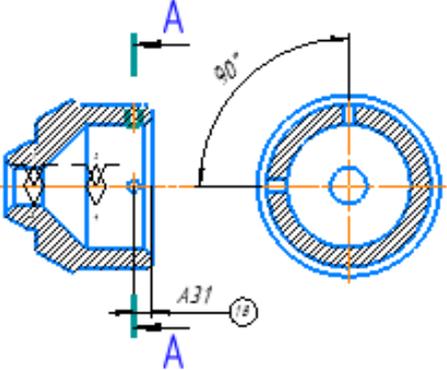
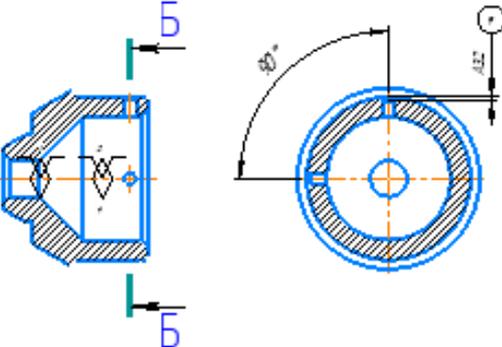
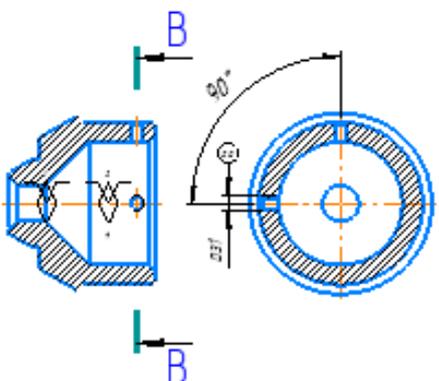
Продолжение таблицы 1.3

	<p>6. Снять фаску 6, выдержкой размер A15</p>	
	<p>7. Точить поверхность 7,</p>	
<p>010</p>	<p>1. Токарная Установить и снять деталь 1. Подрезать торец 1, выдержкой размер A21.</p>	
<p>010</p>	<p>2. Точить поверхность 2, выдержкой D21</p>	

Продолжение таблицы 1.3

3	<p>2. Точить поверхность 3 выдержкой A22 D22</p>	
4	<p>4. Точить поверхность 4, выдержкой D23.</p>	
5	<p>5. Точить поверхность 5, выдержкой D24.</p>	
6	<p>6. Снять фаску 6, выдержкой размер A23.</p>	

Продолжение таблицы 1.3

05	1	<p>Установить и снять деталь</p> <p>1 Снять фаски В. выдержкой размер А24</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 32}$</p>
020	1	<p>Установить и снять деталь</p> <p>Сверлильная</p> <p>1 Сверлить 2 отверстия 14. выдержкой размер А31</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 32}$</p>
	2	<p>2 Снять фаски 15 выдержкой размер А32</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 32}$</p>
	3	<p>3 Нарезать 2 резьбы 16. выдержкой размер D31.</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 32}$</p>

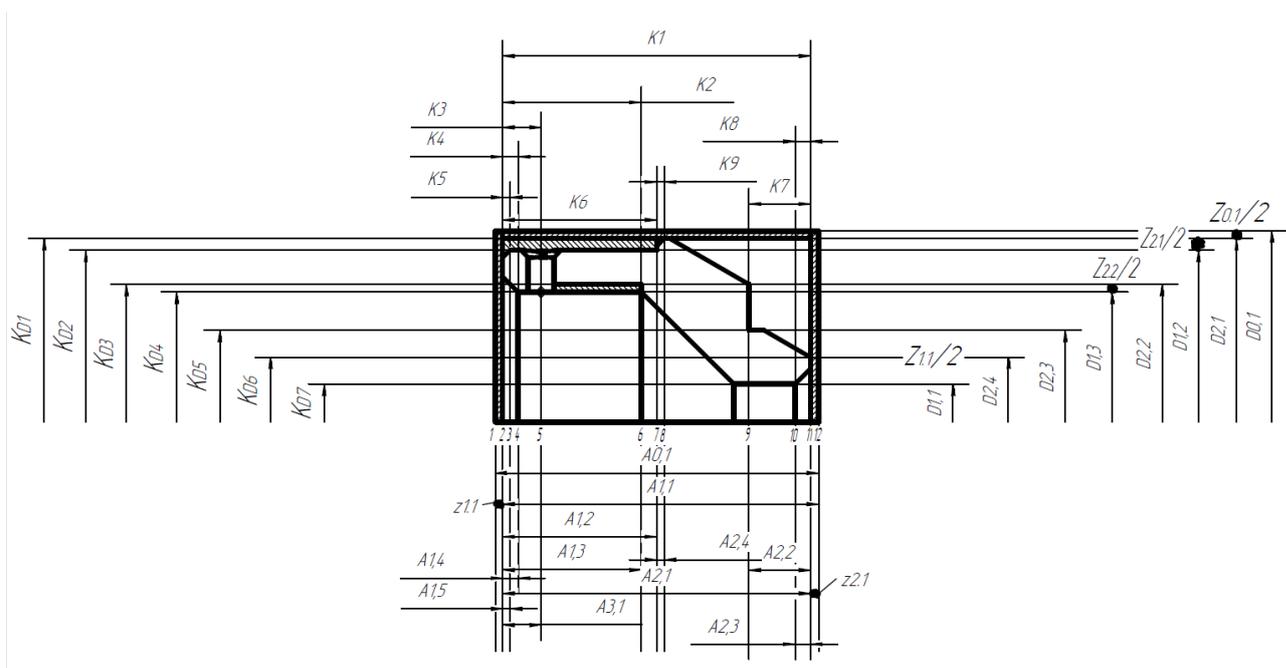
1.6 Размерный анализ технологического процесса

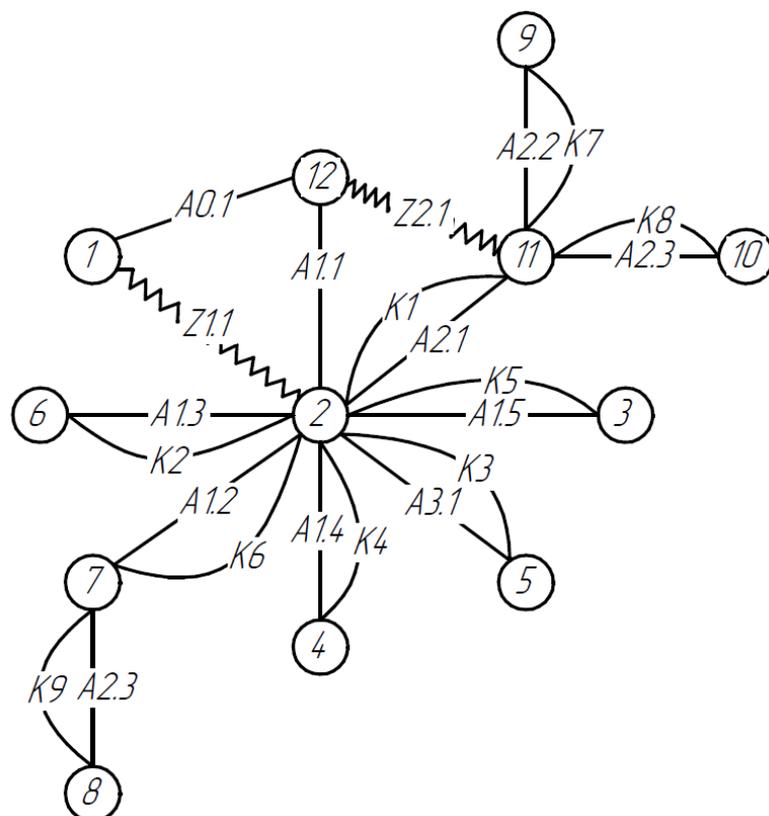
Размерная схема для изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающее звено в операционных технологических цепях – это припуск на обработку поверхностей и конструкторская размера, которая можно получить непосредственно из чертежей. В дополнение к закрытым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

На основании техпроцесса изготовления «Фланец», 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 «Фланец».

Рисунок 1.3 Размерная схема





Здесь: $T=12$, $A=11$, $K=9$, $Z=2$.

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:

$$\text{Размер } K_1 = 48_{-0,31}^{+0,31}. \text{ Допуск } TK_1 = 0,62\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_2 = 18_{-0,215}^{+0,215}. \text{ Допуск } TK_2 = 0,43\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_3 = 5_{-0,15}^{+0,15}. \text{ Допуск } TK_3 = 0,3\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_4 = 2_{-0,125}^{+0,125}. \text{ Допуск } TK_4 = 0,25\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_5 = 1_{-0,125}^{+0,125}. \text{ Допуск } TK_5 = 0,25\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_6 = 20_{-0,26}^{+0,26}. \text{ Допуск } TK_6 = 0,52\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_7 = 8_{-0,18}^{+0,18}. \text{ Допуск } TK_7 = 0,36\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_8 = 2_{-0,125}^{+0,125}. \text{ Допуск } TK_8 = 0,25\text{мм}$$

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

$$\text{Размер } K_{D1} = 48_{-0,62}. \text{ Допуск } TK_{D1} = 0,62\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_{D2} = 45_{-0,1}. \text{ Допуск } TK_{D2} = 0,1\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_{D3} = 36_{-0,62}. \text{ Допуск } TK_{D3} = 0,62\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_{D4} = 34_{-0,31}^{+0,31}. \text{ Допуск } TK_{D4} = 0,62\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_{D5} = 24_{-0,26}^{+0,26}. \text{ Допуск } TK_{D5} = 0,52\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_{D6} = 17_{-0,43}. \text{ Допуск } TK_{D6} = 0,43\text{мм}$$

$$\text{Размер } K_{D7} = 10^{+0,36}. \text{ Допуск } TK_{D7} = 0,36\text{мм}$$

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 $TD_{1,2} = 0,30$ мм

Допуск $TD_{1,3} = 0,30$ мм

Допуск $TD_{2,1} = 0,30$ мм

Допуск $TD_{2,2} = 0,30$ мм

Допуск $TD_{2,3} = 0,15$ мм

Допуск $TD_{2,4} = 0,30$ мм

Допуск на размеры круглого проката:

$$TD_{0,1} = (50)_{-0,31}^{+0,31} = 0,62 \text{ мм}$$

1.7.2 Определение допусков на осевые размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{0,1} = (42)_{-0,31}^{+0,31} = 0,62 \text{ мм};$$

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]:

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,30 + \sqrt{0,041^2 + 0,164^2} + 0,12 = 0,59 \text{ мм}$$

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

$$TA_{1,3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1,4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,30 + \sqrt{0,01^2 + 0,04^2} + 0,08 = 0,42 \text{ мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

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

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

$$TA_{2,3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{2,4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,006^2 + 0,025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{3,1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,15 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,25 \text{ мм}$$

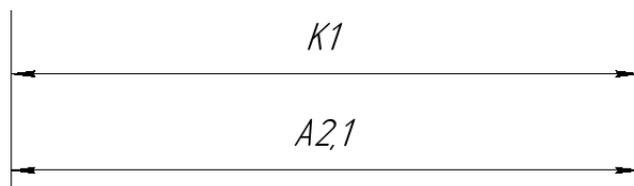
1.8 Допуски на технологические размеры

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

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

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

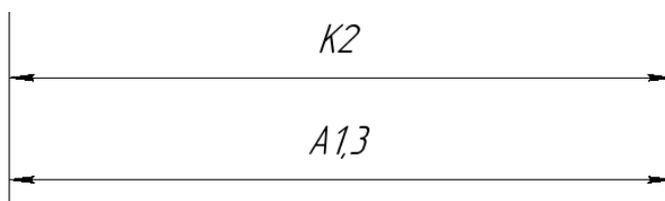
Размерная цепь для размера K_1 (рисунок 1.5).



$$TK_1 = 0,62 \text{ мм}; \quad TA_{2,1} = 0,50 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается непосредственно.

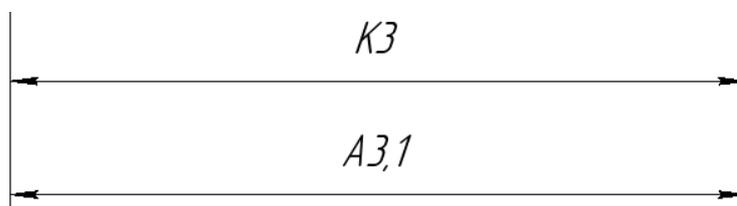
Размерная цепь для размера K_2 (рисунок 1.6).



$$TK_2 = 0,43 \text{ мм}; \quad TA_{1,3} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается непосредственно.

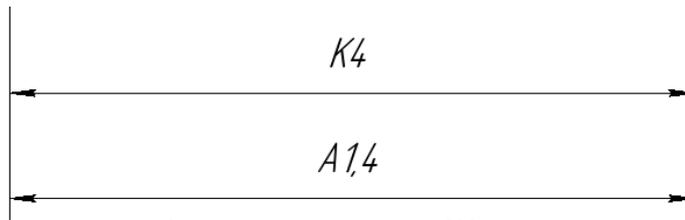
Размерная цепь для размера K_3 (рисунок 1.7).



$$TK_3 = 0,3 \text{ мм}; \quad TA_{3,1} = 0,25 \text{ мм}$$

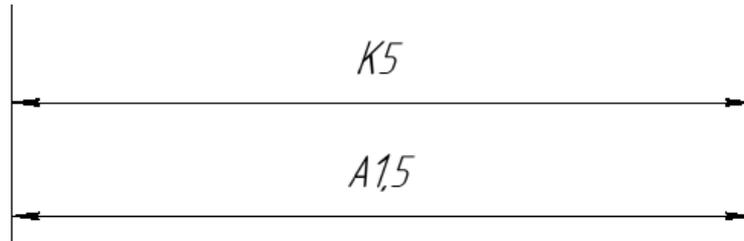
Размер K_3 выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_4 (рисунок 1.8).



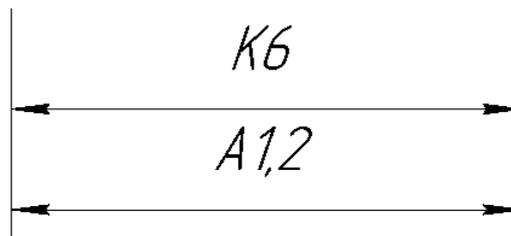
Размер K_4 выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_5 (рисунок 1.9).



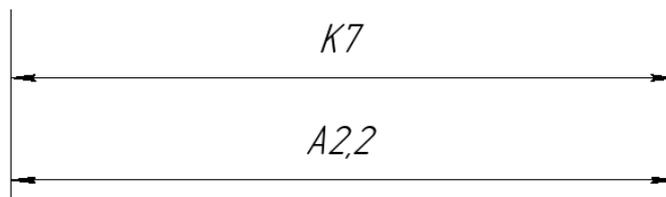
Размер K_5 выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_6 (рисунок 1.10).



Размер K_6 выдерживается непосредственно.

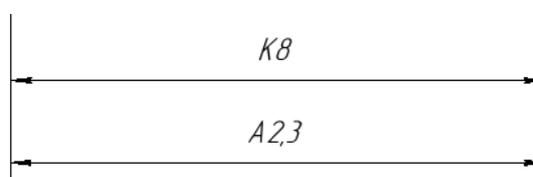
Размерная цепь для размера K_7 (рисунок 1.11).



$$TK_7 = 0,36 \text{ мм}; \quad TA_{6,1} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_7 выдерживается непосредственно.

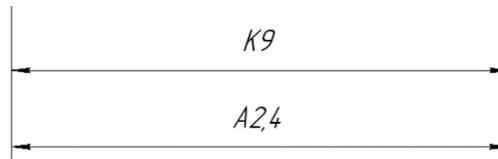
Размерная цепь для размера K_8 (рисунок 1.12).



$$TK_8 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{2,3} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_8 выдерживается непосредственно.

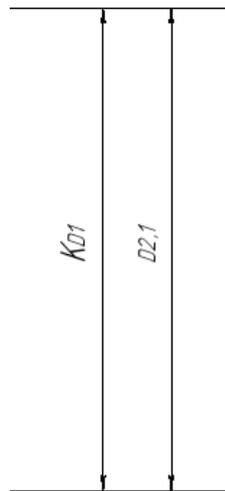
Размерная цепь для размера K_9 (рисунок 1.13).



$$TK_9 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{2,4} = 0,25 \text{ мм}$$

Размер K_9 выдерживается непосредственно.

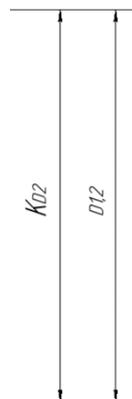
Размерная цепь для размера K_{D1} (рисунок 1.15).



$$TK_{D1} = 0,62 \text{ мм}; \quad TD_{2,1} = 0,30 \text{ мм}$$

Размер K_{D1} выдерживается непосредственно.

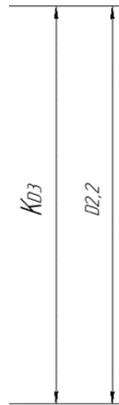
Размерная цепь для размера K_{D2} (рисунок 1.16).



$$TK_{D2} = 0,1 \text{ мм}; \quad TD_{1,2} = 0,30 \text{ мм}$$

Размер K_{D2} выдерживается непосредственно.

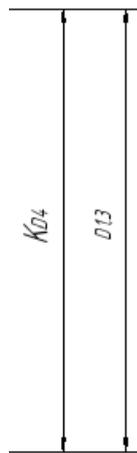
Размерная цепь для размера K_{D3} (рисунок 1.17).



$$TK_{D3} = 0,62 \text{ мм}; \quad TD_{2,2} = 0,30 \text{ мм}$$

Размер K_{D3} выдерживается непосредственно.

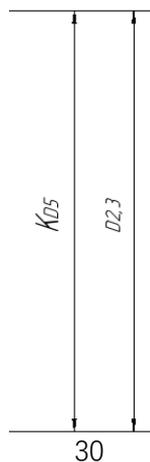
Размерная цепь для размера K_{D4} (рисунок 1.18).



$$TK_{D4} = 0,62 \text{ мм}; \quad TD_{1,3} = 0,3 \text{ мм}$$

Размер K_{D4} выдерживается непосредственно.

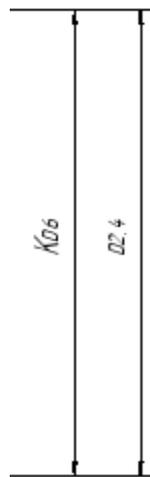
Размерная цепь для размера K_{D5} (рисунок 1.19).



$$TK_{D5} = 0,52 \text{ мм}; \quad TD_{2,3} = 0,15 \text{ мм}$$

Размер K_{D5} выдерживается непосредственно.

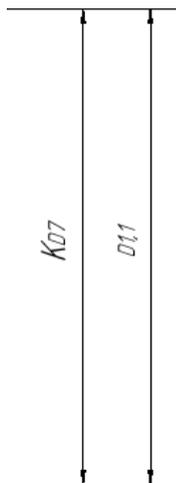
Размерная цепь для размера K_{D6} (рисунок 1.20).



$$TK_{D6} = 0,43 \text{ мм}; \quad TD_{2,4} = 0,30 \text{ мм}$$

Размер K_{D6} выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера K_{D7} (рисунок 1.20).



$$TK_{D7} = 0,36 \text{ мм}; \quad TD_{1,1} = 0,30 \text{ мм}$$

Размер 7 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:

$$Z_{0,1min}^D = 2 \cdot \left(100 + 150 + \sqrt{82.614^2 + 220^2} \right) = 970 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{0,1}^D = TD_{0,1} + TD_{2,1} = 620 + 300 = 920 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{0,1max}^D = Z_{0,1min}^D + TZ_{0,1}^D = 970 + 920 = 1890 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{0,1cp}^D = \frac{Z_{0,1min}^D + Z_{0,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{0,1}^D}{2} = \frac{970 + 1890}{2} \pm \frac{920}{2} = 1430 \pm 460 \text{ мкм.}$$

Припуски $Z_{2,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2,1min}^D = 2 \cdot \left(40 + 50 + \sqrt{64.03^2 + 200^2} \right) = 600 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2,1}^D = TD_{2,1} + TD_{1,2} = 300 + 300 = 600 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2,1max}^D = Z_{2,1min}^D + TZ_{2,1}^D = 600 + 600 = 1200 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2,1cp}^D = \frac{Z_{2,1min}^D + Z_{2,1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{2,1}^D}{2} = \frac{600 + 1200}{2} \pm \frac{600}{2} = 900 \pm 300 \text{ мкм.}$$

Припуски $Z_{1,2}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2,2min}^D = 2 \cdot \left(40 + 50 + \sqrt{110,91^2 + 190^2} \right) = 620 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2,2}^D = TD_{2,2} + TD_{1,3} = 620 + 300 = 620 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2,2max}^D = Z_{2,2min}^D + TZ_{2,2}^D = 620 + 620 = 1240 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2,2cp}^D = \frac{Z_{2,2min}^D + Z_{2,2max}^D}{2} \pm \frac{TZ_{2,2}^D}{2} = \frac{620 + 1240}{2} \pm \frac{620}{2} = 930 \pm 310 \text{ мкм.}$$

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				
$Z_{0,1}^D$	100	150	82,614	220	970	920	1890	1230 ± 5460

$Z_{6,2}^D$	40	50	64,03	200	600	600	1200	900 ± 300
$Z_{6,1}^D$	40	50	110,91	190	620	620	1240	930 ± 310

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:

$$Z_{1,1min} = 150 + 200 + 200 = 550 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,1} = TA_{0.1} + TA_{1.1} = 620 + 590 = 1210 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,1max} = Z_{1,1min} + TZ_{1,1} = 550 + 1210 = 1760 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,1cp} = \frac{Z_{1,1max} + Z_{1,1min}}{2} \pm \frac{TZ_{1,1}}{2} = \frac{1760 + 550}{2} \pm \frac{1210}{2} = 1155 \pm 605 \text{ мкм}$$

Припуски $Z_{2,1}$:

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{2,1min} = 100 + 250 + 250 = 600 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2,1} = TA_{2,1} + TA_{1,1} = 500 + 590 = 1090 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2,1max} = Z_{2,1min} + TZ_{2,1} = 600 + 1090 = 1690 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2,1cp} = \frac{Z_{2,1max} + Z_{2,1min}}{2} \pm \frac{TZ_{2,1}}{2} = \frac{1690 + 600}{2} \pm \frac{600}{2} = 1145 \pm 300 \text{ мкм}$$

Расчитанные данные заносим в таблицу 1.5

Таблица 1.5

Расчетный припуск	Элементы припуска			Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков в звеньев в цепи, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}				
$Z_{1,1}$	150	200	200	550	1210	1760	1155 ± 605
$Z_{2,1}$	100	250	250	600	1090	1690	1145 ± 300

Продолжение таблицы 1.5

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).

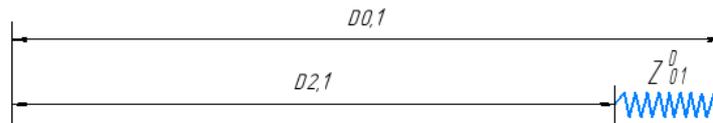


Рисунок 1.21 Размерная цепь для расчета технологических размеров

Технологический размер $D_{2,1}$ должен быть таким же, как

конструкторский K_{D1} , т. е.: $D_{0,1} = 50_{-0,31}^{+0,31}$ мм

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

$$D_{1,1cp} = 48 \text{ мм.}$$

$$D_{0,1cp} = D_{1,1cp} + Z_{0,1cp}^D = 48 + 2 = 50 \text{ мм}$$

Так как $TD_{0,1} = 0,62$ мм, $D_{0,1расч} = 50_{-0,31}^{+0,31}$ мм.

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

$$D_{0,1} = 50_{-0,31}^{+0,31} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{0,1max}^D = D_{0,1max} - D_{2,1min} = 50,31 - 47,69 = 2,62 \text{ мм.}$$

$$Z_{0,1min}^D = D_{0,1min} - D_{2,1max} = 49,69 - 48,31 = 0,78 \text{ мм.}$$

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:

$$t_{0,1max} = \frac{Z_{0,1max}^D}{2} = \frac{2,62}{2} = 1,31 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{0,1min} = \frac{Z_{0,1min}^D}{2} = \frac{0,78}{2} = 0,39 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{0,1cp} = \frac{t_{0,1max} + t_{0,1min}}{2} = \frac{(1,31 + 0,39)}{2} = 0,85 \text{ мм.}$$

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

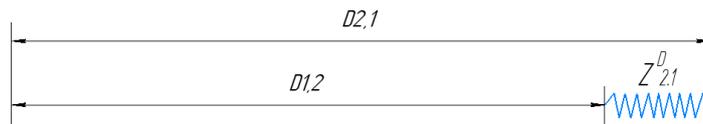


Рисунок 1.22 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия

Технологический размер $D_{2,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D5} , т. е.: $D_{2,1} = K_{D1} = 42^{0,62}$ мм

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

$$D_{2,1cp} = 42,62 \text{ мм.}$$

$$D_{1,2cp} = D_{2,1cp} - Z_{2,1cp}^D = 42,62 - 1,1 = 41,62 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,2} = 0,3$ мм, $D_{1,2расч} = 47,12^{+0,15}_{-0,15}$ мм.

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

$$D_{1,2} = 47,12^{+0,15}_{-0,15} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{2,1max}^D = D_{2,1max} - D_{1,2min} = 48,62 - 46,97 = 1,65 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,1min}^D = D_{2,1min} - D_{1,2max} = 48 - 47,27 = 0,73 \text{ мм.}$$

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:

$$t_{2,1max} = \frac{z_{2,1max}^D}{2} = \frac{1,65}{2} = 0,825 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{2,1min} = \frac{z_{2,1min}^D}{2} = \frac{0,73}{2} = 0,365 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{2,1cp} = \frac{t_{2,1max} + t_{2,1min}}{2} = \frac{(0,825 + 0,365)}{2} = 0,595 \text{ мм.}$$

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

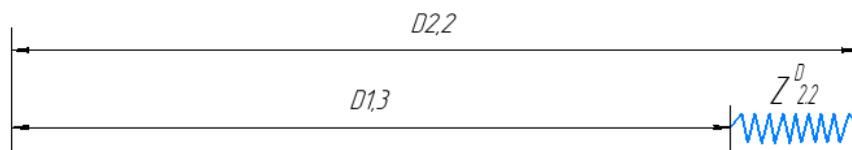


Рисунок 1.23 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия

Технологический размер $D_{2,2}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{D1} , т. е.: $D_{2,2} = K_{D3} = 36^{+0,62}$ мм

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

$$D_{2,2cp} = 36,62 \text{ мм.}$$

$$D_{1,3cp} = D_{2,2cp} - Z_{2,2cp}^D = 36,62 - 1 = 35,62 \text{ мм}$$

Так как $TD_{1,3} = 0,3$ мм, $D_{1,3расч} = 35,62_{-0,15}^{+0,15}$ мм.

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

$$D_{1,3} = 35,62_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{2,2max}^D = D_{2,2max} - D_{1,3min} = 36,62 - 35,47 = 1,15 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,2min}^D = D_{2,2min} - D_{1,3max} = 36 - 35,77 = 0,23 \text{ мм.}$$

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:

$$t_{2,2max} = \frac{z_{2,2max}^D}{2} = \frac{1,15}{2} = 0,575 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{2,2min} = \frac{z_{2,2min}^D}{2} = \frac{0,23}{2} = 0,115 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{2,2cp} = \frac{t_{2,2max} + t_{2,2min}}{2} = \frac{(0,575 + 0,115)}{2} = 0,345 \text{ мм.}$$

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
$D_{0,1}$	$50_{-0,31}^{+0,31}$	1,31	0,39	0,85
$D_{2,1}$	$48^{0,62}$	0,825	0,365	0,595
$D_{2,2}$	$36^{0,62}$	0,575	0,115	0,345

1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры

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

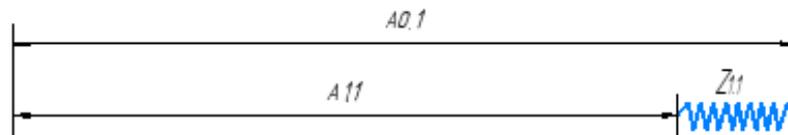


Рисунок 1.25 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{1,1}$ должен быть таким же: $A_{1,1} = 41_0^{+0,62}$ мм.

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

$$A_{1,1cp} = 41 \text{ мм.}$$

$$A_{0,1cp} = A_{1,1cp} + Z_{1,1cp} = 41 + 1 = 42 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{0,1} = 0,62 \text{ мм}$, $A_{0,1pacч} = 42^{+0,31}_{-0,31} \text{ мм}$.

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

$$A_{0,1} = 42^{+0,31}_{-0,31} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,1max} = A_{0,1max} - A_{1,1min} = 42,31 - 41 = 1,31 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,1min} = A_{0,1min} - A_{1,1max} = 41,69 - 41,62 = 0,07 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{1,1cp} = \frac{t_{1,1max} + t_{1,1min}}{2} = \frac{(1,31 + 0,07)}{2} = 0,69 \text{ мм.}$$

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

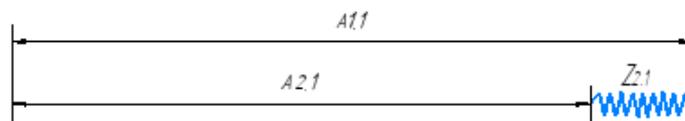


Рисунок 1.26 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер $A_{2,1}$ должен быть таким же, как

конструкторский K_2 , т.е.: $A_{2,1} = K_1 = 40^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм}$.

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

$$A_{2,1cp} = 40 \text{ мм.}$$

$$A_{1,1cp} = A_{2,1cp} + Z_{1,1cp} = 40 + 1 = 41 \text{ мм.}$$

Потому, что $TA_{1,1} = 0,59 \text{ мм}$, $A_{1,1pacч} = 41^{+0,295}_{-0,295} \text{ мм}$.

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

$$A_{1,6} = 41^{+0,295}_{-0,295} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{2,1max} = A_{1,1max} - A_{2,1min} = 41,295 - 39,875 = 1,42 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,1min} = A_{1,1min} - A_{2,1max} = 40,705 - 40,125 = 0,58 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания t_{cp} :

$$t_{2,1cp} = \frac{t_{2,1max} + t_{2,1min}}{2} = \frac{(1,42 + 0,58)}{2} = 1 \text{ мм.}$$

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
$A_{0,1}$	$42^{+0,31}_{-0,31}$	1,31	0,07	0,69
$A_{1,1}$	$41^{+0,295}_{-0,295}$	1,42	0,58	1

1.11 Выбор средств технологического оснащения

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

Станок ножовочный отрезной ON-280

Основные характеристики приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 –Технические характеристики

Размеры, мм

Максимальный размер заготовки при резке под углом 90 град. мм	
Круг	280
Квадрат	250x250
Швелер	210x280
При резке под углом 45 град. круг, мм	170
Мощность главного двигателя, кВт	1,5/2,2
Мощность двигателя системы охлаждения, кВт	0,18
Скорость резания (ступенчатое регулирование), м/мин	10/13/16/21/27/33
Размеры инструмента (ножовочного полотна), мм	450x40x2
Зажим материала	вручную
Емкость системы охлаждения, л	30
Габариты, мм	1490x740x1200
Масса SILOMA ON-280 ON- 280 (ОН-280), кг	570

Токарно-винторезный 16ГС25Ф3С

Основные характеристики приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Технические характеристики

Наименование параметров, размерность	Значение
1. Показатели заготовки, обрабатываемой на станке	
1.1 Диаметр обрабатываемой заготовки, мм, не более - над станиной - закрепленной в патроне и проходящей через отверстие в шпинделе	320 50, 891), 743)
1.2 Диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом, мм, не более	200
1.3 Длина устанавливаемой заготовки, мм РМЦ = 1000 / 1500 / 2000	970 / 1500 / 2000
1.4 Наибольшая длина обработки, мм РМЦ = 1000 / 1500 / 2000	750 / 1300 / 1750
1.5 Высота центров над направляющими станины, мм	255
2. Показатели инструмента, устанавливаемого на станке	
2.1 Наибольшая высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм	25
2.2 Предельные диаметры сверления, мм - по стали - по чугуну	25 28
2.3 Число позиций инструментальной головки	8
2.4 Диаметр отверстия в револьверной голове под цилиндрический хвостовик державки при базировании по отверстию, мм	40
3. Показатели основных и вспомогательных движений станка	
3.1 Количество диапазонов скоростей шпинделя: прямого вращения / обратного вращения	3 / 3
3.2 Пределы частот шпинделя, мин-1	20 – 2500, 16-16001)
3.3 Способ регулирования частоты вращения шпинделя бабки шпиндельной в пределах одного диапазона	бесступенчато

4. Показатели силовой характеристики станка	
4.1 Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	800, 10001)
4.2 Мощность привода главного движения, кВт	11
4.3 Мощность привода продольного перемещения, кВт	2,5
4.4 Мощность привода поперечного перемещения, кВт	2,5
4.5 Мощность привода охлаждения шпиндельной бабки, кВт	0,25
4.6 Мощность привода охлаждения суппорта и винтовых пар, кВт	0,2
4.7 Суммарная мощность установленных на станке электродвигателей, кВт	16,45
5. Показатели габарита и массы станка	
5.1 Габаритные размеры станка, мм, не более: длина РМЦ=1000	3060, 33602), 32853)
ширина	1775
высота	1675
5.2 Масса станка, кг, не более РМЦ=1000 РМЦ=1500 РМЦ=2000	3200 3600 4300

Размеры, мм

Продолжение таблицы 1.8

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

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;

б. мощность главного привода движения.

1.12.1 Заготовительная 000

Станок ножовочный отрезной SILOMA ON-280 (ОН-280) предназначен резки машинным ножовочным полотном круглого проката, труб, швеллеров, уголков, из всех основных материалов. Использование тисков позволяет производить порезку под углом 45 град.

Глубина резания: $t = 5$ мм.

Подачу S назначаем для ленточной пилы по таблице 108 [3, стр. 425] $S \leq 50$ мм/мин, использую $S = 50$ мм/мин

Принимать скорость резания (м/мин) по таблице 109 [3, стр. 425] $V = 12-16$ м/мин, использую $V = 15$ м/мин

1.12.2 Токарная операция 005:

Переход 1, подрезать торец

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r = 0,5$ мм.

Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

- Сечение державки резца 16x25 мм.

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

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

Коэффициент K_V :

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

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

K_{PV} - 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]: $K_{\Gamma} = 0,8$;

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_V = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{IV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,8 = 109,70 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 109,70}{\pi \cdot 50} = 698,726 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 700 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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 $\sigma_B=750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp}=0,89; K_{yp}=1; K_{lp}=1; K_{rp}=0,87.$$

$$K_p=K_{mp}K_{fp}K_{yp}K_{lp}K_{rp}=1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87=0,8$$

Сила резания:

$$P_z=10C_p t^x s^y v^n K_p=10 \times 300 \times 1^1 \times 0,9^{0,75} \times 109,70^{-0,15} \times 0,8=1096,130 \text{Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1096,130 \times 109,70}{1020 \cdot 60} = 2,0 \text{кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,0}{0,75} = 2,7 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 2, сверлить отверстие на проход

Выбираем материалы быстрорежущей стали Р6М5: $C_v = 9,8$; $q = 0,4$; $y = 0,5$; $m = 0,2$ – определены по таблице 38 [3, стр. 383].

1. При сверлении глубина резания будет равна: $t=0,5 \cdot D=0,5 \cdot 10=5$ мм.

2. Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. Подача по таблице 35 [3, стр. 381]: $0,12 - 0,15$ мм/об, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем: $S=0,14$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (1,9)$$

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

Коэффициент K_V :

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

Где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления; K_{IV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

Коэффициент K_{MV} , K_{IV} определены выше.

$$K_{MV} = 0,8 \quad K_{IV} = 1$$

Определяем формулу по табл. 41 [3, с. 385]: $K_{IV} = 0,85$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0,8 \left(\frac{750}{750} \right)^1 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,68;$$

3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, стр. 382]:

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{9,8 \cdot 10^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,14^{0,5}} \cdot 0,68 = 20,9 \text{ м/мин};$$

Коэффициент: $C_V = 9,8$; $q = 0,4$; $y = 0,5$, $m = 0,2$; по табл. 38 [3, с.383].

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20,9}{\pi \cdot 50} = 133,121 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 200 \text{ об/мин}$$

5. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p$$

$C_M = 0,0345$ по таблице 42 [3, с. 385]:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 0,97 = 6,9$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p \quad [3, \text{с. 385}] \quad (1.12)$$

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

$$C_p = 68 \quad q = 1$$

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,97 = 6596$$

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

$$K_p = K_{mp} \quad (1.13)$$

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

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

Где $\sigma_B = 700$ Мпа - фактический параметр

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 1$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{6,9 \times 300}{9750} = 0,21 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,21}{0,75} = 0,28 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 3, расточить поверхность

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r = 0,5$ мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

1. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ 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: $s = 0,8$ 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; по табл. 17 [3, с.367].

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

Коэффициент K_V :

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

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

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_T = 0,8$;

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_V = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{IV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , K_{IV} определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 30^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

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 $\sigma_B=750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp}=0,89; K_{yp}=1; K_{lp}=1; K_{rp}=0,87.$$

$$K_p=K_{mp}K_{fp}K_{yp}K_{lp}K_{rp}=1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87=0,8$$

Сила резания:

$$P_z=10C_p t^x s^y v^n K_p=10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8=3061,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 4, расточить поверхность

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$ мм.

Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

1. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и

шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ 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: $s = 0,8$ 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; 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.

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

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]:

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

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

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

Где $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp} = 0,89; \quad K_{gp} = 1; \quad K_{lp} = 1; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8 = 3061,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 5, точить фаску

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$

мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

1. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 2$ 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: $s = 0,8$ 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; 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.

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

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 $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp} = 0,89; \quad K_{yp} = 1; \quad K_{lp} = 1; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8 = 3061,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 6, точить фаску

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$ мм.

Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

1. В своём ответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ 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: $s = 0,8$ 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; по табл. 17 [3, с.367].

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

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (1.10)$$

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

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

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

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (1.12)$$

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]:

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

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

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

Где $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{фp} = 0,89; \quad K_{γp} = 1; \quad K_{λp} = 1; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8 = 3061,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 7, точить поверхность

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r = 0,5$ мм.

Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

1. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ 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: $s = 0,8$ 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: $C_v = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; 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.

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

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]:

$$K_P = K_{MP} K_{FP} K_{\gamma P} K_{\lambda P} K_{GP} \quad (1.13)$$

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

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

Где $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{\phi p}=0,89; K_{\gamma p}=1; K_{\lambda p}=1; K_{r p}=0,87.$$

$$K_p=K_{mp}K_{\phi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{r p}=1\times 0,89\times 1\times 1\times 0,87=0,8$$

Сила резания:

$$P_z=10C_p t^x s^y v^n K_p=10\times 300\times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15}\times 0,8=3061,3\text{Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$= \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

1.12.3 Токарная операция 010

Переход 1, подрезать торец

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\phi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$

мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

- Сечение державки резца 16x25 мм.

1. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 1$ 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; 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]:

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

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:

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

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,8 = 109,70 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 109,70}{\pi \cdot 50} = 698,726 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 700 \text{ об/мин}$$

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]:

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

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

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

Где $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp} = 0,89; K_{gp} = 1; K_{lp} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,9^{0,75} \times 109,70^{-0,15} \times 0,8 = 1096,130 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1096,130 \times 109,70}{1020 \cdot 60} = 2,0 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,0}{0,75} = 2,7 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 2, точить поверхность

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r = 0,5$ мм.

Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

- Сечение державки резца 16x25 мм.

1. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и

шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ 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: $s = 0,8$ 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; 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.

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

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 $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp} = 0,89; \quad K_{yp} = 1; \quad K_{lp} = 1; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8 = 3061,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 3, точить поверхность

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;

- К6 – содержание кобальта 6%.
 - Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$ мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.
 - Сечение державки резца 16x25 мм.
8. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ мм.
9. 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: $s = 0,8$ мм/об.
10. 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; по табл. 17 [3, с.367].

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

Коэффициент K_V :

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

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

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

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

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 0,8$;

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]: $K_{IV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , K_{IV} определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

11. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

12. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (1.12)$$

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]:

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

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

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

Где $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{\text{фр}}=0,89; K_{\text{γр}}=1; K_{\text{λр}}=1; K_{\text{гр}}=0,87.$$

$$K_p=K_{\text{мр}}K_{\text{фр}}K_{\text{γр}}K_{\text{λр}}K_{\text{гр}}=1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87=0,8$$

Сила резания:

$$P_z=10C_p t^x s^y v^n K_p=10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8=3061,3 \text{ Н}$$

13. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

14. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 4, точить поверхность

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$ мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

- Сечение державки резца 16x25 мм.

15. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ мм.

16. 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: $s = 0,8$ мм/об.

17. 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; по табл. 17 [3, с.367].

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

Коэффициент K_V :

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

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

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 0,8$;

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_V = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{IV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , K_{IV} определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 30^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

18. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

19. 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]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (1.13)$$

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

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

Где $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp} = 0,89; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8 = 3061,3 \text{ Н}$$

20. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

21. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 5, точить поверхность

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;
- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r = 0,5$

мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

- Сечение державки резца 16x25 мм.

1. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ 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: $s = 0,8$ 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; 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.

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

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

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 $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp} = 0,89; \quad K_{yp} = 1; \quad K_{lp} = 1; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8 = 3061,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 6, снять фаску

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- Т15 – содержание карбида титана 15%;

- К6 – содержание кобальта 6%.
- Резец подрезной: $\varphi = 90^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$

мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

1. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ 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: $s = 0,8$ 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; 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.

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 30^{1,5} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

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 $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp} = 0,89; \quad K_{yp} = 1; \quad K_{lp} = 1; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8 = 3061,3 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

1.12.4 Токарная операция 015

Переход 1. снять фаску

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- 2 Т15 – содержание карбида титана 15%;
- 3 К6 – содержание кобальта 6%.
- 4 Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$ мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

8. В своё ответственности с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ мм.

9. 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: $s = 0,8$ мм/об.

10. 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; по табл. 17 [3, с.367].

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

Коэффициент K_V :

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

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

K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

1. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

2. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (1.12)$$

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 $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp} = 0,89; \quad K_{yp} = 1; \quad K_{lp} = 1; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8 = 3061,3 \text{ Н}$$

3. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

4. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

1.12.5 Вертикально-сверлильная 020

Переход 1, сверлить 2 отверстия

Значения коэффициентов для быстрорежущей стали Р6М5 по таблице 38 [3, стр. 383]:

Выбираем материалы быстрорежущей стали Р6М5: $C_v = 9,8$; $q = 0,4$; $y = 0,5$; $m = 0,2$ – определены по таблице 38 [3, стр. 383].

1. При сверлении глубина резания будет равна: $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 10 = 5$ мм.
2. Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. Подача по таблице 35 [3, стр. 381]: $0,12 - 0,15$ мм/об, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем: $S = 0,14$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (1,9)$$

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

Коэффициент K_v :

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

Где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления; K_{LV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

Коэффициент K_{MV} , K_{IV} определены выше.

$$K_{MV} = 0,8 \quad K_{IV} = 1$$

Определяем формулу по табл. 41 [3, с. 385]: $K_{LV} = 0,85$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV} = 0,8 \left(\frac{750}{750} \right)^1 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,68;$$

3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, стр. 382]:

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{9,8 \cdot 10^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,14^{0,5}} \cdot 0,68 = 30,73 \text{ м/мин};$$

Коэффициент: $C_V = 9,8$; $q = 0,4$; $y = 0,5$, $m = 0,2$; по табл. 38 [3, с.383].

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30,73}{\pi \cdot 50} = 195,732 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 200 \text{ об/мин}$$

5. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p$$

$C_M = 0,0345$ по таблице 42 [3, с. 385]:

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 0,97 = 6,9$$

6. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_o = 10C_P D^q S^y K_p \quad [3, \text{ с. } 385] \quad (1.12)$$

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

$$C_P = 68 \quad q = 1$$

$$P_o = 10C_P D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,97 = 6596$$

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

$$K_p = K_{mp} \quad (1.13)$$

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

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

Где $\sigma_B = 700$ Мпа - фактический параметр

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 1$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{6,9 \times 300}{9750} = 0,21 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,21}{0,75} = 0,28 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

Переход 2. снять 2 фаски

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

2 Т15 – содержание карбида титана 15%;

3 К6 – содержание кобальта 6%.

4 Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$ мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

11. В своём ответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ мм.

12. 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: $s = 0,8$ мм/об.

13. 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: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; 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.

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

5. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

6. 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 $\sigma_B = 750$ Мпа - фактический параметр

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

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

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

$$K_{fp} = 0,89; \quad K_{yp} = 1; \quad K_{lp} = 1; \quad K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87 = 0,8$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8 = 3061,3 \text{ Н}$$

7. Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3061,3 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

1.1.1 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:

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

1. Заготовительная операция 000:

переход 1: отрезать заготовку.

$$T_o = \frac{S_{\text{Площадь материала}}}{V_{\text{Производительность резания}}} = \frac{50 \cdot 50 \cdot 10^{-2}}{15} = 1,3 \text{ мин}$$

2. Токарная операция 005:

переход 1: подрезать торце.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(26 + 2 + 5) \cdot 1}{700 \cdot 0,9} = 0,05 \text{ мин}$$

переход 2: сверлить отверстие на проход.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{d}{2tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(45 + \frac{5}{tg45^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{200 \cdot 0,8} = 0,33 \text{ мин}$$

переход 3: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(21 + \frac{3}{tg45^\circ} + 5 + 5\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,07 \text{ мин}$$

переход 4: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(19 + \frac{3}{tg45^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 6}{600 \cdot 0,8} = 0,3 \text{ мин}$$

переход 5: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(3 + \frac{2}{tg45^\circ} + 4 + 4\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,03 \text{ мин}$$

переход 6: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(2 + \frac{1}{tg45^\circ} + 5 + 5\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,03 \text{ мин}$$

переход 7: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(18 + \frac{3}{tg45^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,9} = 0,04 \text{ мин}$$

3. Токарная операция 010:

переход 1: подрезать торце.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(26 + 5 + 5) \cdot 1}{700 \cdot 0,9} = 0,06 \text{ мин}$$

переход 2: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(22 + \frac{3}{tg45^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,06 \text{ мин}$$

переход 3: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(9 + \frac{3}{tg45^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 4}{600 \cdot 0,8} = 0,12 \text{ мин}$$

переход 4: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(7 + \frac{3}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 3}{600 \cdot 0,8} = 0,08 \text{ мин}$$

переход 5: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(4 + \frac{3}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 5}{600 \cdot 0,8} = 0,09 \text{ мин}$$

переход 6: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(3 + \frac{2}{tg45^\circ} + 2 + 2\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,02 \text{ мин}$$

4. Токарная операция 015:

переход 6: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(2 + \frac{1}{tg45^\circ} + 2 + 2\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,02 \text{ мин}$$

Сверлильная операция 020:

переход 1: сверлить 2 отверстия.

$$T_o = 2 \cdot \frac{\left(l + \frac{d}{2tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = 2 \cdot \frac{\left(6 + \frac{1,62}{tg45^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 2}{200 \cdot 0,8} = 0,24 \text{ мин}$$

переход 2: точить 2 фаску.

$$T_o = 2 \cdot \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = 2 \cdot \frac{\left(2 + \frac{1}{\operatorname{tg}45^\circ} + 2 + 2\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,03 \text{ мин}$$

переход 3: нарезать резьбу.

$$T_o = 2 \cdot \frac{(l + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = 2 \cdot \frac{(6 + 3 + 3) \cdot 1}{600 \cdot 0,8} = 0,05 \text{ мин}$$

1.13 Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{\text{шт.к.}}$ [1, с101]

$$T_{\text{шт.к.}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{n} + T_{\text{шт}}$$

Где $T_{\text{п.з}}$ - Подготовительно заключительное время

n -количество деталей в настроечной партии, $n = 500$ шт;

Норма штучного времени рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{в}} + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}$$

Где T_o – это основное время, мин;

$T_{\text{в}}$ – это вспомогательное время, мин;

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

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

Вспомогательное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}$$

Где $T_{\text{у.с}}$ – это время на установку и снятие детали, мин; по таблице 5.1.[1, с.197];

$T_{\text{з.о}}$ – это время на закрепление и открепление детали, мин; по таблице 5.7. [1, с.201];

$T_{\text{уп}}$ – это время на приемы управления, мин; по таблице 5.8. [1,с.202];

$T_{\text{из}}$ – это время на измерение детали, мин. по таблице 5.12. [1,с.207];

Оперативное время $T_{\text{оп}}$:

$$T_{оп} = T_0 + T_B$$

Время перерывов на отдых и личные надобности при нормировании работ

$$T_{от} = T_{оп} \Pi_{от} / 100$$

Приведённые выше формулы для определения:

$$T_{шт} = T_0 + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{от}$$

В серийном производстве для всех операций, кроме шлифовальных:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) + T_0 + (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{от}$$

1. Заготовительная операция 000:

основное время:

$$T_0 = 1,3 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

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

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

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:

$$T_{шт.} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{от} = 1,30 + 0,35 + 2,5 + 5 = 9,15 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) + T_0 + T_B + T_{об} + T_{от} = \frac{12}{500} + 9,15 = 9,174$$

2. Токарная операция 005:

основное время:

$$T_0 = 3,36 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с.} = 0,15 \text{ мин}; T_{уп.} = 0,02 \text{ мин}; T_{из.} = 0,08 \text{ мин};$$

$$T_B = T_{y.c.} + T_{y.n.} + T_{из.} = 0,15 + 0,02 + 0,08 = 0,25 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 0,05 + 0,25 + 5 + 5 = 10,3 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{12}{500} + 10,3 = 10,33 \text{ мин};$$

3. Токарная операция 010:

основное время:

$$T_o = 0,7 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{y.c.} = 0,15 \text{ мин}; T_{y.n.} = 0,02 \text{ мин}; T_{из.} = 0,08 \text{ мин};$$

$$T_B = T_{y.c.} + T_{y.n.} + T_{из.} = 0,15 + 0,02 + 0,08 = 0,25 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 0,43 + 0,25 + 5 + 5 = 10,68 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{12}{500} + 10,68 = 10,70 \text{ мин};$$

4. Токарная операция 015:

основное время:

$$T_o = 0,01 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{y.c.} = 0,15 \text{ мин}; T_{y.n.} = 0,02 \text{ мин}; T_{из.} = 0,08 \text{ мин};$$

$$T_B = T_{y.c.} + T_{y.n.} + T_{из.} = 0,15 + 0,02 + 0,08 = 0,25 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0.02 + 0,25 + 5 + 5 = 10,27 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{12}{500} + 10,27 = 10.29 \text{ мин};$$

5. Сверлильная операция 020:

основное время:

$$T_o = 0.30 \text{ мин};$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,08 \text{ мин}; T_{уп} = 0,01 \text{ мин}; T_{из} = 0,07 \text{ мин};$$

$$T_v = T_{у.с.} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,08 + 0,01 + 0,07 = 0,16 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 3 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 4 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0.32 + 0,16 + 3 + 4 = 7,48 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{8}{500} + 7,48 = 7.50 \text{ мин};$$

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

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Цель конструкторского раздела состоит в том, чтобы разработать механизированное приспособление для одной из операций. Проточить часть внешней поверхности на заготовке. Привод пневматический.

Описание принципа работы приспособления

Согласно заданию на курсовую работу, необходимо спроектировать приспособление с пневмоприводом для точения поверхности $D=45h14$ на вале.

Конструкция приспособления представлена на рисунке 2.1.

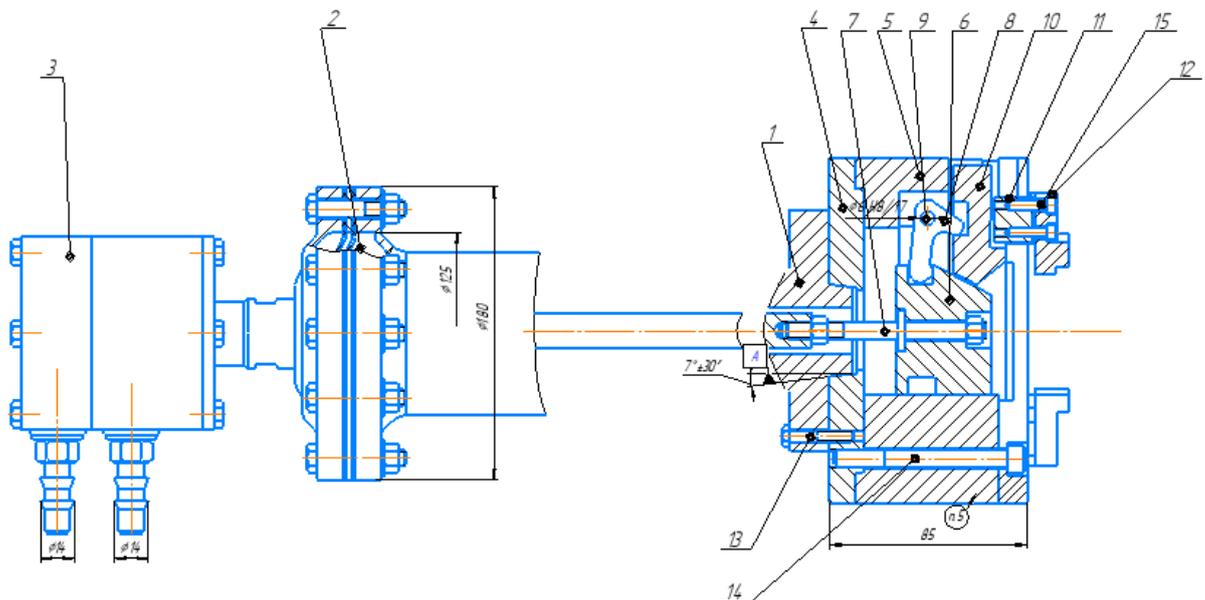


Рисунок 2.1 – Приспособление для точения

Поводковый патрон устанавливается на шпинделе токарного станка и закрепляется на шпинделе при помощи болтов 13.

Патрон содержит кулачки 12 закрепляемые с помощью винтов 15. Обрабатываемую заготовку устанавливают на центр до упора в торец. Закрепление заготовки происходит подачей воздуха через пневмораспределитель 3 в верхнюю полость пневмокамеры 2, при этом мембрана вместе со штоком 7 перемещается в лево, а усилие на штоке через

передающие звенья: муфту 6 передается на рычаг 8 патрона, который поворачиваясь перемещает кулачки 12 вниз до контакта с заготовкой.

Приспособление хранить на деревянном основании. Воздействие атмосферных осадков и агрессивных сред недопустимо.

Расчет режимов резания и нормирование технологической операции

Рассчитаем режимы резания для операции точения расчетно-аналитическим методом. На данной операции точится поверхность D50h14 на вале. (рис 2.1).

Исходные данные: производится наружное точение цилиндрической поверхности $\varnothing 48h14$, материал Сталь 40Х13, $\sigma_B = 750$ МПа – предел прочности обрабатываемого материала, материал режущей части Т5К10, резец контурный, станок – токарно-винторезный 16ГС25Ф3С, СОЖ – эмульсия.



Рисунок 2.2 – Общий вид станка модели 16ГС25Ф3С

Таблица 2.2 - Технические характеристики станка

Наименование параметров, размерность	Значение
1. Показатели заготовки, обрабатываемой на станке	
1.1 Диаметр обрабатываемой заготовки, мм, не более - над станиной - закрепленной в патроне и проходящей через отверстие в шпинделе	320 50, 891), 743)
1.2 Диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом, мм, не более	200
1.3 Длина устанавливаемой заготовки, мм РМЦ = 1000 / 1500 / 2000	970 / 1500 / 2000
1.4 Наибольшая длина обработки, мм РМЦ = 1000 / 1500 / 2000	750 / 1300 / 1750
1.5 Высота центров над направляющими станины, мм	255
2. Показатели инструмента, устанавливаемого на станке	
2.1 Наибольшая высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм	25
2.2 Предельные диаметры сверления, мм - по стали - по чугуну	25 28
2.3 Число позиций инструментальной головки	8
2.4 Диаметр отверстия в револьверной голове под цилиндрический хвостовик державки при базировании по отверстию, мм	40
3. Показатели основных и вспомогательных движений станка	

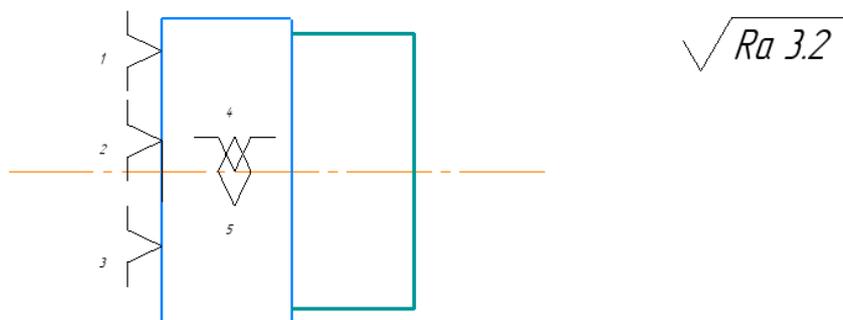


Рисунок 2.3 – Вал

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] – Т15К6 по ГОСТ 9391 -80.

- 5 Т15 – содержание карбида титана 15%;
- 6 К6 – содержание кобальта 6%.
- 7 Резец подрезной: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$ мм.
Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

2.1.1. В своё ответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t = 3$ мм.

2.1.2. Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11.

Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $s = 0,8$ мм/об.

2.1.3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле.

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

Коэффициент: $C_V = 280$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$; 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.

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 0,8$;

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]: $K_{ИV} = 1$.

Коэффициент K_{MV} , $K_{ИV}$ определены выше. $K_{MV} = 0,8$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

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

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8 = 98,1 \text{ м/мин};$$

Ра78счет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,1}{\pi \cdot 50} = 624,841 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 700 \text{ об/мин}$$

2.1.4. 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 $\sigma_B=750$ Мпа - фактический параметр
 $n=0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

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

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

$$K_{\phi p}=0,89; K_{\gamma p}=1; K_{\lambda p}=1; K_{r p}=0,87.$$

$$K_p=K_{mp}K_{\phi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{r p}=1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,87=0,8$$

Сила резания:

$$P_z=10C_{pt}x^y v^n K_p=10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,8^{0,75} \times 98,1^{-0,15} \times 0,8=204,1 \text{ Н}$$

Сила $P_z=3062$ Н, тогда момент резания будет определяться

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100},$$

где $D=45$ мм – обрабатываемый диаметр,

$$\text{тогда } M_{кр} = \frac{204,1 \cdot 45}{2 \cdot 100} = 45,9 \text{ Нм.}$$

2.1.5. Мощность резания.

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{204,1 \times 98,1}{1020 \cdot 60} = 0,33 \text{ кВт} \quad (1.14)$$

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,33}{0,75} = 0,44 \text{ кВт}; \quad (1.15)$$

2.1.6. 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.

2.1.7. Расчётная длина обработки:

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

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

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

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

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

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

Величина врезания инструмента:

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

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{\left(l + l_{сх} + l_{нд} + \frac{t}{tg\varphi}\right) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.21)$$

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{сх} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(20 + \frac{3}{tg45^\circ} + 5 + 5\right) \cdot 7}{700 \cdot 0,8} = 0,53 \text{ мин}$$

вспомогательное время:

$$T_{у.с} = 0,15 \text{ мин}; T_{уп} = 0,02 \text{ мин}; T_{из} = 0,08 \text{ мин};$$

$$T_{в} = T_{у.с.} + T_{уп.} + T_{из.} = 0,15 + 0,02 + 0,08 = 0,25 \text{ мин};$$

время на обслуживание рабочего места;

$$T_{об} = 5 \text{ мин};$$

время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{в} + T_{об} + T_{от} = 0,53 + 0,25 + 5 + 5 = 10,78 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} = \frac{12}{500} + 12,34 = 10,80 \text{ мин};$$

2.2. Силовой расчет приспособления

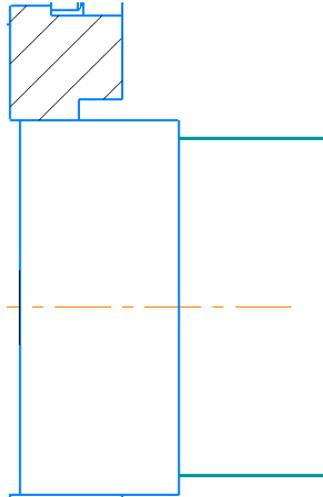


Рисунок 2.2 – Силы, действующие на цилиндр

2.2.1 Найдем необходимую силу зажима из условия не проворота определяем по формуле:

$$W = \frac{M_{кр}K}{fD}$$

где W – радиальная сила зажима;

$D=0,05$ м – диаметр закрепления;

$K = 2,5$ – коэффициент запаса. Величина коэффициента зависит от условий обработки детали на станке:

$$K = K^0 K_1 K_2 K_3 K_4 K^5 K^6,$$

где $K_0 = 1,2$ — гарантированный коэффициент запаса при всех случаях обработки;

$K_1 = 1,2$ — коэффициент, зависящий от вида поверхности детали (необработанная или обработанная);

$K_2 = 1,1$ — коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента;

$K_3 = 1$ — коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей на детали;

$K_4 = 1,3$ — коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима,

развиваемой силовым приводом приспособления;

$K^5 = 1,2$ — коэффициент, учитываемый при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси;

$K^6 = 1$ — коэффициент, учитывающий эргономику ручных ЗМ [4. С, 384];

тогда, $K = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 = 2,5$;

$f = 0,17$ — коэффициент трения между деталью и установочными зажимными элементами приспособления.

Определим необходимое усилие.

$$W = \frac{45,9 \cdot 2,5}{0,17 \cdot 0,05} = 13500 \text{ Н.}$$

Так как приспособление в своей конструкции имеет коромысло с соотношением плечей $L/l = 120/33 \approx 4$, то исходное усилие на штоке пневмокамеры необходимо уменьшить в три раза, то есть $13500/4 = 3375 \text{ Н}$.

Для реализации раскрепления и закрепления заготовки при данной схеме рационально выбрать пневмокамеру двухстороннего действия с диаметром, определяемым по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{16W}{p\pi\eta}} - d ,$$

где $W = 3375 \text{ Н}$ — исходное усилие, развиваемое пневмокамерой, Н;

$p = 0,63 \text{ Мпа}$ — давление воздуха;

$\eta = 0,9$ — механический КПД пневмоцилиндра;

$d = 32 \text{ мм}$ — диаметр штока.

$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot 3375}{3,14 \cdot 0,9 \cdot 0,63 \cdot 10^6}} - 0,032 = 0,14 \text{ м, принимаем стандартное значение}$$

150 мм.

Рассчитаем получаемое усилие на штоке.

$$Q = \frac{\pi(D+d)^2}{16} p \eta$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot (0,14 + 0,032)^2}{16} \cdot 0,9 \cdot 0,63 \cdot 10^6 = 3292 \text{ Н, принимаем } 3292 \text{ Н.}$$

Точностной расчет приспособления

Определим расчетные параметры, то есть те параметры, которые в большей мере влияют на достижение заданных допусков обрабатываемой детали. В данном случае к расчетным параметрам относятся получаемые на операции допуски расположения, радиальное или торцевое биения обрабатываемых поверхностей не более 0,05 и 0,1 мм. Расчет будем производить для меньшего значения, то есть 0,05 мм.

Погрешность изготовления по этому параметру определяется по следующей формуле:

$$E_{\text{пр}} \leq T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot E_6)^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_{\text{II}}^2 + E_{\text{ИС}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + E_{\text{поз}}^2},$$

где $K_T = 1,2$ - коэффициент, учитывающий возможное отступление от нормального распределения отдельных составляющих;

$K_{T1} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий возможное отступление от нормального распределения допусков базовых поверхностей;

$E_6 = 0$ мкм - погрешность базирования;

$E_3 = 0$ мкм - погрешность закрепления, в патроне;

$E_y = 0$ мкм - погрешность установки приспособления на фланце шпинделя, так как патрон базируется по конической поверхности фланца, следовательно, центруется;

$E_{\text{II}} = 0$ мкм - погрешность перекося инструмента;

$E_{\text{И}} = 0$ мкм - погрешность, возникающая вследствие износа установочных элементов и определяется по формуле:

$$E_{\text{И}} = \beta \cdot N;$$

При равномерном износе кулачков этот коэффициент не будет сказываться на увеличении радиального биения заготовки.

$K_{T2} = 0,6$ - коэффициент, учитывающий вероятность появления погрешности обработки;

$\omega = 26$ мкм - средняя экономическая точность обработки;

$E_{\text{поз}} = 0$ мкм - погрешность позиционирования инструмента.

Тогда погрешность приспособления составит

$$E_{\text{пр}} = 50 - 1,2 \sqrt{(0 \cdot 0,85)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 26)^2 + 0^2} = 50 - 19 = 31 \text{ мкм.}$$

С учетом полученных данных принимается допуск биения установочных поверхностей патрона не более 20 мкм. Погрешность в данных пределах возникает как результат сложения погрешностей взаимного расположения отдельных элементов приспособления.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа		ФИО		
154А81		Ло Чэнлинь		
Школа		Отделение Школа		
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:				
<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>		<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>		
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>		<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>		
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>		<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>		
<i>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</i>				
<i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>		<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>		
<i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>		<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>		
<i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>		<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>		
<i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>		<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>		
Перечень графического материала				
Оценка конкурентоспособности ИР Матрица SWOT Диаграмма Ганта Бюджет НИ Основные показатели эффективности НИ				
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику				

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ОСГН, ШБИП)	Гасанов М.А.	Д.э.н.		03.06.22

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А81	Ло Чэнлинь		03.06.22

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

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

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

Используя метод сегментирования, разделим потребителей разработки. Сегментировать рынок производителей фланцев можно по следующим критериям: размер компании-заказчика, вид производства фланцев (рис. 3.1).

		Вид фланцев			
		стальные плоские приварные (тип 01)	стальные плоские свободные на приварном кольце (тип 02)	фланцы стальные плоские на отбортовке (тип 03)	стальные плоские свободные на хомуте под приварку (тип 04)
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				

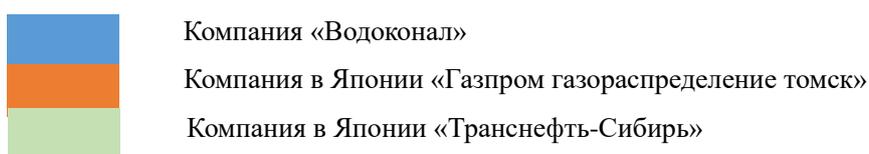


Рис. 3.1 Карта сегментирования рынка услуг по разработке фланцы

Фланцы первого типа занимают относительно большой рынок, и компаниям среднего размера требуется много типов фланцев.

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений позволяет оценить конкурентные преимущества проекта, а также помогает внести коррективы в проект, улучшающие его слабые стороны. Данный анализ также позволяет оценить сильные и слабые стороны конкурентов, изготавливающих аналогичные детали. Для анализа конкурентных технических решений разработки технологии изготовления фланца составлена оценочная карта, продемонстрированная в таблице 3.2, в которой оценивались следующие потенциальные конкуренты:

- Компания М-ЧЕЛ, ООО
- МЕТАЛЛ ГИПЕРМАРКЕТ, ООО

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	1,5	0,3	0,4
2. Трещиностойкость	0,15	5	3	4	1,0	0,28	0,42
3. Ударопрочность	0,18	4	3	5	0,72	0,54	0,54
4. Стабильность соединения с подложкой	0,13	4	4	3	0,45	0,56	0,42
5. Простота изготовления	0,05	4	5	4	0,24	0,25	0,2
6. Эффективность работы крышки	0,05	5	5	5	0,06	0,25	0,25
7. Безопасность	0,08	4	4	4	0,4	0,32	0,32
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,11	4	5	3	0,06	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	5	4	4	0,02	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,15	0,32	0,32
Итого	1	45	40	40	3,91	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.

Отсюда найдем конкурентоспособность научной разработки:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 45 \cdot 3,91 = 175,95$$

Далее найдем конкурентоспособность конкурентов:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 40 \cdot 3,6 = 144$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 40 \cdot 3,47 = 138,8$$

Таким образом, анализ конкурентных технических решений показал, что о технология изготовления фланца, разработанная в настоящей выпускной квалификационной работе, является конкурентоспособной.

Фланец, разработанный на этот раз, имеет высокую жесткость в целом и использует относительно твердые материалы, что позволяет экономить материалы при обеспечении эффективности работы и является конкурентоспособным продуктом на рынке.

3.1.2 SWOT-анализ

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде составим SWOT-матрицы (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

	Положительное влияние	Отрицательное влияние
	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
Внутренняя среда предприятия	<p>С1 – Наличие высокого спроса на продукт;</p> <p>С2 – Гибкая ценовая политика;</p> <p>С3 – Удобство в эксплуатации;</p> <p>С4 – Высокая технологичность проекта;</p> <p>С5 – Высокая производительность труда;</p> <p>С6 – Конкурентоспособность проекта;</p> <p>С7 – Использование современного оборудования.</p>	<p>Сл1 – Недостаточно короткий срок выхода на рынок;</p> <p>Сл2 – Высокая доля постоянных расходов;</p> <p>Сл3 – Высокая стоимость оборудования;</p> <p>Сл4 – Узкоспециальное назначение разработки;</p> <p>Сл5 – Необходимость повышения квалификации кадров;</p> <p>Сл6 – Отсутствие крупных заказов;</p> <p>Сл7 – Слабое послепродажное обслуживание.</p>
	Возможности проекта:	Угрозы проекта:
Внешняя среда предприятия	<p>В1 – Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2 – Получение государственных заказов;</p> <p>В3 – Партнерские отношения с рядом ведущих машиностроительных предприятий;</p> <p>В4 – Внедрение новых технологий и оборудования;</p> <p>В5 – Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>У1 – Неплатежеспособный спрос потребителей из-за сложившейся санитарно-эпидемиологической обстановки (пандемии);</p> <p>У2 – Развитие новых технологий;</p> <p>У3 – Развитая конкуренция технологий производства;</p> <p>У4 – Потеря (увольнение) квалифицированного персонала из-за сложившейся экономической ситуации, вызванной пандемией;</p> <p>У5 – Рост цен на сырье.</p>

В этом разделе был проведен SWOT-анализ, как показано в таблице 2.

По его результатам были выявлены сильные и слабые стороны проекта, а также угрозы и возможности. Также показано, как компенсировать слабые стороны проекта за счет его возможностей и использовать его сильные стороны для нейтрализации угроз. Результаты SWOT-анализа учитываются при структурировании работы, выполняемой в исследовательском проекте.

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны».

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	B1	+	+	0	-	+
	B2	-	-	-	+	-
	B3	+	-	+	-	-
	B4	-	+	+	+	+
	B5	-	-	+	-	+

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны».

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	-	-	-	-
	B2	-	+	-	-	-
	B3	+	-	-	-	+
	B4	+	-	-	+	+
	B5	-	+	-	+	-

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны».

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	-	-	-	-
	У2	-	-	+	+	+
	У3	-	-	-	-	-
	У4	+	+	-	+	-
	У5	-	-	-	-	-

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны».

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	+	-	-	-	-
	У3	-	+	+	+	-
	У4	+	-	-	-	-
	У5	-	-	-	-	+

Таблица 3.7 – Итоговая матрица SWOT-анализа.

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
	<p>C1 – Наличие высоко спроса на продукт;</p> <p>C2 – Гибкая ценовая политика;</p> <p>C3 – Удобство в эксплуатации;</p> <p>C4 – Высокая технологичность проекта;</p> <p>C5 – Высокая производительность труда;</p> <p>C6 – Конкурентоспособность проекта;</p> <p>C7 – Использование современного оборудования.</p>	<p>Сл1 – Недостаточно короткий срок выхода на рынок;</p> <p>Сл2 – Высокая доля постоянных расходов;</p> <p>Сл3 – Высокая стоимость оборудования;</p> <p>Сл4 – Узкоспециальное назначение разработки;</p> <p>Сл5 – Необходимость повышения квалификации кадров;</p> <p>Сл6 – Отсутствие крупных заказов;</p> <p>Сл7 – Слабое послепродажное обслуживание.</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1 – Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>V2 – Получение государственных заказов;</p> <p>V3 – Партнерские отношения с рядом ведущих машиностроительных предприятий;</p> <p>V4 – Внедрение новых технологий и оборудования;</p> <p>V5 – Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Для того чтобы усилить сильные стороны проекта необходимо использовать возможность получения государственных заказов</p>	<p>Для того чтобы нивелировать слабые стороны проекта необходимо внедрять новые технологии и оборудование</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1 – Неплатежеспособный спрос потребителей из-за сложившейся санитарно-эпидемиологической обстановки (пандемии);</p> <p>У2 – Развитие новых технологий;</p> <p>У3 – Развитая конкуренция технологий производства;</p> <p>У4 – Потеря (увольнение) квалифицированного персонала из-за сложившейся экономической ситуации, вызванной пандемией;</p> <p>У5 – Рост цен на сырье.</p>	<p>Поскольку наиболее ощутимой угрозой является Потеря (увольнение) квалифицированного персонала, из-за сложившейся экономической ситуации, вызванной пандемией, которая оказывает наибольшее влияние для сильных и слабых сторон проекта, машиностроительным предприятиям (владельцам проекта) необходимо использовать все предоставляемые Правительством Российской Федерации льготы и гарантии, направленные на сохранение рабочих мест, а также мотивировать персонал к повышению квалификации (уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника) и усовершенствовать систему оплаты труда с целью сохранения квалифицированных кадров</p>	

Обобщая проведенную матрицу SWOT-анализа, можно сделать следующие выводы:

- Для текущего развития технологии изготовления фланцев важнейшей возможностью является получение государственных заказов и внедрение новых технологий и оборудования, из которых вторая возможность влияет как на сильные, так и на слабые стороны проекта. Поэтому стратегия развития проекта по

усилению конкурентных преимуществ должна быть ориентирована на внедрение новых технологий и нового оборудования с последующим получением в качестве цели государственных заказов;

- Чтобы эффективно использовать преимущества проекта для максимального увеличения возможностей, необходимо поддерживать и, по возможности, повышать производительность труда. Обеспечить высокую технологичность проекта. В связи с высоким спросом на продукт и слабой взаимосвязью между конкурентоспособностью проекта и вероятностью реализации проекта необходимо выходить на новые рынки, и как 93 Приобретено современное оборудование и расширены партнерские отношения с некоторыми ведущими производителями техники, как упоминалось ранее;

- Для минимизации угрозы необходимо снизить долю постоянных затрат проекта, повысить качество кадров, и при этом обратить внимание на преимущества проекта - простоту эксплуатации и надежность изготовления фланцев технологии;

- Воспользоваться имеющимися возможностями для минимизации слабых сторон проекта, в первую очередь за счет сокращения времени выхода на рынок и улучшения послепродажного обслуживания;

- Для снижения влияния угрозы на реализацию проекта необходимо проанализировать затраты, в том числе на приобретение оборудования, уменьшить долю постоянных затрат, а также проанализировать возможность реализации проекта за пределами Томской области и, по возможности, за пределами Российской Федерации.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

План исследования проводится для распределения обязанностей между исполнителями проекта, расчета заработной платы работников, задействованных в проекте, и позволяет реализовать проект в срок.

Планирование предлагаемого инженерного комплекса осуществляется в следующем порядке:

- определить структуру работы в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установить рабочее время;
- Организовывать научные исследования.

Перечень этапов и работ составим в рамках научного исследования, с распределением исполнителей по видам работ, результаты представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Руководитель
	3	Консультирование по возникшим вопросам	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Руководитель
Разработка чертежей на основе полученных расчетов	5	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
Конструкторская часть	6	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер
	7	Проектирование	Инженер

		приспособления	
	8	Расчёт погрешностей	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оформление документации в виде операционных карт, чертежей и пояснительной записки	Инженер
	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Необходимо обоснованно определить сложность работы

Расчет заработной платы. Для этого сначала определяем ожидаемое значение

трудоемкий. Затем определяем продолжительность рабочего дня.

Для определения ожидаемой стоимости трудозатрат тоже воспользуемся

по следующей формуле:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{мин\ i} + 2t_{макс\ i}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 3 \text{ чел.-дн.}$$

Где: $t_{мин\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{макс\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Чтобы определить продолжительность работы в рабочих днях T_{pi} , воспользуемся формулой:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i} = \frac{3}{3} = 1 \text{ раб. дн.}$$

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

Для удобства представления информации полученные результаты сведены в таблицу 3.4.

Таблица 3.9 –Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	$t_{\min i}$, чел.-дн.	$t_{\max i}$, чел.-дн.	$t_{\text{ож } i}$, чел.-дн.	T_{pi} , чел.-дн.
1	1	5	2,6	2,6
2	2	5	3,2	3,2
3	1	2	1,4	1,4
4	1	5	2,6	2,6
5	1	2	1,4	1,4
6	1	2	1,4	1,4
7	1	3	1,8	1,8
8	1	2	1,4	1,4
9	1	2	1,4	1,4
10	2	5	3,2	3,2

Разработка графика проведения научного исследования

Для построения графика в виде диаграммы Ганта необходимо продолжительность работы перевести из рабочих дней, полученных в п. В календарные дни. Значение T_{ki} в календарных сутках рассчитывается и округляется до целого числа по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал.}}$$

Где:

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{k_{\text{кал}}}{k_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}$$

Где:

$k_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{k_{\text{кал}}}{k_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48$$

Полученные результаты сведены в таблицу 5.

Таблица 3.10 – Длительность работы в календарных днях

№ работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T_{ki, \text{кал.}-\text{дн.}}$	4	5	2	4	2	2	3	2	2	5

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 3.11:

Таблица 3.11 – Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{mini} , чел-дни		t_{maxi} , чел-дни		$t_{\text{ож}}$, чел-дни			
	Руково.	Инжен.	Руково.	Инжен.	Руково.	Инжен.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и утверждение темя диссертации, утверждение плана-графика.	1	-	2	-	1,4	-	1,4	2
Календарное планирование выполнения диссертации.	1	2	2	3	1,4	2	2	3
Изучение академической литературы и конкурентных решений в данной сфере	-	10	-	20	-	14	14	21
Изучение программного обеспечения для расчетов	-	10	-	20	-	14	14	21
Технический расчет деталей	-	5	-	8	-	6,2	6,2	9
Первая компоновка и проектирование	5	10	8	15	6,2	12	9,1	13
Детализовка и выпуск конструкторской документации	-	5	-	8	-	6,2	6,2	9
Детальный расчет деталей	-	15	-	20	-	17	17	25
Окончательная компоновка	3	8	5	10	3,8	8,8	8,8	9
Составление пояснительной записки.	-	10	-	15	-	12	12	18
Итого:	10	75	17	119	12,8	92,2	90,7	130

На основании произведенных расчетов, представленных в таблице 3.9, построим календарный план-график – график Ганта, представленный в таблице 3.12, в котором:

Таблица 3.12 – Диаграмма Ганта.

Содержание работ	Должность исполнителя	Тки	Апрель													
			1	3	5	7	9	12	15	18	21	24	27	30		
Составление и утверждение технического задания	Руководитель		■													
Подбор и изучение материалов по теме	Инженер, руководитель	5			■		■									
Проведение патентных исследований	Инженер	2					■									
Выбор направления исследований	Инженер	4						■								
Календарное планирование работ по теме	Инженер	2							■							
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер, руководитель	2								■		■				
Разработка чертежей на основе полученных расчетов	Инженер	3									■					
Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер	2										■				
Технико-экономическое обоснование и расчет	Инженер, руководитель	2											■		■	
Лабораторные испытания макета	Инженер	5													■	

	Инженер
	Руководитель

Примечание:

По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 29 дня.

3.3. Бюджет научно-технического исследования.

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

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

3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при исследовании. Результаты расчета затрат представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.13 – Материальные затраты.

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Картридж для лазерного принтера	1 500,00	1	1 500,00
Офисные бумаги А4 (в форме малой коротки)	280,00	2	560,00
Ручка шариковая	58,00	5	290,00
Карандаш чертежный	16,00	3	48,00
Коническая оправка	2 200,00	1	2 200,00
Штангенциркуль	2 900,00	1	2 900,00
Нутромер	10 000,00	1	10 000,00
Итого:			17 498,00

Таким образом, материальные затраты на разработку технологии изготовления фланца редуктора составили 17 498,00 руб.

3.3.2. Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n} \quad (3.6)$$

Где: n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times t \quad (3.7)$$

Где:

I – итоговая сумма, тыс. руб.;

t – время использования, мес.

Таблица 3.14 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Норма амортизации	Цены единицы оборудования, руб.	Общая сумма амортизационных отчислений, руб.
1	Токарный станок 16Б16А	1	8	0,125	2 300 000,00	191667
2	Вертикально-сверлильный станок 2М112	1	19	0,053	170 000,00	15938
Итого					2 470 000,00	207 605,00

Рассчитывается норма амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 4 года (по формуле 4.6):

$$H_{A1} = \frac{1}{n} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$H_{A2} = \frac{1}{n} = \frac{1}{19} = 0,053$$

Общая сумма амортизационных отчислений (по формуле 4.7):

$$A1 = \frac{H_{AI}}{12} \times m = \frac{0,125 \times 2300000}{12} \times 8 = 191667 \text{ руб}$$

$$A2 = \frac{H_{AI}}{12} \times m = \frac{0,053 \times 170000}{12} \times 19 = 15938 \text{ руб}$$

3.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы

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

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (3.8)$$

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

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

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

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (3.9)$$

где: $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года ((при отпуске в 118 раб. дней, $M = 8,1$ месяц, 6-дневная рабочая неделя));

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. Дн (в данном случае $F_{\text{д}} = 247$ дней);

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (3.10)$$

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).

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (3.11)$$

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

Расчет заработной платы у руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 29000 \cdot (1 + 0,4 + 0,15) \cdot 1,2 = 53940 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{53940 \cdot 8,1}{247} = 1768,9 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1768,9 \cdot 15 = 26533,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 26533,5 = 3980,03 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы у инженера:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 55000 \cdot (1 + 0,4 + 0,15) \cdot 1,2 = 102300 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{102300 \cdot 8,1}{247} = 3354,78 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 3354,78 \cdot 90 = 301929,96 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 301929,96 = 45289,50 \text{ руб.}$$

Представим результаты расчетов в итоговой таблице 3.14.

Таблица 3.15 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	руб.	руб.	раб. дн.	руб.	k_d	руб.	того, руб.
Руководитель	9000	,4	,15	,2	5650	326,6	5	2455,5	,15	266,8	4722,2
Инженер	5000				5950	91,3	0	6479,6		1471,9	7951,5
Итого											12673,7

3.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле 3.11:

$$Z_{доп} = k_{доп} \times Z_{осн} \quad (3,11)$$

Где:

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата;

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

По формуле 4.11 определяется дополнительная заработная плата для руководителя:

$$Z_{доп1} = k_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 \times 46533,5 = 6980,025 \text{ руб}$$

По формуле 4.11 определяется дополнительная заработная плата для инженера:

$$З_{\text{доп2}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 301929,96 = 45289,494 \text{ руб}$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата составляет:

$$З_{\text{доп общ}} = З_{\text{доп1}} + З_{\text{доп2}} = 6980,025 + 45289,494 = 52269,519 \text{ руб}$$

3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по формуле 3.12:

$$З_{\text{внеб1}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн1}} + З_{\text{доп1}}) \quad (3,12)$$

Где:

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2021 году –30% (ст. 425 НК РФ).

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя определяются по формуле 4.12:

$$З_{\text{внеб1}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн1}} + З_{\text{доп1}}) = 0,3 \times (26533,5 + 3980,03) = 9154,059 \text{ руб}$$

Отчисления во внебюджетные фонды для инженера определяются по формуле 4.12:

$$\begin{aligned} З_{\text{внеб2}} &= k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн2}} + З_{\text{доп2}}) = 0,3 \times (301929,96 + 45289,50) \\ &= 104165,838 \text{ руб} \end{aligned}$$

Таким образом, общие затраты на составляется отчисления во внебюджетные фонды:

$$З_{\text{внеб общ}} = З_{\text{внеб1}} + З_{\text{внеб2}} = 9154,059 + 104165,838 = 113319,9 \text{ руб}$$

3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и т.д.

Величина накладных расходов определяется по формуле 4.13:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5)k_{\text{нр}} \quad (4,13)$$

Где:

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

$$Z_{\text{накл}} = (1701000 + 74841 + 5460) \cdot 0,16 = 285\,008 \text{ руб.}$$

3.3.7 Бюджетная стоимость НИР

Группировка затрат по статьям представляется в таблице 4.15:

Таблица 3.16 – Группировка затрат по статьям.

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Материалы, руб	Амортизация, руб	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб	Отчисления на социальные нужды, руб	Итого без накладных расходов, руб	Накладные расходы, руб	Стоимость бюджета, руб
3780	27 396	135 743,22	171 461,53	25 061,54	89 342,66	11 854,82	132 197,48

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

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается по формуле 3.14:

$$I_{\text{исп.}i/\text{финр}} = \Phi_{pi} / \Phi_{\text{max}}, \quad (3.14)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

По перечисленным вычислениям определяются общие затраты для всех вариантов:

$$I_{\text{текущ. проект}} = \Phi_{\text{текущ. проект}} / \Phi_{\text{max}} = 132\,197,48 / 277\,695,00 = 0,48;$$

$$I_{\text{исп.1/финр}} = \Phi_{p1} / \Phi_{\text{max}} = 277\,695,00 / 277\,695,00 = 1;$$

$$I_{\text{исп.2/финр}} = \Phi_{p2} / \Phi_{\text{max}} = 178\,651,70 / 277\,695,00 = 0,64.$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки и технологии изготовления фланца редуктора настоящего исследования отражает численное удешевление стоимости разработки в размах по сравнению с имеющимися технологическими процессами.

Интегральные показатели ресурсоэффективности всех вариантов определяются путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Сравнительная оценка характеристик всех вариантов.

Объекты исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1. Безопасность при использовании установки	0,3	5	5	4
2. Стабильность работы	0,15	5	4	5
3. Технические характеристики	0,15	4	5	4
4. Надежность	0,25	5	4	4
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	4
ИТОГО	1	4,85	4,45	4,15

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_{p\text{Текущий проект}} = 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,85.$$

$$I_{p\text{Исп.1}} = 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,45.$$

$$I_{p\text{Исп.2}} = 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,15.$$

$$I_{\text{эф.}i} = \frac{I_{p\text{Исп.}i}}{I_{\text{финр.}i}}, \quad (3.15)$$

Где:

$I_{\text{эф.}i}$ – интегральный показатель эффективности i -ого варианта разработки;

$I_{p\text{Исп.}i}$ – интегральный показатель ресурсной эффективности i -ого варианта разработки;

$I_{\text{финр.}i}$ – интегральный финансовый показатель i -ого варианта разработки;

Сравнение значений интегральных показателей эффективности разработки технологии изготовления фланца в настоящем исследовании относительно технологий изготовления фланца в ООО «Сибмаш» и АО НПФ «Микран» представлены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Сравнительные эффективности разработок.

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,48	1	0,64

2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,45	4,15
3	Интегральный показатель эффективности	101,04	4,45	6,48
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,80	0,75

Сравнивая средний композитный показатель сравниваемых вариантов, можно сделать вывод, что текущий проект является наиболее финансово и ресурсоэффективным вариантом. Наши проекты более эффективны, чем у конкурентов.

Вывод

Поэтому по результатам данного раздела по проекту был проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ, выявившие его сильные и слабые стороны. Составили план проекта и построили диаграмму Ганта, по результатам определили ориентировочное время выполнения проекта в 29 дня.

Бюджет реализации проекта составляет 132 197,48 рубля. Пятибалльный индекс ресурсоэффективности $I_p=4,85$, что свидетельствует об эффективной реализации проекта. По полученным результатам реализация проекта показана как экономически целесообразная.

Приведенные затраты на единицу продукции составили 0,23 руб.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 154A81		ФИО Ло Чэнлинь	
Школа	ИШНПТ	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления Фланца	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<i>Введение</i> <i>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</i> <i>Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</i>	<i>Объект исследования является технологический процесс с детали типа фланец.</i> <i>Область применения для соединения отрезков труб.</i>
<i>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</i>	
1. Правовые и организационные вопросы о обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Нормативные документы: ТК РФ, Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ, Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации: Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	<i>Вредные и опасные факторы:</i> 1. Отклонение показателей микроклимата; 2. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума; 3. Недостаток необходимого естественного и искусственного освещения; 4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; 5. Неудобная рабочая поза
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Атмосфера:</i> выделение большого количества газов. <i>Гидросфера:</i> выброс пагубных технических жидкостей. <i>Литосфера:</i> изменение ландшафта вследствие добычи сырьевых ресурсов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации.	<i>Возможные ЧС:</i> пожар, удар электрическим током, землетрясение; обрушение каркаса здания; взрыв. <i>Наиболее типичная ЧС:</i> удар электрическим током.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор(ОСГН,ШБИП)	Сечин Александр Иванович	Д.т.н.		03.06.22

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ло Чэнлинь.		03.06.22

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, которые влияют на человека и окружающую среду в процессе проектирования, производства и эксплуатации технологического процесса изготовления детали типа «Фланец». Так же рассматриваются мероприятия по предотвращению и устранению несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций, рассматриваются способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека.

Инженерные разработки должны учитывать требования законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды.

В данной работе представлена деталь типа «Фланец», которая используется внутри аппарата выдающего карты. Данная деталь является узлом внутри аппарат, она используется для фиксации тел вращения внутри аппарата, тел типа валов.

При проектировании, изготовлении и эксплуатации прибора возможно столкновение со множеством опасных работ, с риском получения вреда здоровью человека.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

К особенностям трудового законодательства при работе на производственном участке можно отнести режим рабочего времени и оплату и нормирование труда. Согласно статье 103 Трудового кодекса РФ на производственном участке введена работа в две смены для более эффективного использования оборудования. Так как на производственном участке работает коллектив, дифференцируемый по тарифно-квалификационному справочнику работ и профессий рабочих, то оплата труда будет производиться по тарифной системе оплаты труда согласно статье 143 ТК РФ.

Виды компенсаций при работе во вредных условиях:

- Сокращенная продолжительность рабочего времени;
- Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск;
- Повышение оплаты труда;
- Досрочное назначение трудовой пенсии.

Трудовой кодекс РФ регламентирует следующие разновидности режима рабочего времени, которые устанавливаются коллективным договором или правилами внутреннего трудового распорядка:

- 1) обычный режим работы (односменный);
- 2) режим ненормированного рабочего дня;
- 3) режим гибкого рабочего времени;
- 4) режим сменной работы;
- 5) вахтовый режим работы;
- 6) режим раздробленного рабочего дня (рабочего времени, разделенного

на части

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При проектировании исследуемого производственного участка необходимо учитывать и пользоваться следующими нормативными документами:

– ОНТП 14–93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи.

– ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

– ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. 100 -

– ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

– ГОСТ 22902-78. Система «человек-машина». Отсчетные устройства индикаторов визуальных. Общие эргономические требования.

– ГОСТ EN 894-3-2012. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления.

– ГОСТ Р ИСО 14738-2007. Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин.

– ГОСТ Р ИСО 6385-2016. Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем.

– СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

4.2 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы.

Таблица 4.2 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим		+		-ГОСТ 12.1.007-76 [1] -СанПиН 2.2.4.548-96 [2] -СНиП41-01-2003 [3] -СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [4]
2. Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним		+		-ГОСТ 12.1.003-2014 [5] -ГОСТ 12.1.012-2004 [6] -СНиП 23-05-95 [7]
3. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
4. Превышение уровня шума и вибраций		+		
5. Отсутствие или недостаток освещения	+	+	+	

Выполним анализ опасных и вредных производственных факторов. Для этого воспользуемся следующим планом [8]:

- 1) источник возникновения фактора;
- 2) воздействие фактора на организм человека;
- 3) приведение допустимых норм с необходимой размерностью;

4) предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора.

4.2.1 Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим

Источником возникновения рассматриваемого фактора будут являться заусенцы и острые кромки, которые формируются при обработке поверхностей, режущий инструмент. При воздействии данного фактора возникают порезы и ссадины, которые отрицательно влияют на кожный покров, чаще всего руки человека. Чтобы снизить воздействие устанавливают защитные ограждения на станки, обустривают рабочие места и обучают рабочий персонал. Также необходимо использовать спецодежду.

4.2.2 Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним

Под этим фактором подразумевается воздействие СОЖ на организм человека. Отрицательное воздействие СОЖ на рабочих связано с ее попаданием на кожу и в дыхательные пути в процессе изготовления эмульсии, ее разбрызгивания и перегрева при механообработке деталей, из-за протечек в системе смазки и охлаждения оборудования, случайных проливов. В процессе металлообработки рабочая эмульсия подвергается деструкции под воздействием высоких температур, загрязняется механическими примесями, например, металлической пылью, частицами абразивных материалов, волокнами обтирочных материалов и посторонними маслами, что приводит к увеличению опасности отработанной СОЖ в 15-30 раз по сравнению со свежеприготовленной.

Наиболее частыми проблемами со здоровьем у рабочих-станочников являются: масляные фолликулиты, эпидермиты, контактные неаллергические дерматиты, аллергия на СОЖ (раздражение кожи, ринит, конъюнктивит, зуд в носу и горле, приступообразный кашель).

Допустимые нормы и показатели установлены ГОСТ 12.1.007-76 и приведены в таблице документа.

Чтобы свести к минимуму вред от применения СОЖ на предприятии, необходимо:

- перейти на использование экологически безопасных эмульсий;
- правильно обустроить общецеховую и местную приточно-вытяжную вентиляцию;
- обеспечивать рабочих чистой спецодеждой и необходимыми средствами индивидуальной защиты;
- производить своевременную замену отработанной эмульсии и ее утилизацию в соответствии с требованиями экологических стандартов.

4.2.3 Отклонение показателей микроклимата

Источником изменения микроклимата на исследуемом участке будет всё участвующее в производстве изделий оборудование, т. е. станки и рабочие.

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Эти параметры не могут влиять на организм человека по отдельности. Низкие температуры провоцируют отдачу тепла организмом человека, тем самым снижая его защитные функции, что приводит к переохлаждению организма, инфекционным заболеваниям и т.д. Очень высокая температура в помещении лечёт за собой не меньшие проблемы. Борясь с жарой, организм выводит соль из организма, в результате чего происходит снижение иммунитета, нарушение водно-солевого баланса, который регулирует работу многих систем в организме. Чем выше температура, тем суше будет воздух, что приводит к пересыханию слизистой, которая становится более уязвимой для вирусов. Также в зависимости

от температуры воздуха скорость его движения влияет на организм по-разному. Например, при температуре до 32-34 градусов скорость в 0,15 м/с комфортна, так как при этом воздух оказывает освежающий эффект. Если температура выше 35 градусов, то эффект будет обратным.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах 1 и 2 СанПиН 2.2.4.548-96.

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от радиационного¹⁰³ охлаждения от остекленных поверхностей оконных проемов, в теплый период года предусматривают защиту от попадания прямых солнечных лучей. Также в цеху имеются кондиционеры, для поддержания необходимых условий. Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего отопления, вентиляции и кондиционирования по СНиП41-01-2003.

4.2.4 Превышение уровня шума и вибраций

Источниками шума и вибраций на производственном участке являются металлорежущие станки, как например: токарные, фрезерно-центровальные, шлифовальные и др. Шум раздражительно влияет на работника, повышает его утомляемость и способен привести к потере слуха. Вибрации станков могут привести к получению человеком различных травм.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96 предельно допустимый уровень звука на исследуемом производственном участке $L = 60 - 70$ дБА. Принципы обеспечения безопасности при воздействии на работника шума установлены ГОСТ 12.1.003-2014. При воздействии вибраций – ГОСТ 12.1.012-2004.

Минимизируют влияние шума и вибраций следующими способами:

- использование малошумных машин с меньшей виброактивностью;

- использование материалов и конструкций, препятствующих распространению шума и вибрации;
- оптимальное размещение машин и т. д.

4.2.5 Отсутствие или недостаток освещения

Причиной недостатка освещения могут являться неправильно спроектированные оконные проемы, неправильно рассчитанные показатели освещения и ли использование ламп низкого качества. Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы. Нормы естественного и искусственного освещения установлены СНиП 23-05-95*. Способы улучшения освещения:

- использование люминесцентных ламп;
- локальное размещение ламп на металлорежущих станках;
- усовершенствование системы освещения и т.д.

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1 Защита атмосферы

Механическая металлообработка на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений, чем отрицательно влияют на состояние атмосферы. При шлифовании выделяется большое количество тонкодисперсной пыли. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки, на 30-40% состоит из материала абразивного круга, на 60-70% - из материала обрабатываемого изделия.

Содержание вредных веществ в атмосфере нормируется следующими документами:

- СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест;

- ГН 2.1.6.2309-07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест;
- ГН 2.1.6.3492-17. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений;
- ГН 2.2.5.2308-07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Некоторые методы защиты атмосферы от загрязнений:

- локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если воздух после очистки в аппарате соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху;
- локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере.

4.3.2 Защита гидросферы

Загрязнителями гидросферы на производственных участках являются различные масла, отработанные СОЖ, органические растворители и т.д. Содержание элементов загрязнителей в гидросфере нормируется следующими документами:

- ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
- ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
- ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений

Для удаления вредных примесей из сточных вод используют физико-химические методы очистки:

- реагентная флотация;
- реагентная коагуляция;
- мембранные методы очистки.

4.3.3 Защита литосферы

Загрязнителем литосферы будут считаться захоронения промышленных и бытовых отходов. К промышленным отходам относятся микростружка, опилки металлов, демпферный лом. Также к отходам можно отнести изготавливаемую продукцию, переставшая выполнять требуемые от неё функции.

Защита литосферы нормируется следующими документами:

- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
- ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного Цикла. Принципы и структура.

Чтобы снизить загрязнение литосферы необходимо сортировать и при возможности перерабатывать отходы производства. Если переработка невозможна, тогда необходимо начать взаимовыгодно сотрудничать с предприятиями, которые занимаются ею.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

«Чрезвычайная ситуация: Обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью, окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей» ГОСТ Р 22.0.02-2016.

К чрезвычайным ситуациям которые могут возникнуть на производственном участке относятся: пожары, аварии, взрывы.

Виды аварий которые могут произойти на производственном участке:

- аварии на очистных сооружениях;
- аварии с выбросом опасных веществ;
- аварии на электроэнергетических системах.

ЧС связанная с взрывами на производственном участке очень опасная и может произойти во время пожара с последующим горением.

Пожар – это наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть на производственном участке при изготовлении изделий, по ГОСТ Р 22.0.01-2016.

Так как на производственном участке происходит механообработка, подразумевающая высокие температуры в зоне резания, использование СОЖ, а также масел для смазывания трущихся пар, то возникает вероятность возникновения пожара. Также причиной пожара может оказаться короткое замыкание электрической цепи. Общие требования пожарной безопасности установлены ГОСТ 12.1.004-91.

Работа по предупреждению пожаров включает:

- пожарно-техническое обследование с целью выявить истинное состояние пожара безопасной системы объектов в целом и отдельных их частей представителями пожарного надзора с последующим вручением приказов;
- постоянный контроль над выполнением противопожарных работ;
- проверку исправности первичных средств пожаротушения;
- проведение противопожарного инструктажа;
- проведение учебных работ с персоналом предприятия для определения времени эвакуации людей при пожаре.

В результате возникновения пожара работнику необходимо действовать следующим образом:

следующим образом:

- оповестить пожарную охрану;
- сообщить руководству предприятия;

- включить сигнализацию, СОУЭ, системы дым удаления, пожаротушения;
- обеспечить эвакуацию работников, не участвующих в ликвидации пожара.

Поскольку на производстве обычно присутствуют оборудование и приборы, работающие от электросети, их нужно обесточить. Персоналу разрешено делать это с разрешения руководства, с соблюдением правил отключения аппаратуры.



Рис. 4.1. План эвакуации из здания

Вывод по разделу

В результате исследования производственного участка, на котором изготавливается деталь «Фланец», были получены ответы по правовым и организационным, производственным, экологическим вопросам безопасности, а также в опросам безопасности в ЧС. При воздействии каких-либо вредных или опасных факторов на производстве необходимо будет воспользоваться методами, приведенных в этом разделе. Так же в ходе исследования было выявлено, что:

1. Исследуемое помещение соответствует всем нормам и правилам законодательства РФ.
2. Параметры микроклимата соответствуют нормативным документам.
3. Шум на рабочем месте соответствует стандартным нормам.
4. Техпроцесс не приводит к вредным и опасным воздействиям на экологию и здоровья людей.

Заключение

В ходе ВКР проверили и углубили теоретические знания, показали умение правильно выбирать конструкцию приспособления в соответствии с требованиями технологического процесса, научились составлять принципиальную схему приспособления, овладели методикой расчета требуемой точности изготовления приспособления, сил зажима и силового элемента приспособления, а также умение экономически обосновать целесообразность выбранного варианта конструкции.

В итоге спроектировали токарный патрон для точения поверхности втулки, который обеспечивает закрепление детали при точении поверхности $\Phi 50h1/4$ с необходимым усилием прижима.

Точность приспособления составила 31 мкм, что позволяет обработать поверхность детали согласно требованиям чертежа.

Приведенные затраты на единицу продукции составили 0,23 руб.

Список литературы

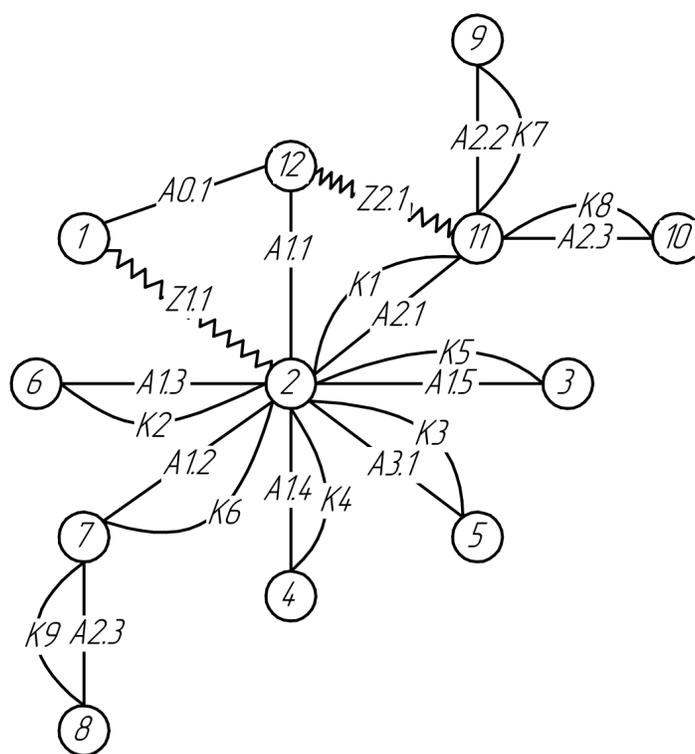
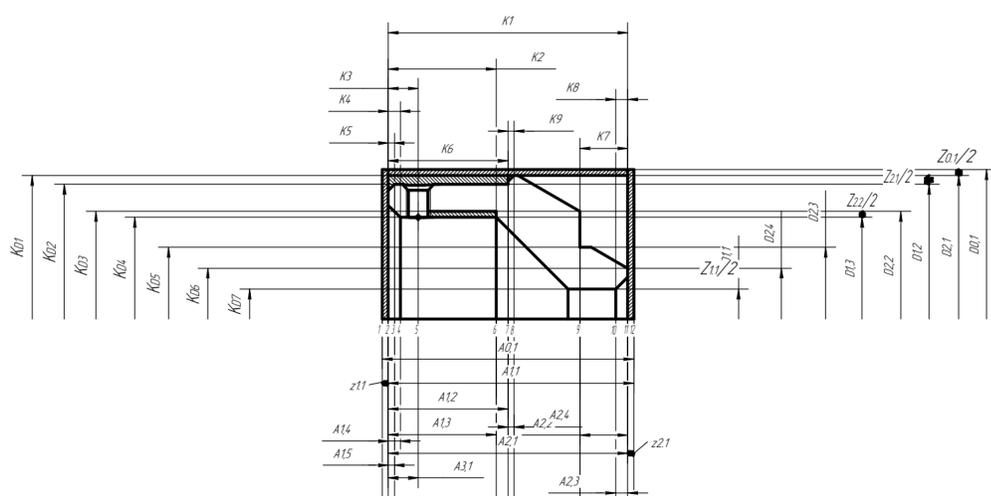
1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.–М.: ОООИД «Альянс», 2015.–256с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. - 100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 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 чертёж Фланца

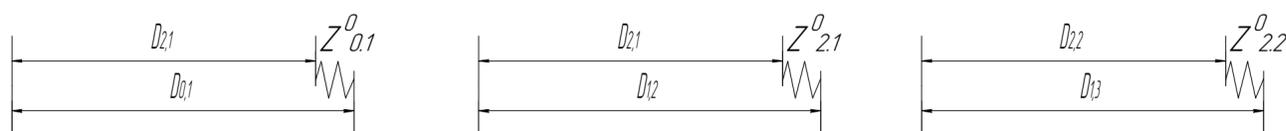
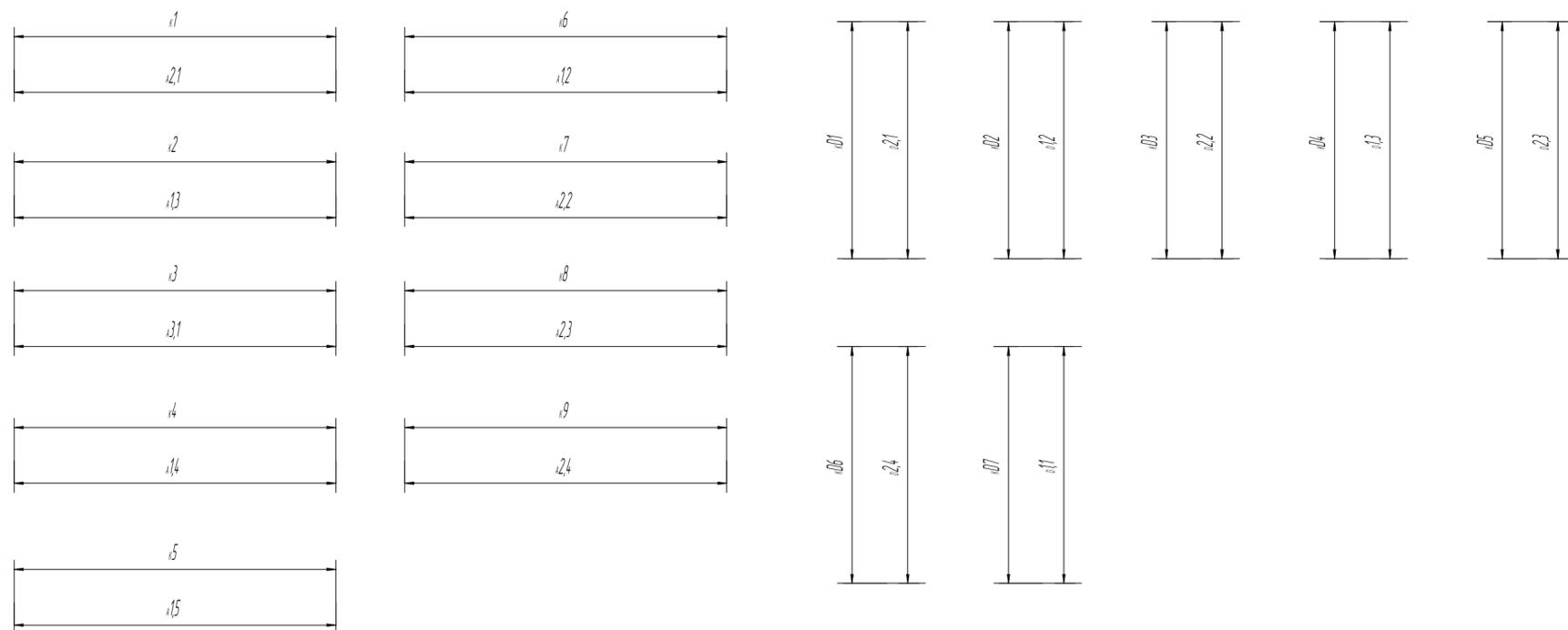
Приложение размерного анализа

Размерная схема

Граф технологических размерных цепей



Размерные цепи

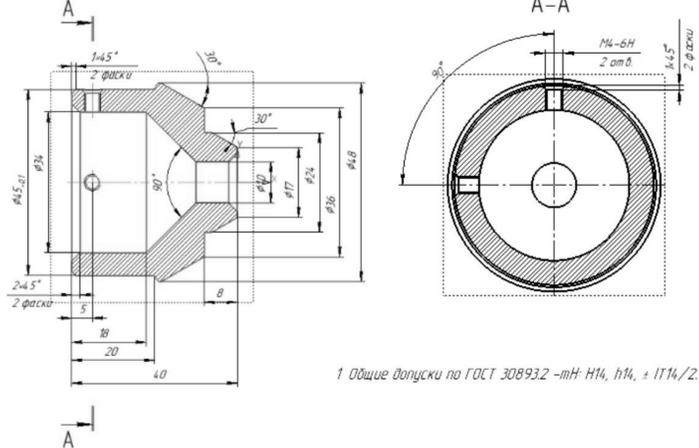


				ИШНПТ-154А0007.00.00.02		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Размерный анализ	
Разраб.	Ло	Чэнлинь				
Проб.	Кувшинов	К.А.			Лист	Листов
Т.контр.						1
Н.контр.					ТПУ ИШНПТ Группа 154А81	
Чтб.					Копировал Формат А2	

Копия 30 в 20 Учрежден Версия © 2021.000 "АОПН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Идент. № подл. Подп. и дата. Идент. № подл. Подп. и дата. Идент. № подл. Подп. и дата.

Приложение операционной карты

Карта технологического процесса



1 Общие допуски по ГОСТ 30893.2 - мН Н14, h14, + IT14/2.

Материал	Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка			
Наименование, марка			Профиль Размеры	Код и вид	Кол.	Масса, кг
Сталь 40Х13 ГОСТ 35632-72		0,23	Прокат		500	0,63

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобрен. образ. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы		
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота об./мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{вс}	T _{пз}		T _{шт}	T _{штк}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
000	A	Заготовительная Установить и снять деталь Отрезать заготовку		Станок ножовочный отрезной ОН-280	Тиски стачный ГОСТ 16515-96				1	50	55	0,1	0,9		740	15	1,3	0,35	12	9,15	9,75	
005	1	Токарная Установить и снять деталь 1. Подрезать торец, выдержав размер 1		Токарно-винторезный 16ГС25Ф3С	Патрон специальный ТМ 10010070-00 СБ	Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18877-73			1	50	28	1	0,9		700	110						
	2	2. Сверлить отверстие на проход, выдержав размер 1				Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 10902-77			1	10	45	5	0,14		200	21						
	3	3. Точить поверхность, выдержав 1 и 2.				Резец проходной упорный изогнутый Т15К6 ГОСТ 18879-73			1	50	21	1	0,9		600	98	0,85					
	4	4. Расточить поверхность, выдержав размер 1 и 2.				Резец для зенки отверстий Т15К6 ГОСТ 18883-73			6	10	19	2	0,9		600	98	0,25	12	10,3	10,33		

ИШНПТ-154.А0007.00.00.03	Лит	Масса	Масштаб
Операционная карта	Лист 1	Листов 4	НИ ТПУ
Группа 154А81	Формат А1		

Курс: ЭОД-2014-2015-2016-2017-2018-2019-2020-2021-2022-2023-2024-2025-2026-2027-2028-2029-2030-2031-2032-2033-2034-2035-2036-2037-2038-2039-2040-2041-2042-2043-2044-2045-2046-2047-2048-2049-2050-2051-2052-2053-2054-2055-2056-2057-2058-2059-2060-2061-2062-2063-2064-2065-2066-2067-2068-2069-2070-2071-2072-2073-2074-2075-2076-2077-2078-2079-2080-2081-2082-2083-2084-2085-2086-2087-2088-2089-2090-2091-2092-2093-2094-2095-2096-2097-2098-2099-2100-2101-2102-2103-2104-2105-2106-2107-2108-2109-2110-2111-2112-2113-2114-2115-2116-2117-2118-2119-2120-2121-2122-2123-2124-2125-2126-2127-2128-2129-2130-2131-2132-2133-2134-2135-2136-2137-2138-2139-2140-2141-2142-2143-2144-2145-2146-2147-2148-2149-2150-2151-2152-2153-2154-2155-2156-2157-2158-2159-2160-2161-2162-2163-2164-2165-2166-2167-2168-2169-2170-2171-2172-2173-2174-2175-2176-2177-2178-2179-2180-2181-2182-2183-2184-2185-2186-2187-2188-2189-2190-2191-2192-2193-2194-2195-2196-2197-2198-2199-2200-2201-2202-2203-2204-2205-2206-2207-2208-2209-2210-2211-2212-2213-2214-2215-2216-2217-2218-2219-2220-2221-2222-2223-2224-2225-2226-2227-2228-2229-2230-2231-2232-2233-2234-2235-2236-2237-2238-2239-2240-2241-2242-2243-2244-2245-2246-2247-2248-2249-2250-2251-2252-2253-2254-2255-2256-2257-2258-2259-2260-2261-2262-2263-2264-2265-2266-2267-2268-2269-2270-2271-2272-2273-2274-2275-2276-2277-2278-2279-2280-2281-2282-2283-2284-2285-2286-2287-2288-2289-2290-2291-2292-2293-2294-2295-2296-2297-2298-2299-2300-2301-2302-2303-2304-2305-2306-2307-2308-2309-2310-2311-2312-2313-2314-2315-2316-2317-2318-2319-2320-2321-2322-2323-2324-2325-2326-2327-2328-2329-2330-2331-2332-2333-2334-2335-2336-2337-2338-2339-2340-2341-2342-2343-2344-2345-2346-2347-2348-2349-2350-2351-2352-2353-2354-2355-2356-2357-2358-2359-2360-2361-2362-2363-2364-2365-2366-2367-2368-2369-2370-2371-2372-2373-2374-2375-2376-2377-2378-2379-2380-2381-2382-2383-2384-2385-2386-2387-2388-2389-2390-2391-2392-2393-2394-2395-2396-2397-2398-2399-2400-2401-2402-2403-2404-2405-2406-2407-2408-2409-2410-2411-2412-2413-2414-2415-2416-2417-2418-2419-2420-2421-2422-2423-2424-2425-2426-2427-2428-2429-2430-2431-2432-2433-2434-2435-2436-2437-2438-2439-2440-2441-2442-2443-2444-2445-2446-2447-2448-2449-2450-2451-2452-2453-2454-2455-2456-2457-2458-2459-2460-2461-2462-2463-2464-2465-2466-2467-2468-2469-2470-2471-2472-2473-2474-2475-2476-2477-2478-2479-2480-2481-2482-2483-2484-2485-2486-2487-2488-2489-2490-2491-2492-2493-2494-2495-2496-2497-2498-2499-2500-2501-2502-2503-2504-2505-2506-2507-2508-2509-2510-2511-2512-2513-2514-2515-2516-2517-2518-2519-2520-2521-2522-2523-2524-2525-2526-2527-2528-2529-2530-2531-2532-2533-2534-2535-2536-2537-2538-2539-2540-2541-2542-2543-2544-2545-2546-2547-2548-2549-2550-2551-2552-2553-2554-2555-2556-2557-2558-2559-2560-2561-2562-2563-2564-2565-2566-2567-2568-2569-2570-2571-2572-2573-2574-2575-2576-2577-2578-2579-2580-2581-2582-2583-2584-2585-2586-2587-2588-2589-2590-2591-2592-2593-2594-2595-2596-2597-2598-2599-2600-2601-2602-2603-2604-2605-2606-2607-2608-2609-2610-2611-2612-2613-2614-2615-2616-2617-2618-2619-2620-2621-2622-2623-2624-2625-2626-2627-2628-2629-2630-2631-2632-2633-2634-2635-2636-2637-2638-2639-2640-2641-2642-2643-2644-2645-2646-2647-2648-2649-2650-2651-2652-2653-2654-2655-2656-2657-2658-2659-2660-2661-2662-2663-2664-2665-2666-2667-2668-2669-2670-2671-2672-2673-2674-2675-2676-2677-2678-2679-2680-2681-2682-2683-2684-2685-2686-2687-2688-2689-2690-2691-2692-2693-2694-2695-2696-2697-2698-2699-2700-2701-2702-2703-2704-2705-2706-2707-2708-2709-2710-2711-2712-2713-2714-2715-2716-2717-2718-2719-2720-2721-2722-2723-2724-2725-2726-2727-2728-2729-2730-2731-2732-2733-2734-2735-2736-2737-2738-2739-2740-2741-2742-2743-2744-2745-2746-2747-2748-2749-2750-2751-2752-2753-2754-2755-2756-2757-2758-2759-2760-2761-2762-2763-2764-2765-2766-2767-2768-2769-2770-2771-2772-2773-2774-2775-2776-2777-2778-2779-2780-2781-2782-2783-2784-2785-2786-2787-2788-2789-2790-2791-2792-2793-2794-2795-2796-2797-2798-2799-2800-2801-2802-2803-2804-2805-2806-2807-2808-2809-2810-2811-2812-2813-2814-2815-2816-2817-2818-2819-2820-2821-2822-2823-2824-2825-2826-2827-2828-2829-2830-2831-2832-2833-2834-2835-2836-2837-2838-2839-2840-2841-2842-2843-2844-2845-2846-2847-2848-2849-2850-2851-2852-2853-2854-2855-2856-2857-2858-2859-2860-2861-2862-2863-2864-2865-2866-2867-2868-2869-2870-2871-2872-2873-2874-2875-2876-2877-2878-2879-2880-2881-2882-2883-2884-2885-2886-2887-2888-2889-2890-2891-2892-2893-2894-2895-2896-2897-2898-2899-2900-2901-2902-2903-2904-2905-2906-2907-2908-2909-2910-2911-2912-2913-2914-2915-2916-2917-2918-2919-2920-2921-2922-2923-2924-2925-2926-2927-2928-2929-2930-2931-2932-2933-2934-2935-2936-2937-2938-2939-2940-2941-2942-2943-2944-2945-2946-2947-2948-2949-2950-2951-2952-2953-2954-2955-2956-2957-2958-2959-2960-2961-2962-2963-2964-2965-2966-2967-2968-2969-2970-2971-2972-2973-2974-2975-2976-2977-2978-2979-2980-2981-2982-2983-2984-2985-2986-2987-2988-2989-2990-2991-2992-2993-2994-2995-2996-2997-2998-2999-3000-3001-3002-3003-3004-3005-3006-3007-3008-3009-3010-3011-3012-3013-3014-3015-3016-3017-3018-3019-3020-3021-3022-3023-3024-3025-3026-3027-3028-3029-3030-3031-3032-3033-3034-3035-3036-3037-3038-3039-3040-3041-3042-3043-3044-3045-3046-3047-3048-3049-3050-3051-3052-3053-3054-3055-3056-3057-3058-3059-3060-3061-3062-3063-3064-3065-3066-3067-3068-3069-3070-3071-3072-3073-3074-3075-3076-3077-3078-3079-3080-3081-3082-3083-3084-3085-3086-3087-3088-3089-3090-3091-3092-3093-3094-3095-3096-3097-3098-3099-3100-3101-3102-3103-3104-3105-3106-3107-3108-3109-3110-3111-3112-3113-3114-3115-3116-3117-3118-3119-3120-3121-3122-3123-3124-3125-3126-3127-3128-3129-3130-3131-3132-3133-3134-3135-3136-3137-3138-3139-3140-3141-3142-3143-3144-3145-3146-3147-3148-3149-3150-3151-3152-3153-3154-3155-3156-3157-3158-3159-3160-3161-3162-3163-3164-3165-3166-3167-3168-3169-3170-3171-3172-3173-3174-3175-3176-3177-3178-3179-3180-3181-3182-3183-3184-3185-3186-3187-3188-3189-3190-3191-3192-3193-3194-3195-3196-3197-3198-3199-3200-3201-3202-3203-3204-3205-3206-3207-3208-3209-3210-3211-3212-3213-3214-3215-3216-3217-3218-3219-3220-3221-3222-3223-3224-3225-3226-3227-3228-3229-3230-3231-3232-3233-3234-3235-3236-3237-3238-3239-3240-3241-3242-3243-3244-3245-3246-3247-3248-3249-3250-3251-3252-3253-3254-3255-3256-3257-3258-3259-3260-3261-3262-3263-3264-3265-3266-3267-3268-3269-3270-3271-3272-3273-3274-3275-3276-3277-3278-3279-3280-3281-3282-3283-3284-3285-3286-3287-3288-3289-3290-3291-3292-3293-3294-3295-3296-3297-3298-3299-3300-3301-3302-3303-3304-3305-3306-3307-3308-3309-3310-3311-3312-3313-3314-3315-3316-3317-3318-3319-3320-3321-3322-3323-3324-3325-3326-3327-3328-3329-3330-3331-3332-3333-3334-3335-3336-3337-3338-3339-3340-3341-3342-3343-3344-3345-3346-3347-3348-3349-3350-3351-3352-3353-3354-3355-3356-3357-3358-3359-3360-3361-3362-3363-3364-3365-3366-3367-3368-3369-3370-3371-3372-3373-3374-3375-3376-3377-3378-3379-3380-3381-3382-3383-3384-3385-3386-3387-3388-3389-3390-3391-3392-3393-3394-3395-3396-3397-3398-3399-3400-3401-3402-3403-3404-3405-3406-3407-3408-3409-3410-3411-3412-3413-3414-3415-3416-3417-3418-3419-3420-3421-3422-3423-3424-3425-3426-3427-3428-3429-3430-3431-3432-3433-3434-3435-3436-3437-3438-3439-3440-3441-3442-3443-3444-3445-3446-3447-3448-3449-3450-3451-3452-3453-3454-3455-3456-3457-3458-3459-3460-3461-3462-3463-3464-3465-3466-3467-3468-3469-3470-3471-3472-3473-3474-3475-3476-3477-3478-3479-3480-3481-3482-3483-3484-3485-3486-3487-3488-3489-3490-3491-3492-3493-3494-3495-3496-3497-3498-3499-3500-3501-3502-3503-3504-3505-3506-3507-3508-3509-3510-3511-3512-3513-3514-3515-3516-3517-3518-3519-3520-3521-3522-3523-3524-3525-3526-3527-3528-3529-3530-3531-3532-3533-3534-3535-3536-3537-3538-3539-3540-3541-3542-3543-3544-3545-3546-3547-3548-3549-3550-3551-3552-3553-3554-3555-3556-3557-3558-3559-3560-3561-3562-3563-3564-3565-3566-3567-3568-3569-3570-3571-3572-3573-3574-3575-3576-3577-3578-3579-3580-3581-3582-3583-3584-3585-3586-3587-3588-3589-3590-3591-3592-3593-3594-3595-3596-3597-3598-3599-3600-3601-3602-3603-3604-3605-3606-3607-3608-3609-3610-3611-3612-3613-3614-3615-3616-3617-3618-3619-3620-3621-3622-3623-3624-3625-3626-3627-3628-3629-3630-3631-3632-3633-3634-3635-3636-3637-3638-3639-3640-3641-3642-3643-3644-3645-3646-3647-3648-3649-3650-3651-3652-3653-3654-3655-3656-3657-3658-3659-3660-3661-3662-3663-3664-3665-3666-3667-3668-3669-3670-3671-3672-3673-3674-3675-3676-3677-3678-3679-3680-3681-3682-3683-3684-3685-3686-3687-3688-3689-3690-3691-3692-3693-3694-3695-3696-3697-3698-3699-3700-3701-3702-3703-3704-3705-3706-3707-3708-3709-3710-3711-3712-3713-3714-3715-3716-3717-3718-3719-3720-3721-3722-3723-3724-3725-3726-3727-3728-3729-3730-3731-3732-3733-3734-3735-3736-3737-3738-3739-3740-3741-3742-3743-3744-3745-3746-3747-3748-3749-3750-3751-3752-3753-3754-3755-3756-3757-3758-3759-3760-3761-3762-3763-3764-3765-3766-3767-3768-3769-3770-3771-3772-3773-3774-3775-3776-3777-3778-3779-3780-3781-3782-3783-3784-3785-3786-3787-3788-3789-3790-3791-3792-3793-3794-3795-3796-3797-3798-3799-3800-3801-3802-3803-3804-3805-3806-3807-3808-3809-3810-3811-3812-3813-3814-3815-3816-3817-3818-3819-3820-3821-3822-3823-3824-3825-3826-3827-3828-3829-3830-3831-3832-3833-3834-3835-3836-3837-3838-3839-3840-3841-3842-3843-3844-3845-3846-3847-3848-3849-3850-3851-3852-3853-3854-3855-3856-3857-3858-3859-3860-3861-3862-3863-3864-3865-3866-3867-3868-3869-3870-3871-3872-3873-3874-3875-3876-3877-3878-3879-3880-3881-3882-3883-3884-3885-3886-3887-3888-3889-3890-3891-3892-3893-3894-3895-3896-3897-3898-3899-3900-3901-3902-3903-3904-3905-3906-3907-3908-3909-3910-3911-3912-3913-3914-3915-3916-3917-3918-3919-3920-3921-3922-3923-3924-3925-3926-3927-3928-3929-3930-3931-3932-3933-3934-3935-3936-3937-3938-3939-3940-3941-3942-3943-3944-3945-3946-3947-3948-3949-3950-3951-3952-3953-3954-3955-3956-3957-3958-3959-3960-3961-3962-3963-3964-39

ИЗМ. № 01
ИЗМ. № 02
ИЗМ. № 03
ИЗМ. № 04
ИЗМ. № 05
ИЗМ. № 06
ИЗМ. № 07
ИЗМ. № 08
ИЗМ. № 09
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
ИЗМ. № 23
ИЗМ. № 24
ИЗМ. № 25
ИЗМ. № 26
ИЗМ. № 27
ИЗМ. № 28
ИЗМ. № 29
ИЗМ. № 30
ИЗМ. № 31
ИЗМ. № 32
ИЗМ. № 33
ИЗМ. № 34
ИЗМ. № 35
ИЗМ. № 36
ИЗМ. № 37
ИЗМ. № 38
ИЗМ. № 39
ИЗМ. № 40
ИЗМ. № 41
ИЗМ. № 42
ИЗМ. № 43
ИЗМ. № 44
ИЗМ. № 45
ИЗМ. № 46
ИЗМ. № 47
ИЗМ. № 48
ИЗМ. № 49
ИЗМ. № 50
ИЗМ. № 51
ИЗМ. № 52
ИЗМ. № 53
ИЗМ. № 54
ИЗМ. № 55
ИЗМ. № 56
ИЗМ. № 57
ИЗМ. № 58
ИЗМ. № 59
ИЗМ. № 60
ИЗМ. № 61
ИЗМ. № 62
ИЗМ. № 63
ИЗМ. № 64
ИЗМ. № 65
ИЗМ. № 66
ИЗМ. № 67
ИЗМ. № 68
ИЗМ. № 69
ИЗМ. № 70
ИЗМ. № 71
ИЗМ. № 72
ИЗМ. № 73
ИЗМ. № 74
ИЗМ. № 75
ИЗМ. № 76
ИЗМ. № 77
ИЗМ. № 78
ИЗМ. № 79
ИЗМ. № 80
ИЗМ. № 81
ИЗМ. № 82
ИЗМ. № 83
ИЗМ. № 84
ИЗМ. № 85
ИЗМ. № 86
ИЗМ. № 87
ИЗМ. № 88
ИЗМ. № 89
ИЗМ. № 90
ИЗМ. № 91
ИЗМ. № 92
ИЗМ. № 93
ИЗМ. № 94
ИЗМ. № 95
ИЗМ. № 96
ИЗМ. № 97
ИЗМ. № 98
ИЗМ. № 99
ИЗМ. № 100

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однорезной абразивной детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы				
операции	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{вс}	T _{пз}		T _{шт}	T _{штк}		
010	3	2. Точить поверхность выдержав 1 и 2.				Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18877-73		4	48	9	3	0,8		600	98									
	4	4. Точить поверхность 4, выдержав 0,23.				Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18879-73		3	48	7	2	0,8		600	98	0,43	0,25	12	10,68	10,70				
	5	5. Точить поверхность 5, выдержав 0,24.				Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18879-73		5	24	4	0,7	0,8		600	98	1								
	6	6. Снять фаску 6, выдержав размер А23.				Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18062-72	Шаблон фасочный	1	10	3	2	0,8		600	98	0,42								
	1	1. Снять фаски 13, выдержав размер А24.				Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18062-72	Шаблон фасочный	1	48	2	1	0,8		600	98	0,02	0,25	12	10,27	10,29				
			Токарно-винторезный 16ГС25Ф3С			Патрон специальный ТМ 10010070-00 СБ																		

ИШНПТ-154.А0007.00.00.03
Лист 3

ЮРЛС-ЭД/02/ЧЕРТЕЖИ
Изд. № 001
Лист № 001
Дата

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однорезер. абраз. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки				Нормы времени, мин					Разряд работы				
операции	перехода					7	8						Подача		16	17	18	19	20	21	22					
													мм/об	мм/мин									Частота об/мин	Скорость резания, м/мин		
020	1	Установить и снять деталь Сверлильная 1. Сверлить 2 отверстия 14, выдержав размер А31.		Вертикально-сверлильный станок 2М112	Тиски 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Сверло спиральное Ф3,24 Р6М5 ГОСТ 4010-77	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89		2	3,24	6	162	0,14	42	200	31										
	2	2. Снять фаски 15, выдержав размер А32				Зеркалка Р6М5 ГОСТ 14,953-80 Т15К6				1	3,24	2	1	0,8	560	600	98	0,32	0,16	8	7,48	7,50				
	3	3. Нарезать 2 резьбы 16, выдержав размер D31.				Резец резьбовой с рамблеческой пластиной Т15К6				1	4,5	6	162	0,8	560	600	98	0,04								
025		Слесарная 1. Убрать заусенцы 2. Прочистить резьбы и отверстия.																								
020		Контрольная 1. Измерить размеры детали.																								

ИШНПТ-154.0007.00.00.03

Приложение приспособления

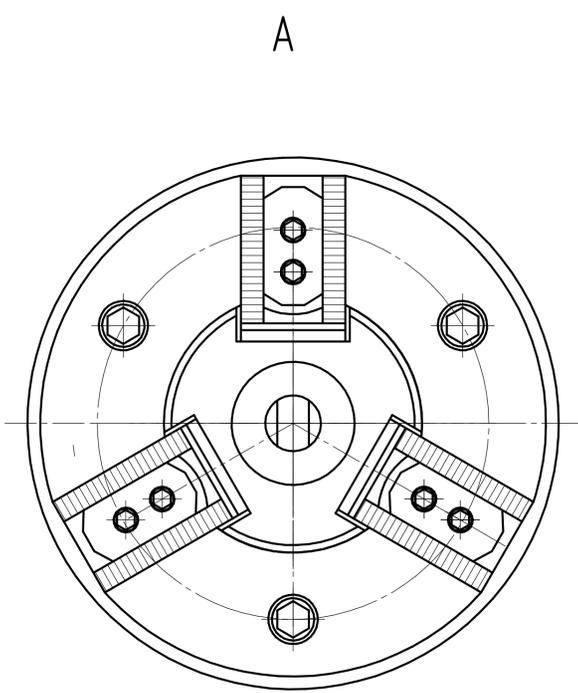
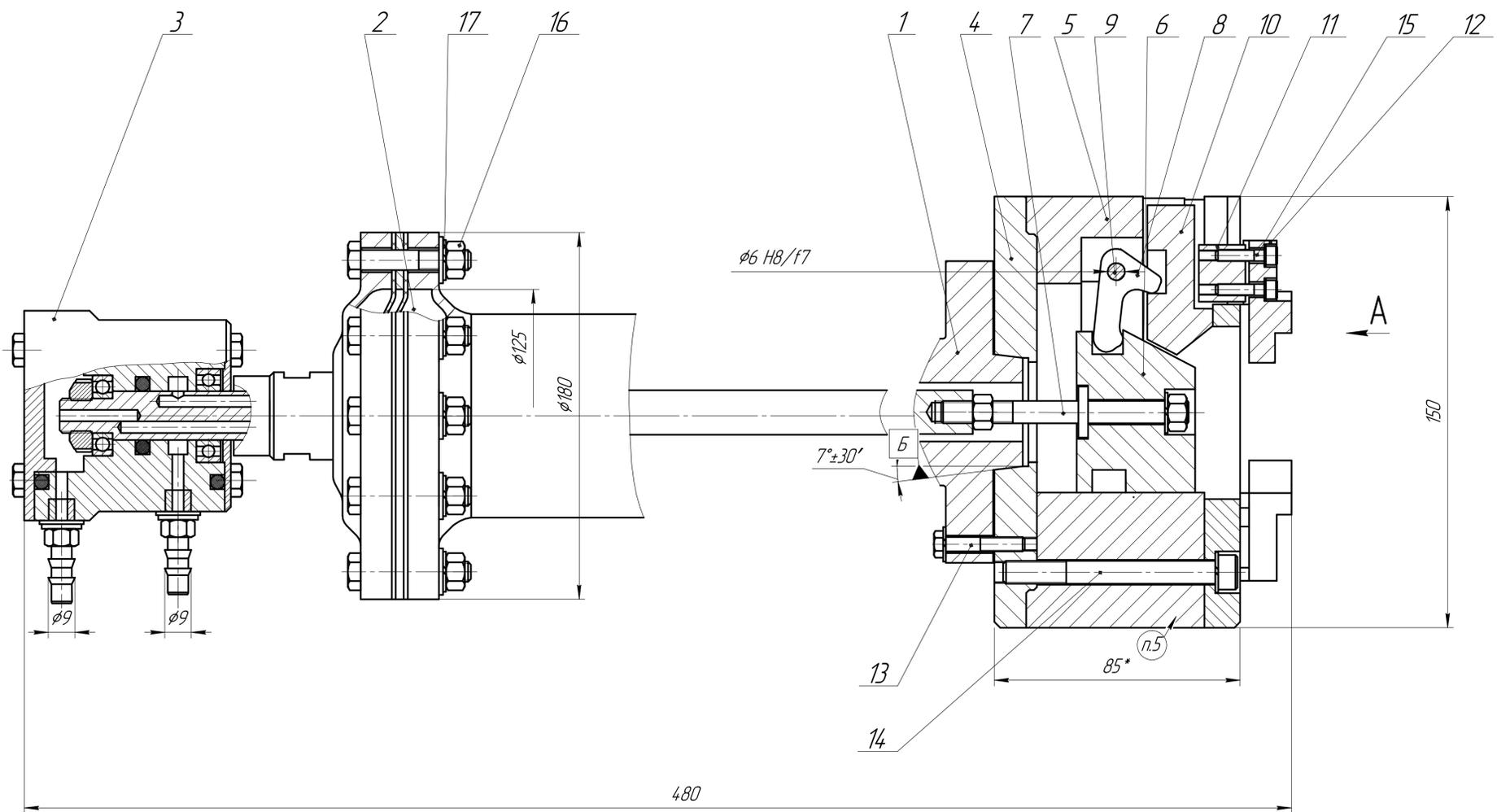
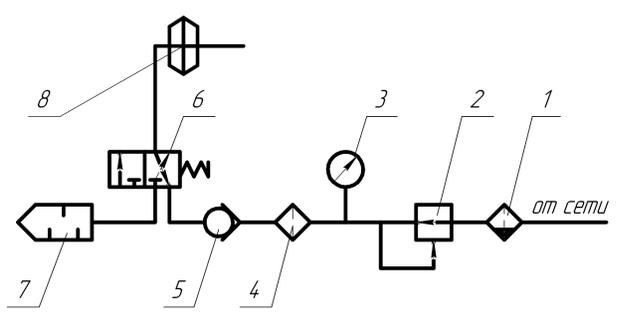


Схема включения пневмокамеры в пневмосеть



- 1 - Фильтр-влагоотделитель;
- 2 - Клапан предохранительный;
- 3 - Манометр;
- 4 - Маслораспылитель;
- 5 - Обратный клапан;
- 6 - Пневмораспределитель;
- 7 - Глушитель;
- 8 - Пневмокамера.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

- 1. Давление воздуха в системе 0,63 МПа
- 2. Сила на штоке 3375 Н
- 3. Ход штока до 20 мм
- 4. Габариты 480, 150 мм.
- 5. масса приспособления 20кг

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

- 1. Шток должен двигаться без заклиниваний и рыбок
- 3. Поверхности трущихся деталей смазать смазкой ЦИАТИМ-202 ГОСТ 1110-75
- 4. Грунт ЭП-09Тк,серый,ТУ ЯН-268-61 Шпаклевка ХВ-00-4,серая, ГОСТ 10277-62 Краска-эмаль ЭП-51, серая ГОСТ 9640-75
- 5. Маркировать приспособления ударным способом шрифтом 5-ПрЗ ГОСТ 26.008-85.

				ИШНПТ-154А0007.00.00.04 СБ				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Патрон специальный	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Л/о	Чэнлинь						1:1
Проб.	Кудвинов К.А.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ		Группа 154А81
Исполн.					Утв.		Формат А1	
Копировал								

ИШНПТ-154А0007.00.00.04 СБ
 ТПУ ИШНПТ
 Группа 154А81
 Формат А1
 Не для коммерческого использования

Приложение спецификации

Форм	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол	Примечания
				<u>Документация</u>		
A1			ТМ 10010070-00.00 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ТМ 10010070-01.00	Полумуфта	1	
		2	ТМ 10010070-02.00	Пневмокамера ГОСТ9887-62	1	
		3	ТМ 10010070-03.00	Пневмораспределитель	1	
				<u>Детали</u>		
		4	ТМ 10010070-00.04	Основа	1	Ст3
		5	ТМ 10010070-00.05	Корпус	1	Ст3
		6	ТМ 10010070-00.06	Муфта	1	Сталь45
		7	ТМ 10010070-00.07	Шток	1	Сталь45
		8	ТМ 10010070-00.08	Рычаг	3	Ст3
		9	ТМ 10010070-00.09	Ось	3	Ст3
		10	ТМ 10010070-00.10	Ползун	3	Ст3
		11	ТМ 10010070-00.11	Зажим	3	Ст3
		12	ТМ 10010070-00.12	Кулачок	3	Ст3
ИШНПТ-154А0007.00.00.04 СП						
Изм	Лист	№докум.	Подп.	Дата		
Разраб		Ло Чэнлинь			Лит	Лист
Провер		Кувшинов К.А.				Листов
						1
						2
Н.Контр					ТПУ ИШНПТ Группа 154А81	
УТВ						

