

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали "Сопло"

УДК 621.81–2–047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ли Миньян		07.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель (ОМШ, ИШНПТ)	Цыганков Р. С.			07.06.2022

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.		07.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	Д.т.н.		07.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е. А.	К.т.н.		07.06.2022

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) Отделение 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

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Ли Миньян

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали "Сопло"	
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	Цыганков Р.С.
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)	Цыганков Р.С.			13.12.2021
Задание принял к исполнению студент:				
Группа	ФИО	Подпись	Дата	
154A81	Ли Миньян		13.12.2021	

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 104 страниц, 3 припусков, 21 таблиц, 5 источников, 2 приложений.

Ключевые слова: технологический процесс, режимы резания, оправка динамометрическая, припуски, контрольно-измерительное приспособление.

Объектом изучения является: чертеж и технологический процесс детали «Сопло».

Цель дипломной работы: разработка технологического процесса изготовления детали «Сопло».

Работа состоит из четырёх частей: технологическая, конструкторская, экономическая и социальная ответственность.

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

Технологическая часть состоит из разделов по определению типа производства, анализ конструкции детали, расчет режимов резания, расчет основного времени, определение штучно-калькуляционного времени, расчет допусков, припусков и технологические размеры.

THE REPORT

The graduate qualification work contains: 104 pages, 3 allowances, 23 tables, 5 sources, 2 appendices.

Key words: technological process, cutting regimes, torque mandrel, allowances, inspection and measuring equipment.

The object of the study is the drawing and the technological process of the part "Nozzle".

The aim of the thesis is to develop the technological process of the part "Nozzle".

The work consists of four parts: technological, design, economic and social responsibility.

The paper outlines the rationale for the execution of the thesis, the analysis of the part drawing and its manufacturability, determined the type of production, described the principle of choice of the blank in accordance with its material and serial production, made a drawing of the blank, the route of part processing with the presentation of operational drawings and description of transitions for each operation, calculated allowances for machining and technological dimensions, made dimensional analysis of technological process with specification of technological dimensions, calculated cutting conditions for each technological. The technological part consists of sections on determining the type of production, analysis of the part's design, cutting conditions, calculation of basic time, piece-calculation time, calculation of tolerances, allowances and technological dimensions.

Содержение

Введение	10
1. Технологическая часть	12
1.1 Исходные данные	12
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	13
1.3 Выбор типа производства	14
1.4 Анализ выбора заготовки	17
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления сопла	18
1.6 Размерная схема механического процесса изготовления детали сопло.....	26
1.7 Допуски на конструкторские размеры	28
1.8 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	30
1.9 Расчет припусков на диаметральные размеры	36
1.10 Подбор технологического оборудования	44
1.11 Выбор инструмента и расчет режимов резания	47
1.12 Определение норм времени.....	78
2. Конструкторская часть	84
2.1. Анализ исходных данных	84
2.2. Описание работы и принцип зажимного устройства.....	85
2.3. Силовой расчет зажимного устройства.....	86
2.4 Определение необходимой силы зажима	88
2.5 Расчет приспособления на точность.....	90
2.6 Анализ технологичности конструкции.	91
2.7 Общая информация	91
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	93
3.1 Общая информация	93
3.2 Анализ конкурентных технических решений	93
3.3 SWOT-анализ	95
3.4 Планирование научно-исследовательских работ	97
3.5 Бюджет научно-технического исследования	99
3.5.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	99
3.5.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	99
3.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы	100
3.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	102
3.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	103
3.5.6 Накладные расходы	103
3.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	104
3.5.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	104

4. Социальная ответственность	108
4.1 Техногенная безопасность.....	110
4.1.1 Анализ вредных факторов производственной среды.....	110
4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой	118
4.2 Региональная безопасность	119
4.2.1 Защита атмосферы	119
4.2.2 Защита гидросферы	121
4.2.3 Защита литосферы	123
4.3 Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности	126
4.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений	128
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	129
Выводы по разделу	132
Заключение.....	133
Список литературы.....	134

Введение

Машиностроение является ключевой отраслью в индустриальном обществе, уровень её развития показывает экономическую мощь страны и военный потенциал. При переходе в информационное общество машиностроение не потеряло своей ключевой роли, так как именно разработка и создание средств производства обеспечивает экономическую независимость и безопасность государства.

В технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (использование высокопроизводительных станков, точных и надёжных приспособлений, инструментов с повышенной производительностью и стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Актуальность темы дипломного проекта определяется необходимостью разработки технологии изготовления детали «Цилиндр» для последующего изготовления этой детали в серийном производстве. Цилиндр - это плоская деталь с поверхностями вращения, имеющая равномерно расположенные отверстия для её закрепления в корпусе механизма или узла с помощью болтов или шпилек, имеющая сопрягаемые поверхности для её крепления в корпусе механизма и для установки в ней других деталей, например, подшипников.

Целью данной работы является разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали, выданной предприятием, на котором планируется её обработка.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задачи: выбор заготовки, рациональных способов обработки, оборудования и режущих инструментов, составление технологического процесса, выполнение размерного анализ техпроцесса, расчёт режимов резания и норм времени изготовления детали, проектирование приспособлений и технологической оснастки для выполнения каждой операции, разработка вопросов финансового менеджмента и обеспечение безопасности работы.

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

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

В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали.

1.1 Исходные данные

Technical drawing of a mechanical part, showing a cross-section and a detail view (B).

Dimensions and Tolerances:

- Overall width: 34
- Overall height: 22
- Internal width: 20
- Internal height: 10
- Internal width: 3
- Internal height: 5
- Internal width: 16
- Internal height: 20
- Internal width: 3
- Internal height: 15
- Internal width: 15
- Internal height: 15
- Internal width: 30.5
- Internal height: 1
- Internal width: 2
- Internal height: 15
- Internal width: 18
- Internal height: 15
- Internal width: 13
- Internal height: 16
- Internal width: 15
- Internal height: 16
- Internal width: 20
- Internal height: 20

Surface Textures:

- Top surface: $Ra 1.6$
- Bottom surface: $Ra 10.0$

Detail View B:

- Overall width: 34
- Overall height: 22
- Internal width: 20
- Internal height: 10
- Internal width: 3
- Internal height: 5
- Internal width: 16
- Internal height: 20
- Internal width: 3
- Internal height: 15
- Internal width: 15
- Internal height: 15
- Internal width: 30.5
- Internal height: 1
- Internal width: 2
- Internal height: 15
- Internal width: 18
- Internal height: 15
- Internal width: 13
- Internal height: 16
- Internal width: 15
- Internal height: 16
- Internal width: 20
- Internal height: 20

Table:

№ п/п	№ документа	Имя файла	Имя пользователя	Дата	Время	Статус	Комментарий
1	ИМ	ИМ	ИМ	ИМ	ИМ	ИМ	ИМ

Technical Specifications:

- Material: 1714
- Heat Treatment: $h14, \pm \frac{1}{2}$
- Surface Finish: $Ra 1.6$
- Surface Finish: $Ra 10.0$

Title Block:

Имя документа: ИМ
Имя файла: ИМ
Имя пользователя: ИМ
Дата: ИМ
Время: ИМ
Статус: ИМ
Комментарий: ИМ

12

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – сопло изготовлено из сталь 2Х18Н10Т ГОСТ 5632–72, которое легко поддается механической обработке. Деталь имеет достаточно простую конструкцию, поэтому механическую обработку можно выполнять на универсальных станках и использовать простой инструмент. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra 3,2. Требований к термообработке нет.

Деталь в основном обрабатывается на токарном станке и кругло шлифовальном станке.

Шероховатость в диаметре $\varnothing 6^{+0,012}$ 7 квалитет, в диаметре $\varnothing 9^{+0,015}$ составляет Ra 1,6, что требуют дополнительной чистовой обработки.

1.3 Выбор типа производства

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з,0}$ по формуле (1,1) [2]. Он показывает отношение всех различных технологических операций, выполняемых или подлежащих для выполнения подразделением в течение месяца, к числу рабочих мест.

Определим коэффициент закрепления:

$$K_{з,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} \quad (1,1).$$

где t_B - такт выпуска деталей, мин; T_{cp} - средняя трудоемкость операций, мин.

Такт производства:

$$t_B = \frac{60 \times F_d}{N} \quad (1,2).$$

где F_d - действительный годовой фонд времени оборудования, равный 4029 ч. N - годовой объем выпуска деталей, равный 7000 шт.

Тогда по формуле (1,2) [2]:

$$t_B = 60 \times \frac{4029}{7000} = 34,534 \text{ мин.}$$

Среднее трудоемкость операций по формуле [2]:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ши}}{n} \quad (1,3).$$

где $T_{ши}$ - штучное время i -ой операции изготовления детали; n - число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время i -ой операции определяется по формуле [2]:

$$T_{ши} = \varphi_{ki} \times T_{0i} \quad (1,4).$$

где φ_{ki} - коэффициент, зависящий от вида станка; T_{0i} - основное технологическое время i -ой операции, мин.

Рассчитываем технологическое время операций по формулам из пособия [2]:

(1) Заготовительная:

$$T_0 = 0,19 \times D_2 \times 10^{-3}.$$

Тогда:

$$T_0 = 0,19 \times 36^2 \times 10^{-3} = 0,246 \text{ мин.}$$

(2) Токарная:

$$T_1 = [0,037 \times (D^2 - d^2) + 0,1 \times d \times l + 0,1 \times d \times l + 0,52 \times d \times l + 0,18 \times d \times l + 0,18 \times d \times l + 0,1 \times d \times l + 0,21 \times d \times l + 19 \times d \times l] \times 10^{-3}.$$

Тогда:

$$T_1 = [0,037 \times (36^2 - 0^2) + 0,1 \times 16 \times 10 + 0,1 \times 13 \times 3 + 0,52 \times 6 \times 37 + 0,18 \times 9 \times 30,5 + 0,18 \times 13 \times 2 + 0,1 \times 20 \times 1 + 0,21 \times 16 \times 1 + 19 \times 16 \times 7] \times 10^{-3} = 2370,742 \times 10^{-3} = 2,37 \text{ мин.}$$

(3) Токарная:

$$T_2 = [0,037 \times (D^2 - d^2) + 0,1 \times d \times l + 0,1 \times d \times l + 0,1 \times d \times l + 0,18 \times d \times l + 0,1 \times d \times l + 0,1 \times d \times l + 0,21 \times d \times l + 0,21 \times d \times l + 0,1 \times d \times l + 19 \times d \times l] \times 10^{-3}.$$

Тогда:

$$T_2 = [0,037 \times (36^2 - 0^2) + 0,1 \times 22 \times 20 + 0,1 \times 20 \times 16 + 0,1 \times 18 \times 3 + 0,18 \times 13 \times 1,5 + 0,1 \times 18 \times 5 + 0,21 \times 18 \times 1 + 0,21 \times 20 \times 1 + 0,1 \times 30 \times 4 + 19 \times 20 \times 8] \times 10^{-3} = 3201,842 \times 10^{-3} = 3,20 \text{ мин.}$$

(4) Фрезерная

$$T_3 = [6 \times l + 6 \times l] \times 10^{-3}.$$

Тогда:

$$T_3 = [6 \times 18 + 6 \times 18] \times 10^{-3} = 216 \times 10^{-3} = 0,216 \text{ мин.}$$

(5) Чистовая токарная

$$T_4 = [1,5 \times d \times l + 1,5 \times d \times l] \times 10^{-3}.$$

Тогда:

$$T_4 = [0,15 \times 6 \times 2 + 1,5 \times 9 \times 28,5] \times 10^{-3} = 43,875 \times 10^{-3} = 0,44 \text{ мин.}$$

Рассчитаем штучное время i -ой операции по формуле (1,4):

$$T_{ш0} = \varphi_{k0} \times T_0 = 2,14 \times 0,246 = 0,53 \text{ мин.}$$

$$T_{ш1} = \varphi_{k1} \times T_1 = 2,14 \times 2,37 = 5,07 \text{ мин.}$$

$$T_{ш2} = \varphi_{k2} \times T_2 = 2,14 \times 3,20 = 6,85 \text{ мин.}$$

$$T_{ш3} = \varphi_{k3} \times T_3 = 1,84 \times 0,216 = 0,40 \text{ мин.}$$

$$T_{ш4} = \varphi_{k4} \times T_4 = 2,14 \times 0,44 = 0,94 \text{ мин.}$$

Среднее трудоёмкость операций рассчитаем по формуле (1,3), используя расчёты выше:

$$T_{cp} = \frac{0,53 + 5,07 + 6,85 + 0,40 + 0,94}{4} = 3,4475 \text{ мин.}$$

Определяем коэффициент закрепления по формуле (1,1):

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{34,534}{3,4475} = 10,017 \text{ мин.}$$

Так как $10 < K_{3,0} = 10,017 < 20$, то есть тип производства среднесерийны

1.4 Анализ выбора заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632–72), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (среднесерийное), выбираем в Сталь Свойства нержавеющей, рисунок 2.

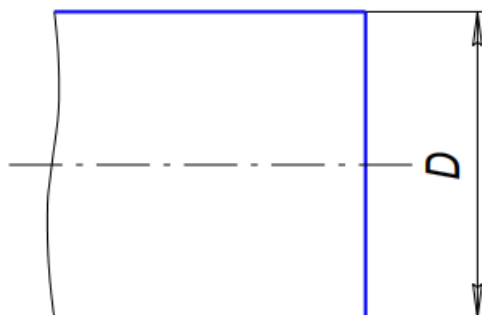


Рис.2 Эскиз заготовки

Механические свойства и химический состав приведены в таблице 1 ниже

Химический состав в %

таблица 1

Наименование	марка	Химический состав в %								
		примесь					Основной элемент			
		C	Mn	P	S	Si	Cr	Fe	Ni	Ti
Сталь	12Х18Н10Т	≤0,12	≤2,0	≤0,035	≤0,02	≤0,8	17-19	Ост.	9-11	5·С-0,8

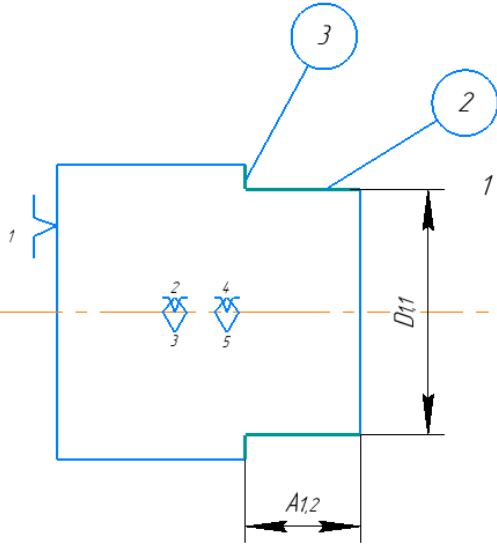
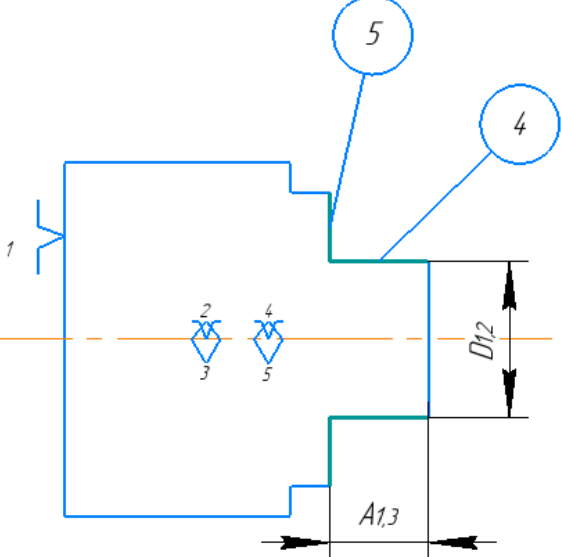
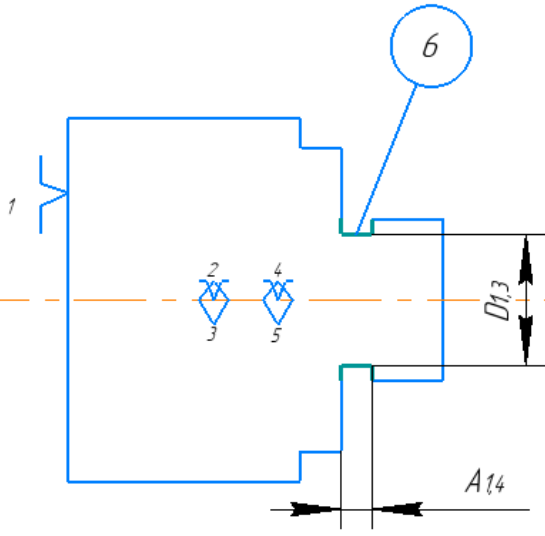
Сталь 12х18н10т – нержавеющая титаносодержащая сталь аустенитного класса. Химический состав регламентирован ГОСТ 5632–72 нержавеющих сталей аустенитного класса.

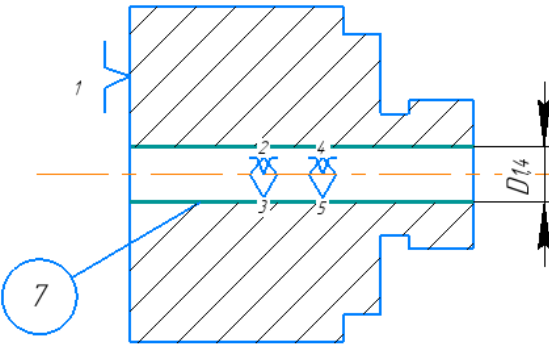
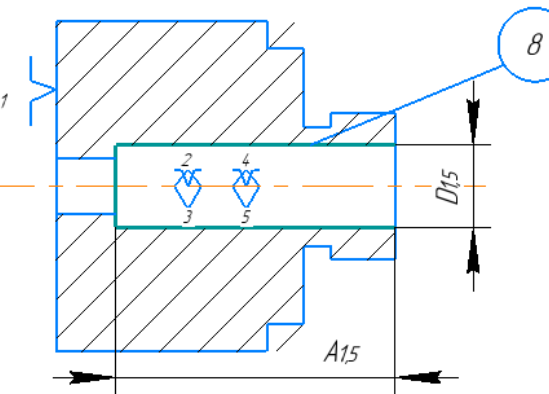
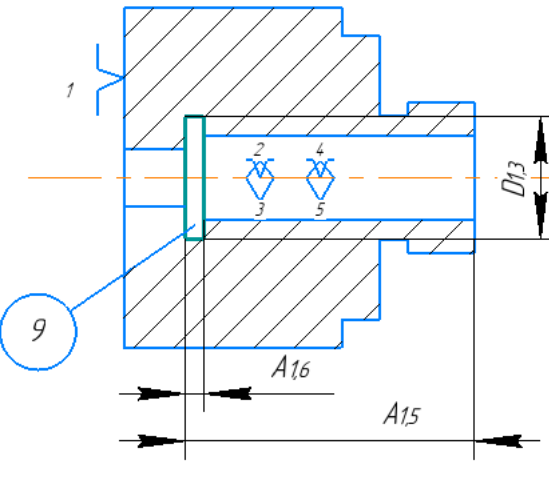
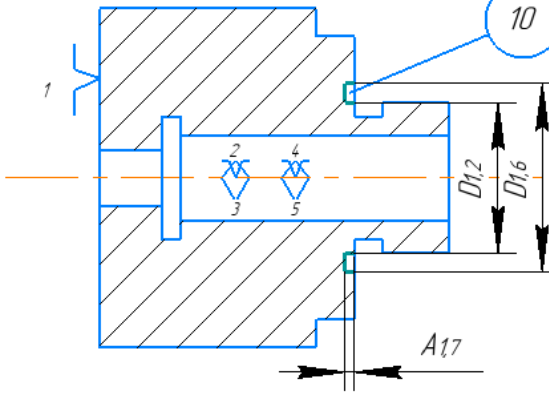
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления сопла

Маршрут технологии изготовления сопла приведен в таблице 2.

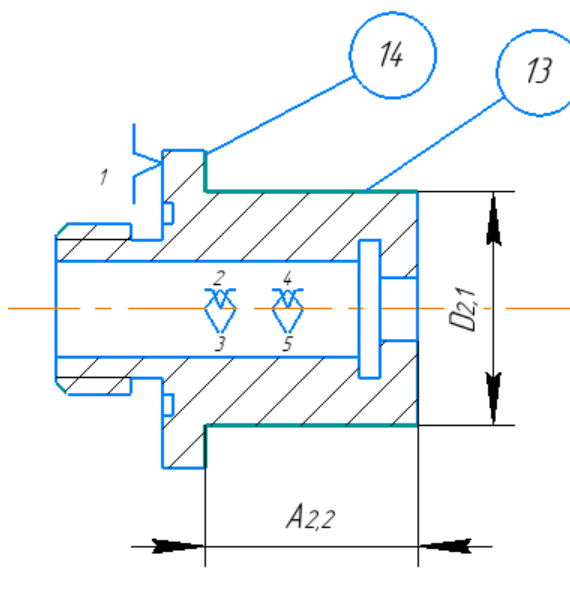
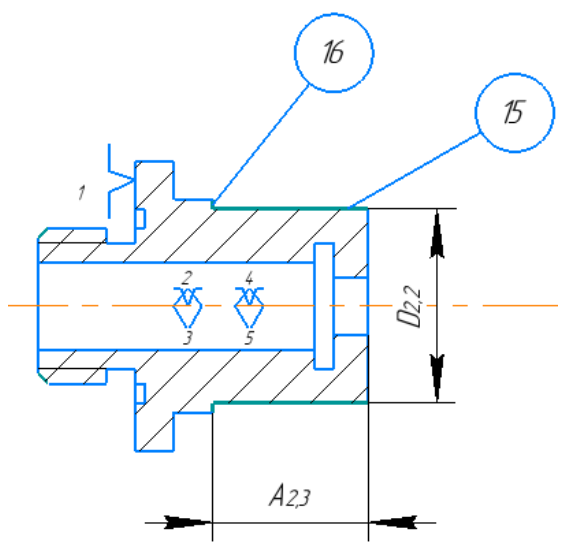
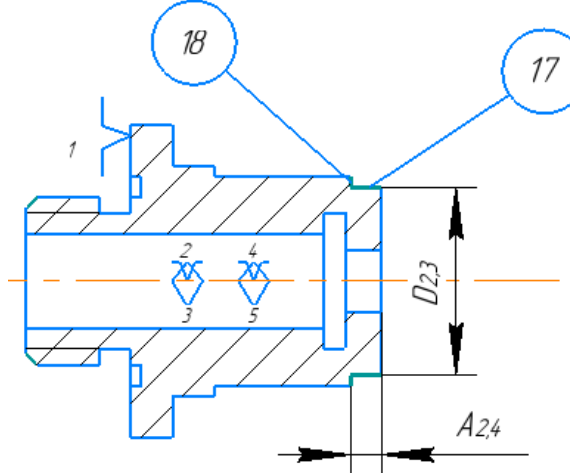
Таблица 2

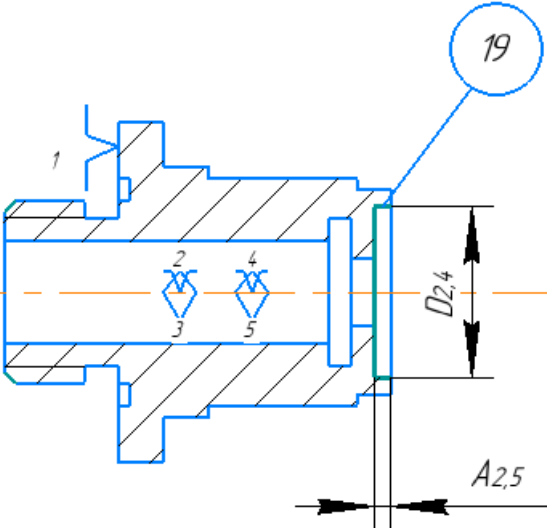
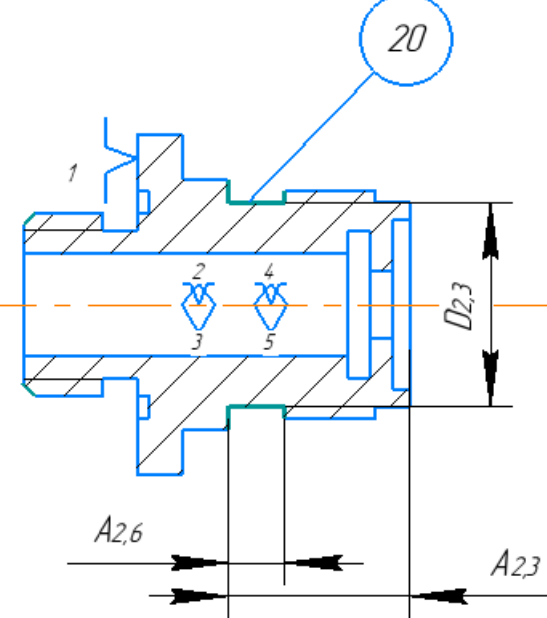
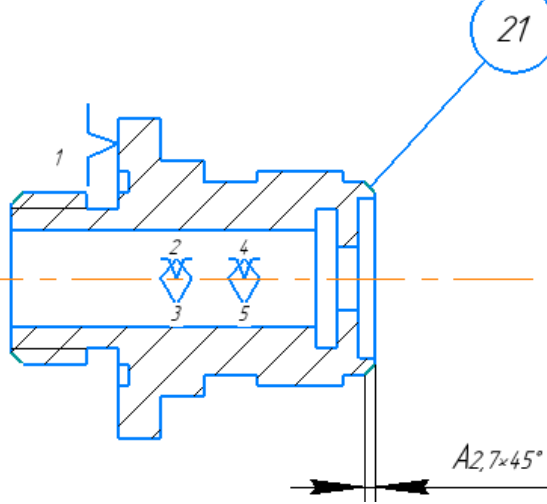
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операция	Переход		
005	1	Заготовительная Установить и закрепить заготовку;	
	2	Отрезать заготовку, выдержать размер A0.1, D0.1.	
010 0	1	Токарная Установить и закрепить заготовку;	
	2	Подрезать торец 1, выдержав размер A1.1.	

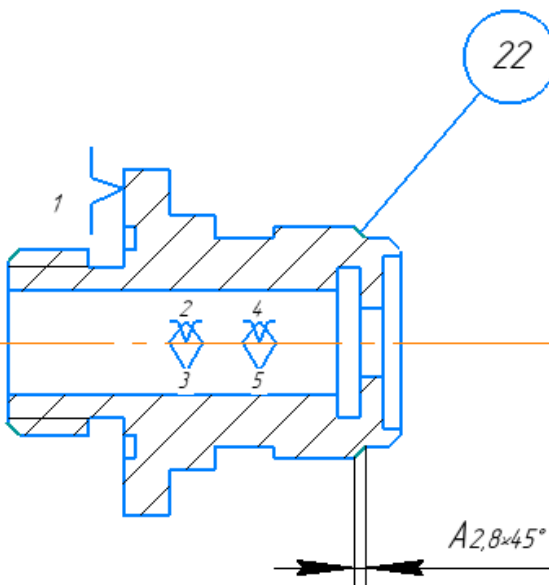
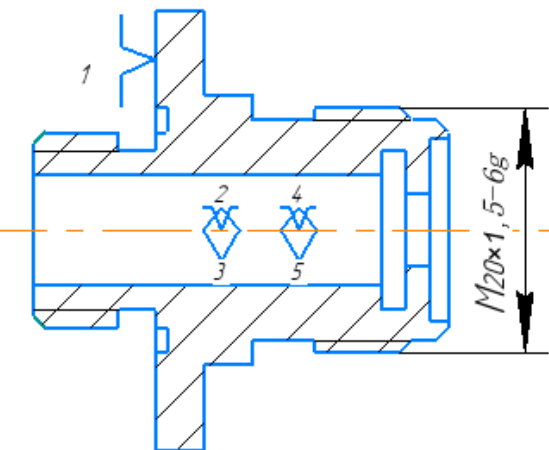
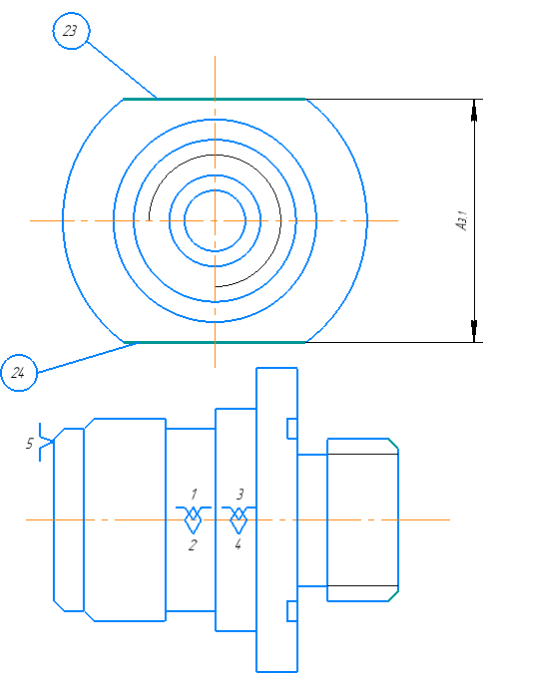
3	Точить поверхность 2, с образованием поверхности 3, выдержав размер A1.2, D1.1.	
4	Точить поверхность 4, с образованием поверхности 5, выдержав размер A1.3, D1.2.	
5	Точить канавку 6 диаметром D1.3, выдержав размер A1.4.	

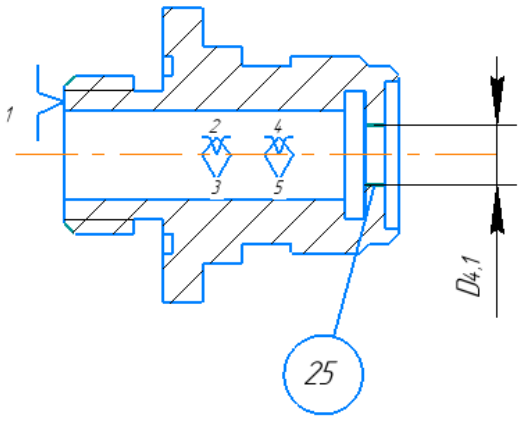
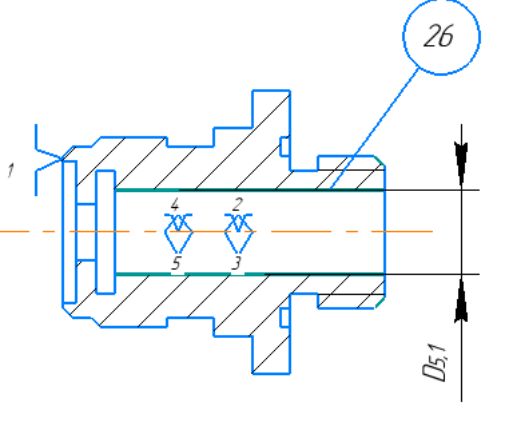
6	Центровать и сверлить отверстие 7 диаметром D1.4, выдержав размер A1.1.	
7	Центровать и сверлить отверстие 8 диаметром D1.5, выдержав размер A1.5.	
8	Точить канавку 9 диаметром D1.3, выдержав размер A1.5 и A1.6.	
9	Точить канавку 10 диаметром D1.2 и D1.6, выдержав размер A1.7.	

015	10	Точить фаску 11, выдерживая размеры $A1,8 \times 45^\circ$.	
	11	Нарезать резьбу $M16 \times 1,5-6g$	
	1	Токарная Установить и закрепить заготовку;	
	2	Подрезать торец 10 выдержав размер $A2,1$.	

	3 Точить поверхность 13, с образованием поверхности 14, выдержав размер A2,2 и D2,1.	 Technical drawing of a mechanical part showing the grinding of surface 13 to form surface 14. The drawing includes dimensions A2,2 and D2,1, and feature callouts 1, 2, 3, 4, 5.
	4 Точить поверхность 15, с образованием поверхности 16, выдержав размер A2,3 и D2,2	 Technical drawing of a mechanical part showing the grinding of surface 15 to form surface 16. The drawing includes dimensions A2,3 and D2,2, and feature callouts 1, 2, 3, 4, 5.
	5 Точить поверхность 17, с образованием поверхности 18, выдержав размер A2,4, D2,3.	 Technical drawing of a mechanical part showing the grinding of surface 17 to form surface 18. The drawing includes dimensions A2,4 and D2,3, and feature callouts 1, 2, 3, 4, 5.

6	Центровать и сверлить отверстие 19 диаметром D2.4, выдержав размер A2,5.	
7	Точить канавку 20 диаметром D2.3, выдержав размер A2,3 и A2,6.	
8	Точить фаску 19, выдерживая размеры A2,7×45°	

	9	Точить фаску 20, выдерживая размеры $A_{2,8 \times 45^\circ}$	
	10	Нарезать резьбу $M20 \times 1,5-6g$	
020	1	Фрезерная Установить заготовку Фрезеровать лыски 21 и 22 выдерживая размеры $A_{3.1}$	

025	1	Чистовая токарная Установить, закрепить и снять деталь.	
	2	Расточить поверхность 24, выдерживая размер D4,1.	
030	1	Чистовая токарная Установить, закрепить и снять деталь.	
	2	Расточить поверхность 25, выдерживая размер D5,1.	
035	1	Прмывочная	
040	1	Контрольная	

1.6 Размерная схема механического процесса изготовления детали сопло

Размерная схема механического процесса изготовления детали сопло приведена на рис.3.

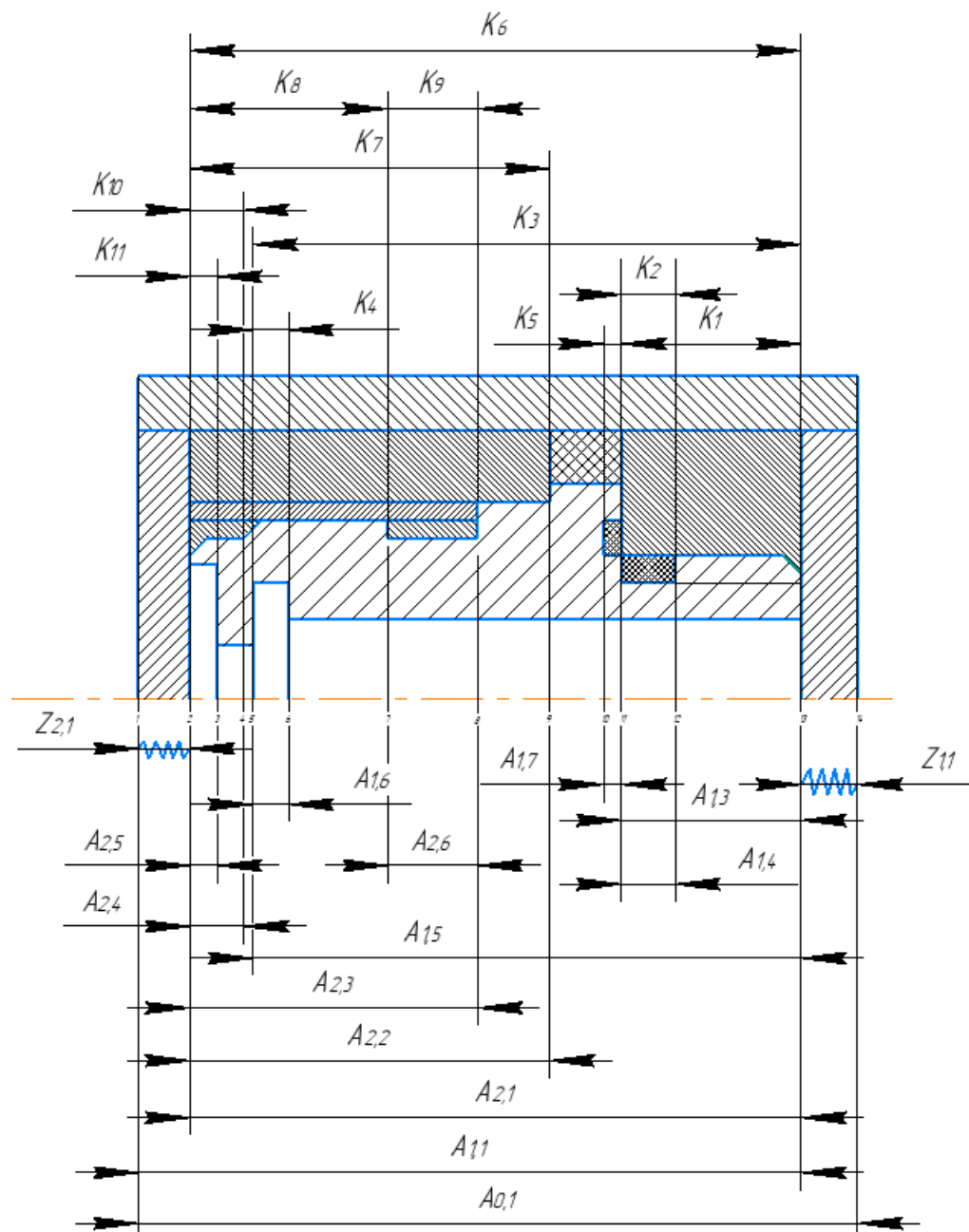


рис.3 Размерная схема осевых технологических размеров

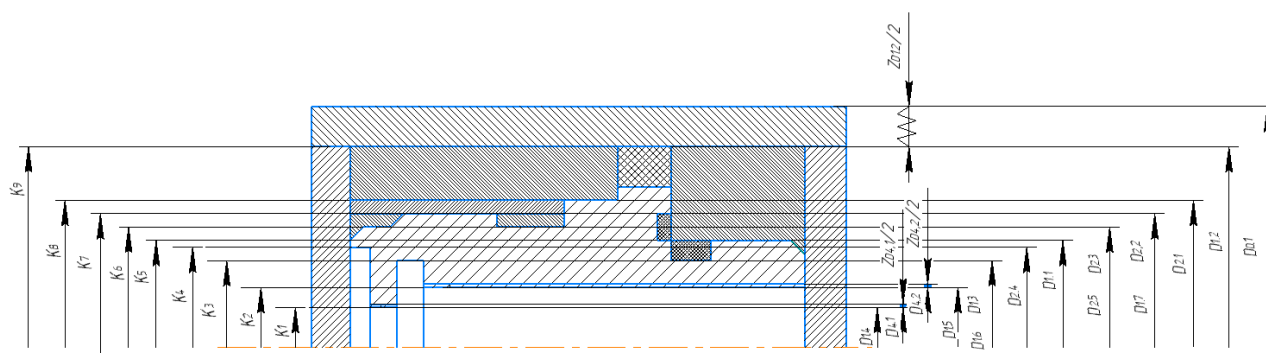


рис.3 Размерная схема диаметральных технологических размеров.

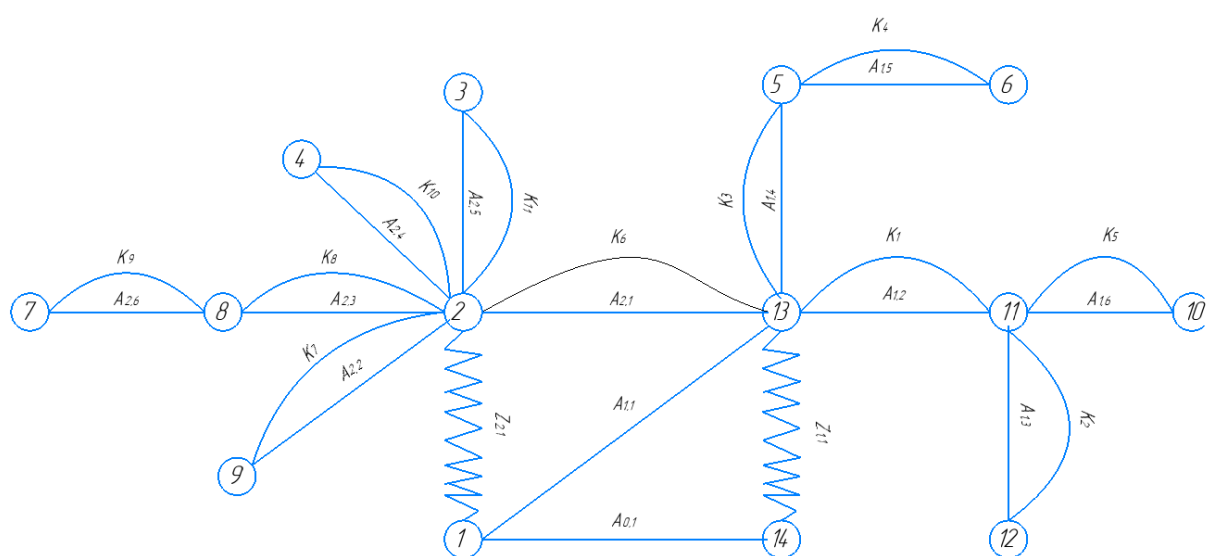


Рис. 4. Граф технологических размерных цепей

Проверка условий:

$$\sum_{\text{поверхности}} = \sum A + 1 = 13 + 1 = 14.$$

$$\sum(Z + K) = \sum A = 2 + 11 = 13.$$

1.7 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали определяем допуски на конструкторские размеры.

Размер $K_1=10_{\pm 0.18}$	Допуск $TK_1=0,36\text{мм}$
Размер $K_2=3^{+0.25}$	Допуск $TK_2=0,25\text{мм}$
Размер $K_3=30,5^{+0.62}$	Допуск $TK_3=0,62\text{мм}$
Размер $K_4=2^{+0.25}$	Допуск $TK_4=0,25\text{мм}$
Размер $K_5=1_{\pm 0.125}$	Допуск $TK_5=0,25\text{мм}$
Размер $K_6=34_{-0.62}$	Допуск $TK_6=0,62\text{мм}$
Размер $K_7=20_{\pm 0.26}$	Допуск $TK_7=0,52\text{мм}$
Размер $K_8=11_{\pm 0.22}$	Допуск $TK_8=0,44\text{мм}$
Размер $K_9=5_{-0.3}$	Допуск $TK_9=0,3\text{мм}$
Размер $K_{10}=3_{-0.25}$	Допуск $TK_{10}=0,25\text{мм}$
Размер $K_{11}=1,5^{+0.25}$	Допуск $TK_{11}=0,25\text{мм}$

Размер $K_1^D=6^{+0.012}$	Допуск $TK_1^D=0,012\text{мм}$
Размер $K_2^D=9^{+0.015}$	Допуск $TK_2^D=0,015\text{мм}$
Размер $K_3^D=13^{+0.43}$	Допуск $TK_3^D=0,43\text{мм}$
Размер $K_4^D=15^{+0.43}$	Допуск $TK_4^D=0,43\text{мм}$
Размер $K_5^D=16_{-0.43}$	Допуск $TK_5^D=0,43\text{мм}$
Размер $K_6^D=18^{+0.43}$	Допуск $TK_6^D=0,43\text{мм}$
Размер $K_7^D=20_{-0.52}$	Допуск $TK_7^D=0,52\text{мм}$
Размер $K_8^D=22_{\pm 0.26}$	Допуск $TK_8^D=0,52\text{мм}$
Размер $K_9^D=30_{-0.52}$	Допуск $TK_9^D=0,52\text{мм}$

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности

$$TD_i = \omega_c$$

где ω_c - статистическая погрешность, мм.

Тогда допуски на диаметральные размеры определим по приложению 1 в пособии равны:

$$TD_{0,1} = 40_{-0.31}^{+0.31} = 0.62\text{мм};$$

$$TD_{1,1} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{1,2} = 0,30+0,05=0,35\text{мм};$$

$$TD_{1,3} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{1,4} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{1,5} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{1,6} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{2,1} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{2,2} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{2,3} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{2,4} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{2,4} = 0,30\text{мм};$$

$$TD_{4,1} = 0,00\text{мм}$$

$$TD_{4,2} = 0,00\text{мм}$$

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными:

$$TA_i = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_b$$

где ω_c - статистическая погрешность, мм;

ρ_u - пространственное отклонение.

ε_b - погрешность базирования.

Тогда по формуле 1,6 рассчитаем допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{0,1} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_y = 0,25 + \sqrt{0,01^2 + 0,04^2} + 0,37 = 0,70\text{мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_c + \varepsilon_y = 0,25 + \sqrt{0,01^2 + 0,04^2} + 0,05 = 0,43\text{мм}$$

$$TA_{1,2} = \omega_c = 0,20\text{мм}$$

$$TA_{1,3} = \omega_c = 0,15\text{мм}$$

$$TA_{1,4} = \omega_c = 0,25\text{мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega_c = 0,08\text{мм}$$

$$TA_{1,6} = \omega_c = 0,08\text{мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \varepsilon_y = 0,25 + \sqrt{0,01^2 + 0,04^2} + 0,05 = 0,48\text{мм}$$

$$TA_{2,2} = \omega_c = 0,20\text{мм}$$

$$TA_{2,3} = \omega_c = 0,20\text{мм}$$

$$TA_{2,4} = \omega_c = 0,15\text{мм}$$

$$TA_{2,5} = \omega_c = 0,08\text{мм}$$

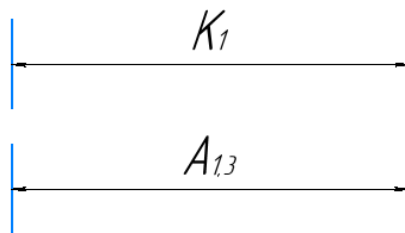
$$TA_{2,6} = \omega_c = 0,15\text{мм}$$

1.8 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле.

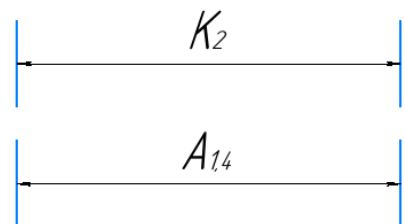
$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i.$$

Размерная цепь для размера K_1 .



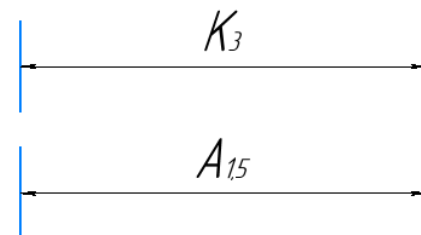
$$TK_1 = 0,36\text{мм}, TA_{1,3} = 0,2\text{мм}.$$

Размерная цепь для размера K_2 .



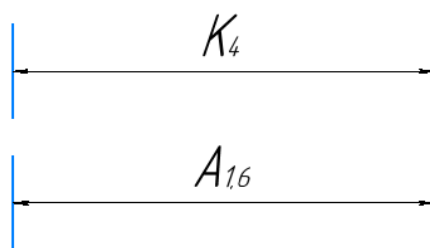
$$TK_2=0,25\text{мм}, TA_{1,4}= \omega_c=0,15\text{мм}$$

Размерная цепь для размера K_3 .



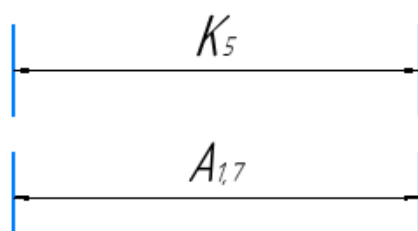
$$TK_3=0,62\text{мм}, TA_{1,5}= \omega_c=0,25\text{мм}$$

Размерная цепь для размера K_4 .



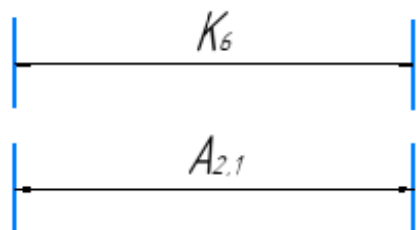
$$TK_4=0,25\text{мм}, TA_{1,6}= \omega_c=0,08\text{мм}$$

Размерная цепь для размера K_5 .



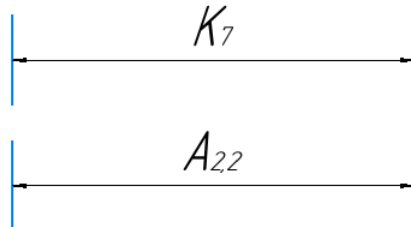
$$TK_5=0,25\text{мм}, TA_{1,7}= \omega_c=0,08\text{мм}$$

Размерная цепь для размера K_6 .



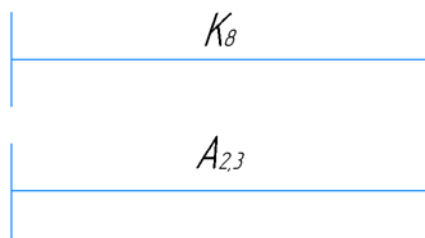
$$TK_6=0,62\text{мм}, TA_{2,1}= \omega_c=0,48\text{мм}$$

Размерная цепь для размера K_7 .



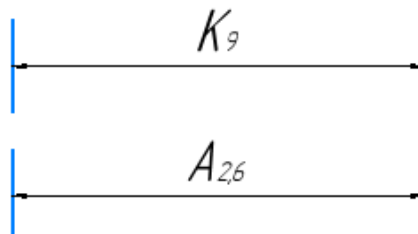
$$TK_7=0,52\text{мм}, TA_{2,2}= \omega_c=0,2\text{мм}$$

Размерная цепь для размера K_8 .



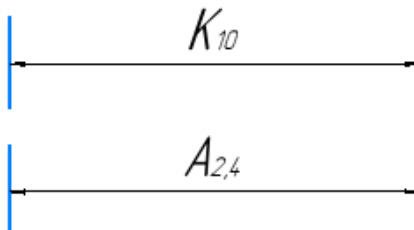
$$TK_8=0,44\text{мм}, TA_{2,3}=0,2\text{мм} \quad TA_{2,6}=0,15\text{мм}$$

Размерная цепь для размера K_9 .



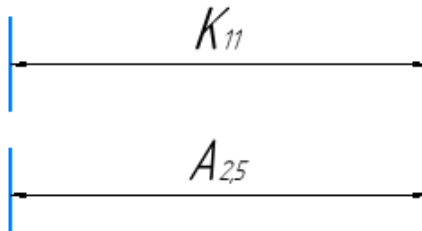
$$TK_9=0,3\text{мм}, TA_{2,6}= \quad \omega_c=0,15\text{мм}$$

Размерная цепь для размера K_{10} .



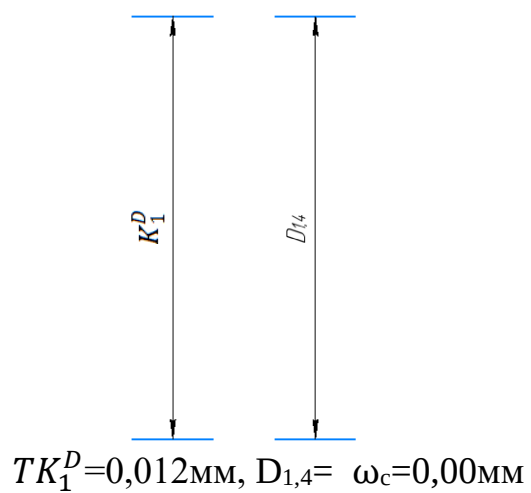
$$TK_{10}=0,25\text{мм} \quad TA_{2,4}= \quad \omega_c=0,15\text{мм}$$

Размерная цепь для размера K_{11} .

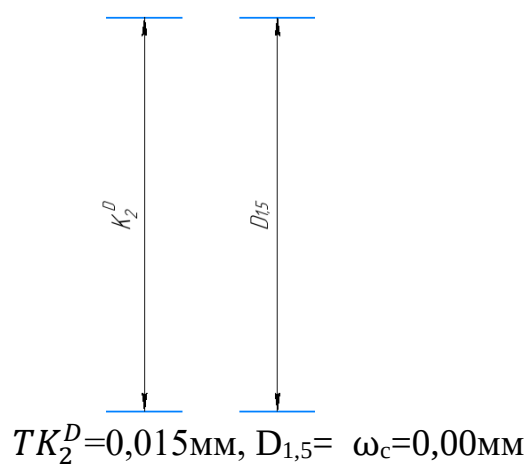


$$TK_{11}=0,25\text{мм}, TA_{2,5}= \quad \omega_c=0,08\text{мм}$$

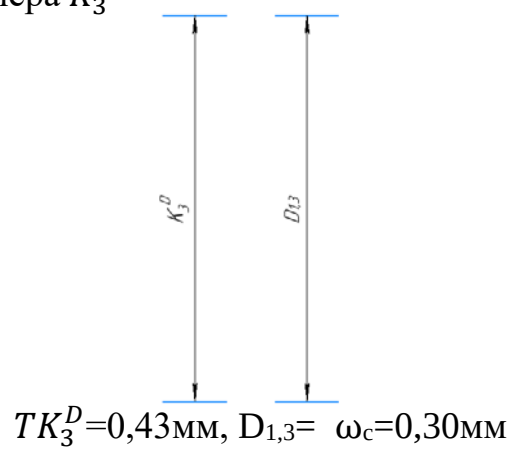
Размерная цепь для размера K_1^D .



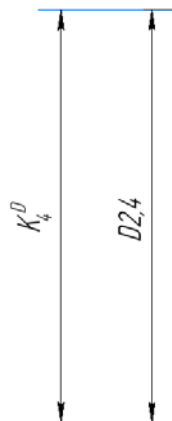
Размерная цепь для размера K_2^D



Размерная цепь для размера K_3^D



Размерная цепь для размера K_4^D



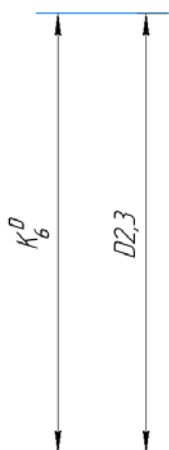
$$TK_4^D = 0,43 \text{ мм}, D_{1,2} = \omega_c = 0,30 \text{ мм}$$

Размерная цепь для размера K_5^D



$$TK_5^D = 0,43 \text{ мм}, D_{1,2} = \omega_c = 0,35 \text{ мм}$$

Размерная цепь для размера K_6^D



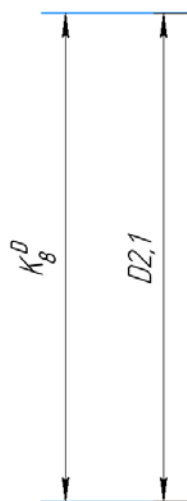
$$TK_6^D = 0,43 \text{ мм}, D_{1,2} = \omega_c = 0,30 \text{ мм}$$

Размерная цепь для размера K_7^D



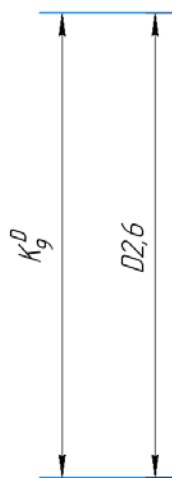
$$TK_7^D = 0,52 \text{ мм}, D_{1,2} = \omega_c = 0,30 \text{ мм}$$

Размерная цепь для размера K_8^D



$$TK_8^D = 0,52 \text{ мм}, D_{2,1} = \omega_c = 0,30 \text{ мм}$$

Размерная цепь для размера K_9^D



$$TK_9^D = 0,52 \text{ мм}, D_{2,6} = \omega_c = 0,30 \text{ мм}$$

1.9 Расчет припусков на диаметральные размеры

Определим минимальные припуски по формуле для диаметральных размеров и по формуле для осевых размеров:

$$Z_i^{Dmin} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}).$$

где Z_i^{Dmin} - минимальный припуск на длину для рассматриваемой обработки, мкм; Rz_{i-1} - шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм; h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм; ρ_{i-1} - суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм; ε_i - погрешность установки и закрепления.

$$Z_i^{min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}.$$

где Z_i^{min} - минимальный припуск на длину для рассматриваемой обработки, мкм; Rz_{i-1} - шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм; h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм; ρ_{i-1} - суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм.

1) Припуски $Z_{1,2}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1,2}^{Dmin} = 2 \times (0,08 + 0,1 + \sqrt{0,02^2 + 0,37^2}) = 1 \text{ мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,2}^D = TD_{1,2} + TD_{0,1} = 1 + 0,62 = 1,62 \text{ мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,2}^{Dmax} = Z_{1,2}^{Dmin} + TZ_{1,2}^D = 1 + 1,62 = 2,62 \text{ мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,2}^{Dcp} = \frac{Z_{1,2}^{Dmin} + Z_{1,2}^{Dmax}}{2} \pm \frac{TZ_{1,2}^D}{2} = \frac{1 + 2,62}{2} \pm \frac{1,62}{2} = 1,81 \pm 0,81 \text{ мм.}$$

2) Припуски $Z_{4,1}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{4,1}^{Dmin} = 2 \times (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,015^2 + 0,5^2}) = 1,18\text{мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{4,1}^D = TD_{4,1} + TD_{1,4} = 0 + 0,3 = 0,3\text{мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4,1}^{Dmax} = Z_{4,1}^{Dmin} + TZ_{4,1}^D = 1,18 + 0,3 = 1,48\text{мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4,1}^{Dcp} = \frac{Z_{4,1}^{Dmin} + Z_{4,1}^{Dmax}}{2} \pm \frac{TZ_{4,1}^D}{2} = \frac{1,18 + 1,48}{2} \pm \frac{0,3}{2} = 1,33 \pm 0,15\text{мм.}$$

3) Припуски $Z_{4,2}^D$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{4,2}^{Dmin} = 2 \times (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,015^2 + 0,5^2}) = 1,18\text{мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{4,2}^D = TD_{4,2} + TD_{1,4} = 0 + 0,3 = 0,3\text{мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4,2}^{Dmax} = Z_{4,2}^{Dmin} + TZ_{4,2}^D = 1,18 + 0,3 = 1,48\text{мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4,2}^{Dcp} = \frac{Z_{4,2}^{Dmin} + Z_{4,2}^{Dmax}}{2} \pm \frac{TZ_{4,2}^D}{2} = \frac{1,18 + 1,48}{2} \pm \frac{0,3}{2} = 1,33 \pm 0,15\text{мм.}$$

4) Припуски $Z_{1,1}$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1,1}^{min} = 0,08 + 0,1 + 0,01 = 0,19\text{мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,1} = TA_{1,1} + TA_{0,1} = 0,35 + 0,67 = 1,02\text{мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,1}^{max} = Z_{1,1}^{min} + TZ_{1,1} = 0,19 + 1,02 = 1,21\text{мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,1}^{cp} = \frac{Z_{1,1}^{min} + Z_{1,1}^{max}}{2} \pm \frac{TZ_{1,1}}{2} = \frac{0,19 + 1,21}{2} \pm \frac{1,02}{2} = 0,7 \pm 0,56\text{мм.}$$

5) Припуски $Z_{1,2}$:

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2,1}^{\min} = 0,08 + 0,1 + 0,07 = 0,25\text{мм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2,1} = TA_{2,1} + TA_{1,1} = 0,33 + 0,35 = 0,68\text{мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

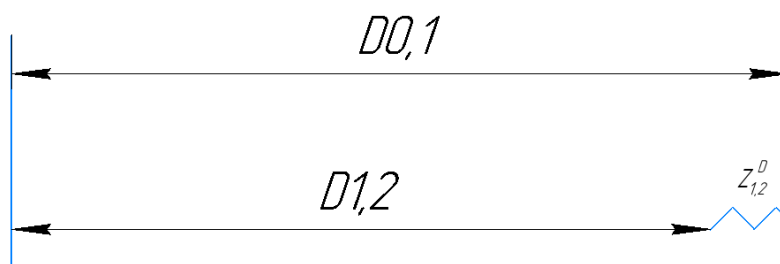
$$Z_{2,1}^{\max} = Z_{2,1}^{\min} + TZ_{1,2} = 0,25 + 0,68 = 0,93\text{мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2,1}^{\text{cp}} = \frac{Z_{2,1}^{\min} + Z_{2,1}^{\max}}{2} \pm \frac{TZ_{1,2}}{2} = \frac{0,25 + 0,93}{2} \pm \frac{0,68}{2} = 0,59 \pm 0,34\text{мм.}$$

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

- Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности $\varnothing 30$.



Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер $D_{1,2}$ должен быть таким же, как конструкторский К9, т.е.:

$$D_{1,2} = K9 = 30_{-0,52}^{+0}\text{мм.}$$

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

$$D_{1,2}^{\text{cp}} = D_{1,2} + \frac{\max + \min}{2} = 30 + \frac{0 + (-0,52)}{2} = 29,74\text{мм.}$$

$$D_{0,1}^{\text{cp}} = D_{1,2}^{\text{cp}} + Z_{1,2}^{\text{Dcp}} = 29,74 + 1,81 = 31,55\text{мм.}$$

Так как:

$$TD_{0,1} = 0,62\text{мм, } D_{0,1}^{\text{расч}} = 31,55_{-0,31}^{+0,31}\text{мм.}$$

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

$$D_{0,1} = 31,55^{+0,31}_{-0,31} \text{мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{0,1}^{D\max} = D_{0,1}^{\max} - D_{1,2}^{\min} = 31,86 - 29,48 = 2,38 \text{мм.}$$

$$Z_{0,1}^{D\min} = D_{0,1}^{\min} - D_{1,2}^{\max} = 31,24 - 30 = 1,24 \text{мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$ (1,9).

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

Максимальная глубина резания:

$$t_{0,1}^{D\max} = \frac{Z_{0,1}^{D\max}}{2} = \frac{2,38}{2} = 1,19 \text{мм.}$$

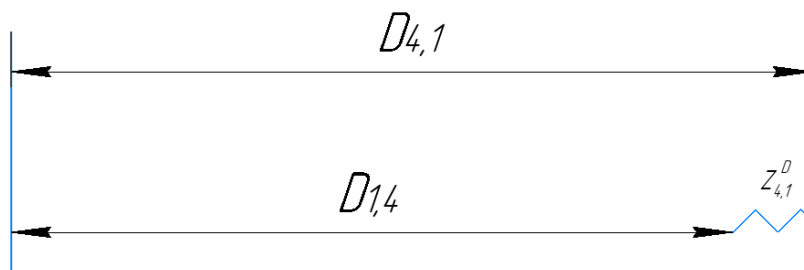
Минимальная глубина резания:

$$t_{0,1}^{D\min} = \frac{Z_{0,1}^{D\min}}{2} = \frac{1,24}{2} = 0,62 \text{мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{0,1}^{D\text{cp}} = \frac{t_{0,1}^{D\max} + t_{0,1}^{D\min}}{2} = \frac{1,19 + 0,62}{2} = 0,905 \text{мм.}$$

● Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности $\varnothing 6H7$.



Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер $D_{4,1}$ должен быть таким же, как конструкторский $K1$, т.е.:

$$D_{4,1} = K1 = 6^{+0,012}_{-0,000} \text{мм.}$$

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

$$D_{4,1}^{\text{cp}} = D_{4,1} + \frac{\max + \min}{2} = 6 + \frac{0,012 + (-0,000)}{2} = 6,006 \text{мм.}$$

$$D_{1,4}^{\text{cp}} = D_{4,1}^{\text{cp}} - Z_{4,1}^{D\text{cp}} = 6,006 - 1,33 = 4,676 \text{мм.}$$

Так как:

$$TD_{1,4} = 0,3\text{мм}, D_{1,4}^{\text{расч}} = 4,676_{-0,15}^{+0,15}\text{мм}.$$

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

$$D_{1,4} = 4,7_{-0,15}^{+0,15}\text{мм}.$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{4,1}^{\text{Dmax}} = D_{4,1}^{\text{max}} - D_{1,4}^{\text{min}} = 6,012 - 4,55 = 1,462\text{мм}.$$

$$Z_{4,1}^{\text{Dmin}} = D_{4,1}^{\text{min}} - D_{1,4}^{\text{max}} = 6 - 4,85 = 1,15\text{мм}.$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$ (1,9).

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

Максимальная глубина резания:

$$t_{4,1}^{\text{Dmax}} = \frac{Z_{4,1}^{\text{Dmax}}}{2} = \frac{1,462}{2} = 0,731\text{мм}.$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{4,1}^{\text{Dmin}} = \frac{Z_{4,1}^{\text{Dmin}}}{2} = \frac{1,15}{2} = 0,575\text{мм}.$$

Средняя глубина резания:

$$t_{4,1}^{\text{Dcp}} = \frac{t_{4,1}^{\text{Dmax}} + t_{4,1}^{\text{Dmin}}}{2} = \frac{0,731 + 0,575}{2} = 0,653\text{мм}.$$

- Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия $\varnothing 9$

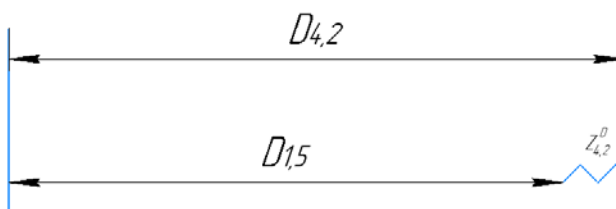


Рисунок 1,24 - Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер $D_{4,2}$ должен быть таким же, как конструкторский K_{11} , т.е.:

$$D_{4,2} = K_2 = 9_{-0,000}^{+0,015}\text{мм}.$$

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

$$D_{4,2}^{cp} = D_{4,2} + \frac{\max + \min}{2} = 9 + \frac{0,015 + (-0,000)}{2} = 8,9925 \text{ мм.}$$

$$D_{1,5}^{cp} = D_{4,2}^{cp} - Z_{4,2}^{Dcp} = 8,9925 - 1,33 = 7,6625 \text{ мм.}$$

Так как:

$$TD_{1,5} = 0,3 \text{ мм, } D_{1,5}^{расч} = 7,6625_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм.}$$

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

$$D_{1,5} = 7,7_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{4,2}^{Dmax} = D_{4,2}^{max} - D_{1,5}^{min} = 9,015 - 7,55 = 1,465 \text{ мм.}$$

$$Z_{4,2}^{Dmin} = D_{4,2}^{min} - D_{1,5}^{max} = 9 - 7,85 = 1,15 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = \frac{2Z}{2}$ (1,9).

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

Максимальная глубина резания:

$$t_{4,2}^{Dmax} = \frac{Z_{4,2}^{Dmax}}{2} = \frac{1,465}{2} = 0,7325 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{4,2}^{Dmin} = \frac{Z_{4,2}^{Dmin}}{2} = \frac{1,15}{2} = 0,575 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{4,2}^{Dcp} = \frac{t_{4,2}^{Dmax} + t_{4,2}^{Dmin}}{2} = \frac{0,7325 + 0,575}{2} = 0,65375 \text{ мм.}$$

- Вычерчиваем размерную цепь для обработки поверхности A0,1

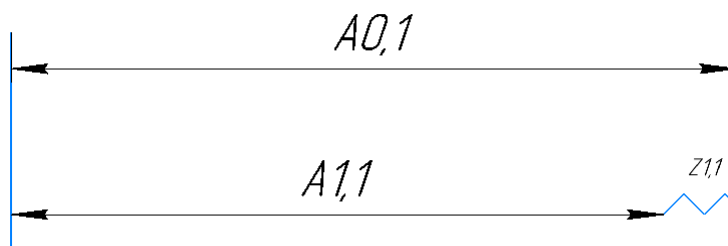


Рисунок 1,25 - Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер A1,1 должен быть таким же:

$$A_{1,1} = 37^{+0,31}_{-0,31} \text{ мм.}$$

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

$$A_{1,1}^{\text{cp}} = A_{1,1} + \frac{\max + \min}{2} = 37 + \frac{0,31 + (-0,31)}{2} = 37 \text{ мм.}$$

$$A_{0,1}^{\text{cp}} = A_{1,1}^{\text{cp}} + Z_{1,1}^{\text{cp}} = 37 + 1,02 = 38,02 \text{ мм.}$$

Так как:

$$TA_{0,1} = 0,62 \text{ мм, } A_{0,1}^{\text{расч}} = 38,02^{+0,31}_{-0,31} \text{ мм.}$$

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

$$A_{0,1} = 38,02^{+0,31}_{-0,31} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1,1}^{\max} = A_{0,1}^{\max} - A_{1,1}^{\min} = 38,53 - 36,69 = 1,84 \text{ мм.}$$

$$Z_{1,1}^{\min} = A_{0,1}^{\min} - A_{1,1}^{\max} = 37,71 - 37,31 = 0,4 \text{ мм.}$$

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

Средняя глубина резания:

$$t_{1,1}^{\text{cp}} = \frac{t_{1,1}^{\max} + t_{1,1}^{\min}}{2} = \frac{1,62 + 0,18}{2} = 0,9 \text{ мм.}$$

- Вычерчиваем размерную цепь для обработки поверхности $A_{1,1}$

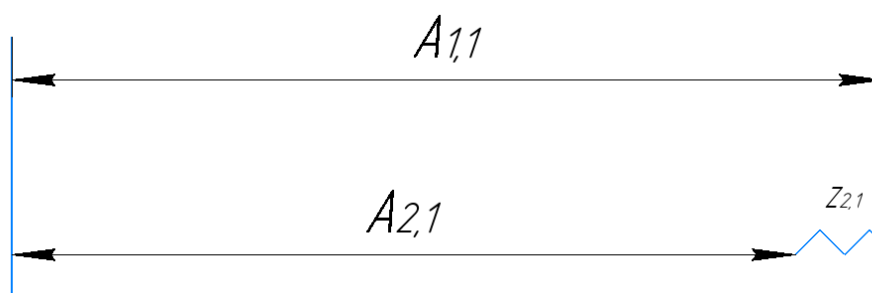


Рисунок 1,26 - Размерная цепь для расчета технологических размеров.

Технологический размер $A_{2,1}$ должен быть таким же, как конструкторский K_6 , т.е.:

$$A_{2,1} = K_6 = 34^{+0,00}_{-0,62} \text{ мм.}$$

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

$$A_{2,1}^{\text{cp}} = A_{2,1} + \frac{\max + \min}{2} = 34 + \frac{0,00 + (-0,62)}{2} = 34,31 \text{ мм.}$$

$$A_{1,1}^{cp} = A_{2,1}^{cp} + Z_{2,1}^{cp} = 34,31 + 0,59 = 34,9\text{мм.}$$

Так как:

$$TA_{1,1} = 0,35\text{мм, } A_{1,1}^{расч} = 34,9_{-0,175}^{+0,175}\text{мм.}$$

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

$$A_{1,1} = 34,9_{-0,175}^{+0,175}\text{мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{2,1}^{max} = A_{1,1}^{max} - A_{2,1}^{min} = 35,075 - 33,38 = 1,695\text{мм.}$$

$$Z_{2,1}^{min} = A_{1,1}^{min} - A_{2,1}^{max} = 34,725 - 34,00 = 0,725\text{мм.}$$

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

Средняя глубина резания:

$$t_{2,1}^{cp} = \frac{t_{2,1}^{max} + t_{2,1}^{min}}{2} = \frac{1,695 + 0,725}{2} = 1,21\text{мм.}$$

1.10 Подбор технологического оборудования

Отрезная операция выполняется на ленточнопильном станке. Данный станок предназначен для резания заготовок из стали, цветных и легких металлов в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Особенности:

А. Гидравлический высококачественный ленточнопильный станок S-280-CSO от итальянского производителя для резки заготовок до 220мм;

Б. Опускание пилы и рез происходит при помощи гидроцилиндра, а поднятие пилы и зажим заготовки вручную;

В. Тиски с возможностью быстрого зажима (ход быстрого зажима 5мм);

Г. Угол резки от 0 до 60 градусов, удобная шкала выставления угла реза;

Д. Мощность насоса для СОЖ 0.06кВт, вместительность бачка под СОЖ 6 литров.



Ленточнопильный станок S-280-CS

Технические характеристики ленточнопильного станка S-280-CSO

Код номенклатуры	6114
Производитель	<u>MACC</u>
Страна-производитель	Италия
Тип привода	Электрический
Тип	Гравитационный
Рабочая скорость	32 или 66 м/мин
Количество скоростей	2
Резка трубы под 90°	220 мм

Резка квадратного профиля под 90°	215 мм
Резка прямоугольного профиля под 90°	250 х 155 мм
Резка трубы под 45°	160 мм
Резка квадратного профиля под 45°	150 мм
Резка прямоугольного профиля под 45°	160 х 110 мм
Резка трубы под 60°	100 мм
Резка прямоугольного профиля под 60°	90 х 85 мм
Размеры ленточного полотна	2450 х 27 х 0.9 мм

**В технологическом процессе имеется две токарных операций , одна
фрезерная операция**

1А616 Станок токарно-винторезный универсальный

16Б16А Станок токарно-винторезный особо высокой точности

Наибольший диаметр заготовки над станиной	320, мм
Наибольший диаметр заготовки над суппортом	180, мм
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе	36, мм
Наибольший диаметр прутка	35, мм
Частота прямого вращения шпинделя	16..2500, об/мин
Частота обратного вращения шпинделя	16..1250, об/мин
Пределы шагов нарезаемых резьб метрических	0,25...56, мм
Пределы шагов нарезаемых резьб питчевых	112...05
Количество электродвигателей на станке	4
Электродвигатель главного привода, кВт	2,8/ 4,6 (750/ 1500) (об/мин)
Привод ускоренных перемещений, кВт	0,37 (1500) (об/мин)
Электродвигатель насоса охлаждения, кВт	0,12 (3000) (об/мин)
Электродвигатель станции смазки, кВт	0,18 (1500) (об/мин)

Вертикально-фрезерный станок Модель 6Т10 Технические характеристики

Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Размеры рабочей поверхности стола (длина х ширина)	200 х 800, мм
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до хобота	123, мм

Наибольший диаметр фрезы, устанавливаемой на станке	100, мм
Наибольшее перемещение стола продольное	560, мм
Наибольшее перемещение стола поперечное	220, мм
Количество скоростей вертикального шпинделя	12
Перемещение пиноли (гильзы) вертикального шпинделя	60, мм
Наибольший крутящий момент на вертикальном шпинделе	155, Н.м
Количество электродвигателей на станке	3
Электродвигатель привода главного движения М1	3,0, кВт
Электродвигатель привода подачи М3	0,75, кВт
Электронасос охлаждающей жидкости М4	0,12, кВт

1.11 Выбор инструмента и 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:

- Подача;
- Скорость резания;
- Глубина резания.

Дальнейший расчет:

- Фактическая скорость резания;
- Число оборотов;
- Мощность резания;
- Главная составляющая силы резания;
- Проверка по мощности;
- Мощность главного привода движения.

Отрезать заготовки А0,1, D0,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 190]- Т5К10.

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{\max} = 4\text{мм}$.

Глубина резания равна ширине резца: $t = 4\text{мм}$.

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2\text{мм}$. $d_c = 36\text{мм}$.

Подачу S назначаем по таблице 14: $s = 0,2\text{мм/об}$.

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v.$$

Коэффициент по таблице 11: $C_v = 47$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,8$.

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60\text{мин}$.

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{IV}.$$

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 таблице 1:

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

По таблице 2[3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,1$;

По таблице 2[3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6[3, с. 362]: $K_{IV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ МПа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,35.$$

$$K_V = 1,35 \times 0,9 \times 1 = 1,22.$$

$$V = \frac{47}{60^{0,2} \times 4^{0,15} \times 0,2^{0,8}} \times 1,22 = 74,42 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d}.$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 74,42}{3,14 \times 36} = 658,351 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 660 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 :

$$C_p = 408; x = 0,72; y = 0,8; n = 0.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{гр}.$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

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

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23:

$$K_{фp} = 1,08; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{гр} = 1,0.$$

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 408 \times 4^{0,72} \times 0,2^{0,8} \times 53,07^0 \times 1,19 = 2822,46 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60}.$$

Тогда:

$$N_e = \frac{2822,46 \times 74,42}{1020 \times 60} = 3,43 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta}.$$

$$\eta = 0,75.$$

Тогда:

$$N_{\text{пр}} = \frac{3,43}{0,75} = 4,6 \text{ кВт}.$$

Подрезать торцы А1,1

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

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{\text{max}} = 0,9 \text{ мм}.$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 0,9 \text{ мм}.$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм}.$ $d_c = 36 \text{ мм}.$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $s = 0,9 \text{ мм/об}.$

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

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

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин}.$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{IV}.$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента; K_{PV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяемся формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

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

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2[3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6[3, с. 362]: $K_{ИV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.$$

$$K_V = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,9^{0,15} \times 0,9^{0,45}} \times 0,87 = 130,30 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d}.$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 130,30}{3,14 \times 36} = 1152,689 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 1160 \text{ об/мин.}$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p.$$

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

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} \quad (1,16).$$

Определяется по формуле [3, с. 362]:

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

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фp} = 1,08; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0.$$

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,9^1 \times 0,9^{0,75} \times 114,41^{-0,15} \times 1,19 = 11128,62 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1128,62 \times 130,30}{1020 \times 60} = 2,4 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$.

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,4}{0,75} = 3,2 \text{ кВт.}$$

Точить торцы A1,2, D1,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\text{max}} = \frac{D - d}{2} = \frac{36 - 30}{2} = 3 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 3 \text{ мм.}$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм. } d_c = 36 \text{ мм.}$

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,7 \text{ мм/об.}$

Определяемся формулу по таблице 1 [3, с. 358]: $K_{MV} = K_G \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V}$.

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_G = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{IV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа.}$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{IV} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин.}$

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 3^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 1,216 = 149,48 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c}$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 149,48}{3,14 \times 36} = 1322,36 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя: $n = 1320 \text{ об/мин.}$

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{γp} \times K_{λp} \times K_{гp}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фp} = 1,08; K_{γp} = 1,0; K_{λp} = 1,0; K_{гp} = 1,0.$$

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

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,7^{0,75} \times 122,93^{-0,15} \times 0,924 = 3092,35 \text{ Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{3982,58 \times 122,93}{1020 \times 60} = 8,0 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{8,00}{0,75} = 10,67 \text{ кВт}.$

Точить торцы A1,3, D1,2

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = \frac{D - d}{2} = \frac{30 - 16}{2} = 7 \text{ мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 2; t_1 = 4 \text{ мм}; t_2 = 3 \text{ мм}.$$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$. Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм}$. $d_c = 30 \text{ мм}$.

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,7 \text{ мм/об}$.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]: $K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$.

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_v = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{Иv} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60$ мин.

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 4^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 1,216 = 143,17 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} = \frac{1000 \times 143,17}{3,14 \times 30} = 1519,85 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя: $n = 1520$ об/мин.

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{gp}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фp} = 1,08; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{gp} = 1,0.$$

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

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,7^{0,75} \times 143,17^{-0,15} \times 0,924 = 3092,35 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{3982,58 \times 143,17}{1020 \times 60} = 9,35 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{9,35}{0,75} = 12,46 \text{ кВт.}$

Проточить канавки А1,4

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

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{max} = 1,5 \text{ мм.}$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 1,5 \text{ мм.}$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 7^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 0,4 \text{ мм. } d_c = 16 \text{ мм.}$

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,8\text{мм/об.}$

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60\text{мин.}$

Определяемся формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1;$

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0;$

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИВ} = 1,0.$

Фактический параметр: $\sigma_B = 850\text{Мпа.}$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,215.$

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1,5^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 1,215 = 140,651\text{м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} = \frac{1000 \times 140,651}{3,14 \times 16} = 2799,582\text{об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 2800\text{об/мин.}$$

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

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

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75.$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$K_{фр} = 1,08; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{гр} = 1,0.$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фр} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{гр} = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,8^{0,75} \times 140,651^{-0,15} \times 0,924 = 1145,26\text{Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1145,26 \times 140,651}{1020 \times 60} = 2,63\text{кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,63}{0,75} = 3,506 \text{ кВт}$.

Сверлить отверстия D1,4

Быстрорежущая сталь Р6М5 — это материал сверла.

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{\text{max}} = 37 \text{ мм}$.

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$i = 10$; $t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_5 = t_6 = t_7 = t_8 = t_9 = 4 \text{ мм}$. $t_{10} = 1 \text{ мм}$.

Радиус при вершине: $d_c = 4,7 \text{ мм}$.

Подача по таблице 35 [3, с. 381]: $s = 0,58 \text{ мм/об}$.

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, с. 384]: $T = 50 \text{ мин}$.

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

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,2$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 0,9$;

По таблице 41 [3, с. 385]: $K_{IV} = 1,0$;

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{IV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ МПа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 1,2 \times \left(\frac{750}{610}\right)^{0,9} = 1,445.$$

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

Скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 383]:

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,07 \times 1,0 \times 1,445 = 1,546$.

$$V = \frac{C_V \times d_c^q}{T^m \times s^y} \times K_V = \frac{9,8 \times 4,7^{0,4}}{50^{0,2} \times 0,58^{0,5}} \times 1,546 = 16,894 \text{ м/мин}.$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 16,894}{3,14 \times 4,7} = 896,709 \text{ об/мин}.$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя: $n = 900 \text{ об/мин}$.

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Определяется по формуле [3, с. 362]:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,9} = 0,83$$

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

Используем следующую формулу для определения крутящего момента:

$$M_{\text{кр}} = 10 \times C_M \times d_c^q \times s^y \times K_p = 10 \times 0,0345 \times 4,7^2 \times 0,58^{0,8} \times 1,12 = 4,09 \text{ Нм}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_c = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{4,09 \times 806,709}{9750} = 0,338 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_c}{\eta} = \frac{0,338}{0,75} = 0,45 \text{ кВт.}$

Расточить отверстия A1,5, D1,5

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{max} = 30,5 \text{ мм.}$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 8; \quad t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_5 = t_6 = t_7 = 4 \text{ мм; } t_8 = 2,5 \text{ мм.}$$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 5^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм. } d_c = 7,7 \text{ мм.}$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $s = 0,4 \text{ мм/об.}$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин.}$

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

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИВ} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа.}$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,2168$.

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

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 4^{0,15} \times 0,4^{0,45}} \times 1,22 = 184,78 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} = \frac{1000 \times 184,78}{3,14 \times 7,7} = 7642,48 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 7640 \text{ об/мин.}$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фp} = 1,08; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,926.$$

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

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

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 4^1 \times 0,4^{0,75} \times 184,87^{-0,15} \times 0,926 = 2687,58 \text{ Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{2687,87 \times 184,87}{1020 \times 60} = 8,119 \text{ кВт}.$$

$$\text{Мощность привода главного движения: } \eta = 0,75. N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{7,44}{0,75} = 10,825 \text{ кВт}.$$

Проточить канавки A1,6, D1,3

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{max} = 2,0 \text{ мм}$.

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 2,0 \text{ мм}$.

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 7^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 0,4 \text{ мм}$. $d_c = 7,7 \text{ мм}$.

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,8 \text{ мм/об}$.

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45.$$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин}$.

Определяемся формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_v = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ив} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 850 \text{ Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.$$

Коэффициент K_V : $K_V:K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,215$.

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 1,215 = 149,47 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} = \frac{1000 \times 149,47}{3,14 \times 7,7} = 6182,07 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 6200 \text{ об/мин.}$$

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

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

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фр} = 1,08; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{гр} = 1,0.$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фр} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{гр} = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924..$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,8^{0,75} \times 149,47^{-0,15} \times 0,924 = 2212,88 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{2212,88 \times 149,47}{1020 \times 60} = 5,40 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{5,40}{0,75} = 7,2 \text{ кВт.}$

Точение канавки A1,7 D1.6

Специальный токарный резец с материалом режущей пластинки T15K6.

Назначаем режимы резания и инструмент как в пункте 1;

Число проходов $i = 1$; $t = 1$.

Назначаем тип резца и режущий материал:

Примем глубину резания $t = 2$.

Геометрия резца:

Радиус при вершине $r = 0,4$; главный задний угол: $\alpha = 7^\circ$; главный угол в плане: $\varphi = 90^\circ$.

Назначаем величину подачи S :

По диаметру детали и размеру державки $S_{\text{табл}} = 0,9$ мм/об;

По паспорту станка: $S_{\text{станка}} = 0,8$ мм/об;

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0,8$ мм/об.

Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

Рассчитываем скорость резания v_p :

$$K_{mv} = 1,1 \cdot \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.; \quad K_{pv} = 0,9; \quad K_{iv} = 1,0;$$

Коэффициент K_v : $K_v = K_{mv} \times K_{pv} \times K_{iv} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,215$.

$$v_p = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1^{0,45} \cdot 0,8^{0,15}} \cdot 1,215 = 155,11 \text{ м/мин}$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 155,11}{3,14 \cdot 20} = 2469,91 \text{ об/мин}$$

$$n_{\text{пр}} = 2470 \text{ об/мин}$$

Расчет силы и мощности резания

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856;$$

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 155,11^{-0,15} \cdot 0,846 \cdot 0,924 = 10056,6 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{10056,6 \cdot 155,11}{1020 \cdot 60} = 25,488 \text{ кВт.}$$

$$\text{Мощность привода главного движения: } \eta = 0,75. \quad N_{\text{пр}} = \frac{N_E}{\eta} = \frac{2,86}{0,75} = 3,81 \text{ кВт}$$

Точить фаски $A1,8$

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{\text{max}} = 1 \text{ мм.}$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 1 \text{ мм.}$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм. } d_c = 14 \text{ мм.}$

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,8\text{мм/об}$.

Определяемся формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

По таблице 2[3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,1$;

По таблице 2[3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6[3, с. 362]: $K_{ИV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610\text{Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.$$

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60\text{мин}$.

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216.$$

скорость резания рассчитывается по следующей формуле [3, с. 363]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 1,216 = 77,23\text{м/мин}.$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} = \frac{1000 \times 77,23}{3,14 \times 14} = 1756,824 \text{ об/мин}.$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 1760 \text{ об/мин}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фp} = 1,08; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{\Gamma p} = 1,0.$$

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

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{\Gamma p} = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,8^{0,75} \times 77,23^{0,15} \times 0,924 = 1145,28\text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1145,28 \times 77,23}{1020 \times 60} = 1,45 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,45}{0,75} = 1,93 \text{ кВт.}$

Долбление внутренних эвольвентных шлицев

Назначаем инструмент и режущий материал по ГОСТ 9323–79: долбяк зуборезный чистовой 2536-0107; материал инструмента Т5К10.

Исходя из требуемых параметров шероховатости примем глубину резания равную максимальной глубине: $t_{max} = \frac{16-13}{2} = 1,5$.

Геометрия долбяка: Задний угол: $\alpha = 6^\circ$; передний угол: $\gamma = 5^\circ$; тип 1; число зубьев $z = 25$.

Назначаем величину подачи S для станка модели 5122, для обработки стали, при модуле нарезаемого колеса $m = 3,5$ мм;

Круговая подача $S_a = 0,4$ мм/дв.ход

Радиальная подача $S_b = 0,036$ мм/дв.ход

Назначаем стойкость резца $T=420$ мин.

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{\varphi v} \cdot K_\gamma \cdot K_{заг} \cdot K_{инст} \cdot K_{матv} = 1,4 \cdot 0,9 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,024;$$

Рассчитываем скорость резания исходя из параметров выбранного станка по формуле:

$$v_p = \frac{\sqrt[n+1]{\frac{1020 \cdot 60 \cdot N_{станка} \cdot n_{станка} \cdot \delta}{C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{матр}}}}{T^{0,25}} \cdot K_v,$$

Где N -мощность станка, кВт; n -КПД станка; δ – коэффициент понижения мощности при возможном износе станка.

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \cdot K_{матр} \\ = 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,924 = 226 \text{ Н;}$$

$$v_p = \frac{\sqrt[1,65]{\frac{1020 \cdot 60 \cdot 3 \cdot 0,65 \cdot 0,85}{226}}}{2,783} \cdot 1,024 = 14,90 \text{ м/мин}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{226 \cdot 14,90}{1020 \cdot 60} = 0,05 \text{ кВт;}$$

Подрезать торцы А2,1

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

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{\max} = 1,21\text{мм}$.

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 1,21\text{мм}$.

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2\text{мм}$. $d_c = 36\text{мм}$.

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $s = 0,9\text{мм/об}$.

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60\text{мин}$.

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

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_v = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИВ} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610\text{Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.$$

Коэффициент K_v : $K_v = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

$C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$.

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

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v = \frac{280}{60^{0,2} \times 1,21^{0,15} \times 0,9^{0,45}} \times 0,87 = 170,089\text{м/мин}.$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 170,089}{3,14 \times 36} = 1504,679\text{об/мин}.$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 1500\text{об/мин}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$K_{фр} = 1,08$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{гр} = 1,0$.

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{rp} = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

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

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

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 0,9^1 \times 0,9^{0,75} \times 107,089^{-0,15} \times 0,924 = 11128,62 \text{ Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1128,62 \times 107,089}{1020 \times 60} = 1,97 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$.

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,4}{0,75} = 2,626 \text{ кВт}.$$

Точить торцы А2,2, D2,1

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

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\max} = \frac{D - d}{2} = \frac{36 - 22}{2} = 7 \text{ мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$$i = 2; t_1 = 4 \text{ мм}; t_2 = 3 \text{ мм}.$$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм}$. $d_c = 36 \text{ мм}$.

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,7 \text{ мм/об}$.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]: $K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$.

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_v = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин}$.

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 4^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 1,216 = 143,17 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c}.$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 143,17}{3,14 \times 36} = 1266,56 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя: $n = 1270 \text{ об/мин.}$

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{rp}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0.$$

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

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,7^{0,75} \times 122,93^{-0,15} \times 0,924 = 3092,35 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{3982,58 \times 143,17}{1020 \times 60} = 9,316 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{8,00}{0,75} = 12,421 \text{ кВт.}$

Точить торцы А2,3, D2,2

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

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = \frac{D - d}{2} = \frac{22 - 20}{2} = 1 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 1 \text{ мм.}$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2\text{мм}$. $d_c = 22\text{мм}$.

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,7\text{мм/об}$.

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]: $K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V}$.

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610\text{Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60\text{мин}$.

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 1,216 = 176,27\text{м/мин}.$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c}$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 176,27}{3,14 \times 22} = 2551,68 \text{ об/мин}.$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя: $n = 2550\text{об/мин}$.

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{rp}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фp} = 1,08; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0.$$

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

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,7^{0,75} \times 122,93^{-0,15} \times 0,924 = 1030,45\text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1030.45 \times 176.27}{1020 \times 60} = 2,98 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,98}{0,75} = 3,973 \text{ кВт.}$

Точить торцы A2,4, D2,3

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\max} = \frac{D - d}{2} = \frac{20 - 18}{2} = 1 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 1 \text{ мм.}$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм. } d_c = 20 \text{ мм.}$

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,7 \text{ мм/об.}$

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]: $K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V}$.

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа.}$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин.}$

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 1,216 = 176,27 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c}$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 176,27}{3,14 \times 22} = 2551,68 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя: $n = 2550 \text{ об/мин.}$

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{gp}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{gp} = 1,0.$$

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

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,7^{0,75} \times 176,27^{-0,15} \times 0,924 = 1030,45 \text{ Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1030,45 \times 176,27}{1020 \times 60} = 2,98 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,98}{0,75} = 3,973 \text{ кВт}.$

Подрезать торцы А2,1

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

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{max} = 1,21 \text{ мм}.$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 1,21 \text{ мм}.$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм}.$ $d_c = 36, \text{ мм}.$

Назначьте подача S в соответствии по таблице 11 [3, с. 364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $s = 0,9 \text{ мм/об}.$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин}.$

Определяемся формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_T = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

Коэффициент по таблице 17 [3, с. 367]:

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

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1,21^{0,15} \times 0,9^{0,45}} \times 0,87 = 170,089 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 170,089}{3,14 \times 36} = 1504,679 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 1500 \text{ об/мин.}$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$K_{фр} = 1,08$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{гр} = 1,0$.

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фр} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{гр} = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

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

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

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 0,9^1 \times 0,9^{0,75} \times 107,089^{-0,15} \times 0,924 = 11128,62 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1128,62 \times 107,089}{1020 \times 60} = 1,97 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$.

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,4}{0,75} = 2,626 \text{ кВт.}$$

Точить торцы А2,2, D2,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\max} = \frac{D - d}{2} = \frac{36 - 22}{2} = 7 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$i = 2$; $t_1 = 4 \text{ мм}$; $t_2 = 3 \text{ мм}$.

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм}$. $d_c = 36 \text{ мм}$.

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,7 \text{ мм/об}$.

Определяемся формулу по таблице 1 [3, с. 358]: $K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V}$.

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ МПа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин}$.

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 4^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 1,216 = 143,17 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c}$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 143,17}{3,14 \times 36} = 1266,56 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя: $n = 1270 \text{ об/мин}$.

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{rp}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фp} = 1,08; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0.$$

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

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,7^{0,75} \times 122,93^{-0,15} \times 0,924 = 3092,35 \text{ Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{3982,58 \times 143,17}{1020 \times 60} = 9,316 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{8,00}{0,75} = 12,421 \text{ кВт}.$

Точить торцы A2,3, D2,2

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{\max} = \frac{D - d}{2} = \frac{22 - 20}{2} = 1 \text{ мм}.$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 1 \text{ мм}.$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм}$. $d_c = 22 \text{ мм}.$

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,7 \text{ мм/об}.$

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]: $K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V}$.

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{IV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа}.$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{IV} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин}.$

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 1,216 = 176,27 \text{ м/мин}.$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c}.$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 176,27}{3,14 \times 22} = 2551,68 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя: $n = 2550 \text{ об/мин.}$

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{fp} \times K_{yp} \times K_{\lambda p} \times K_{rp}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{fp} = 1,08; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0.$$

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

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,7^{0,75} \times 122,93^{-0,15} \times 0,924 = 1030,45 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_c = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1030,45 \times 176,27}{1020 \times 60} = 2,98 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_c}{\eta} = \frac{2,98}{0,75} = 3,973 \text{ кВт.}$

Точить торцы А2,4, D2,3

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

Рассчитаем максимальную глубину резания:

$$t_{max} = \frac{D - d}{2} = \frac{20 - 18}{2} = 1 \text{ мм.}$$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 1 \text{ мм.}$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм. } d_c = 20 \text{ мм.}$

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,7 \text{ мм/об.}$

Определяем формулу по таблице 1 [3, с. 358]: $K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V}$.

По таблице 2[3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,1$;

По таблице 2[3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6[3, с. 362]: $K_{ИV} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,216$.

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

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин}$.

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,7^{0,45}} \times 1,216 = 176,27 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c}.$$

Тогда:

$$n = \frac{1000 \times 176,27}{3,14 \times 22} = 2551,68 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя: $n = 2550 \text{ об/мин}$.

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

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

$$K_p = K_{mp} \times K_{фp} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{\Gamma p}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фp} = 1,08; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{\Gamma p} = 1,0.$$

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

$$K_p = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,924.$$

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,7^{0,75} \times 176,27^{-0,15} \times 0,924 = 1030,45 \text{ Н.}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1030,45 \times 176,27}{1020 \times 60} = 2,98 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,98}{0,75} = 3,973 \text{ кВт}$.

Долбление внутренних эвольвентных шлицев

Назначаем инструмент и режущий материал по ГОСТ 9323-79: долбяк зуборезный чистовой 2536-0107; материал инструмента Т5К10.

Исходя из требуемых параметров шероховатости примем глубину резания равную максимальной глубине: $t_{max} = \frac{16-13}{2} = 1,5$.

Геометрия долбяка: Задний угол: $\alpha = 6^\circ$; передний угол: $\gamma = 5^\circ$; тип 1; число зубьев $z = 25$.

Назначаем величину подачи S для станка модели 5122, для обработки стали, при модуле нарезаемого колеса $m = 3,5 \text{ мм}$;

Круговая подача $S_a = 0,4 \text{ мм/дв.ход}$

Радиальная подача $S_g = 0,036 \text{ мм/дв.ход}$

Назначаем стойкость резца $T=420 \text{ мин}$.

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{\varphi v} \cdot K_\gamma \cdot K_{заг} \cdot K_{инст} \cdot K_{матр} = 1,4 \cdot 0,9 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,024;$$

Рассчитываем скорость резания исходя из параметров выбранного станка по формуле:

$$v_p = \frac{\sqrt[n+1]{\frac{1020 \cdot 60 \cdot N_{станка} \cdot n_{станка} \cdot \delta}{C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{матр}}}}{T^{0,25}} \cdot K_v,$$

Где N -мощность станка, кВт; n -КПД станка; δ – коэффициент понижения мощности при возможном износе станка.

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \cdot K_{матр} \\ = 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,924 = 226 \text{ Н};$$

$$v_p = \frac{\sqrt[1,65]{\frac{1020 \cdot 60 \cdot 3 \cdot 0,65 \cdot 0,85}{226}}}{2,783} \cdot 1,024 = 14,90 \text{ м/мин}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{226 \cdot 14,90}{1020 \cdot 60} = 0,05 \text{ кВт};$$

Фрезерная операция А3,1

Материал режущего инструмента–ВК8

Глубина фрезерования $t=3 \text{ мм}$

Ширина фрезерования $B=8 \text{ мм}$

Подача $S=0,20\text{мм/об}$

Скорость резания определяется по формуле[3, с.406]

$$V = \frac{C_V \times D^P}{T^m \times t^x \times B^U \times Z^P \times S_Z^y} \times K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 82 [3, с.411], $T=80$ мин;

Значения коэффициентов: $C_V = 103$; $m = 0,33$; $x = 0,3$; $y = 0,2$; $p=0,1$;
-определены по таблице 803, [с.407]

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

По табл.4 [3, с.360]: $K_{MV} = K_{\Gamma} \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352..$

По табл.5 [3, с.361]: $p_V = 0,9$.

По табл.6 [3, с.385]: $K_{IV} = 1$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_M \cdot K_{pV} \cdot K_{IV} = 1,352 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,125;$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_V \times D^P}{T^m \times t^x \times B^U \times Z^P \times S_Z^y} \times K_V = \frac{103 \times 2^{0,1}}{80^{0,33} \times 1^{0,3} \times 8^{0,1} \times 3^{0,1} \times 0,2^{0,2}} \times 1,12 = 189,06 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} = \frac{1000 \times 189,06}{3,14 \times 30} = 2007,0 \text{ об/мин.}$$

Сила резания определяется по формуле[3, с.371]

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times s_z^y \times B^{n \times z}}{D^u \times n^w} \times K_{MP}$$

Где $C_p = 68,2$; ; определены по таблице 83 [3, с.412]

$K_{MP} = 2,1$. Определены по таблице 10 [3, с.363]

$$P_z = \frac{10 \times 62,8 \times 3^{0,86} \times 0,02^{0,72} \times 8^{0,33} \times 3}{2^1 \times 2000^0} \times 2,1 = 575,66 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{575,66 \times 189,06}{1020 \times 60} = 1,778 \text{ кВт.}$$

Расточить отверстия D4,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{\max} = 28,5\text{мм}$.

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов:

$i = 8$; $t_1=t_2=t_3=t_4=t_5=t_6=t_7=4\text{мм}$. $t_8=0,5\text{мм}$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 5^\circ$.

Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2\text{мм}$. $d_c = 9\text{мм}$.

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,4\text{мм/об}$.

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60\text{мин}$.

Определяемся формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИВ} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610\text{Мпа}$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,215$.

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

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 28,5^{0,15} \times 0,4^{0,45}} \times 1,215 = 126,92\text{м/мин}.$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} = \frac{1000 \times 126,92}{3,14 \times 9} = 4491,15\text{об/мин}.$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 3000\text{об/мин}.$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{фр} = 1,08; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{гр} = 1,0.$$

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

$$K_p = K_{MP} \times K_{фр} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{гр} = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,926.$$

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

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

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 4^1 \times 0,4^{0,75} \times 126,92^{-0,15} \times 0,926 = 1170,88\text{Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1170,88 \times 126,92}{1020 \times 60} = 2,428 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения: $\eta = 0,75$. $N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,428}{0,75} = 3,237 \text{ кВт.}$

Расточить отверстия D4,1

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 180] - T15K6.

Рассчитаем максимальную глубину резания: $t_{\max} = 2 \text{ мм.}$

С учетом требуемой шероховатости примем количество проходов: $i = 1$; $t = 2 \text{ мм.}$

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 5^\circ$. Главный задний угол: $\alpha = 10^\circ$.

Радиус при вершине: $r = 2 \text{ мм. } d_c = 6 \text{ мм.}$

По диаметру детали и размеру державки: $s = 0,4 \text{ мм/об.}$

Период стойкости инструмента принимаем [3, с. 363]: $T = 60 \text{ мин.}$

Определяемся формулу по таблице 1 [3, с. 358]:

По таблице 2 [3, с. 359]: $K_\Gamma = 1,1$;

По таблице 2 [3, с. 360]: $n_V = 1,0$;

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

По таблице 6 [3, с. 362]: $K_{ИВ} = 1,0$.

Фактический параметр: $\sigma_B = 610 \text{ Мпа.}$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_{MV} = K_\Gamma \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 1,1 \times \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,352.$$

Коэффициент K_V : $K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ} = 1,352 \times 0,9 \times 1 = 1,215$.

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

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_V = \frac{280}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,4^{0,45}} \times 1,125 = 189,06 \text{ м/мин.}$$

Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d_c} = \frac{1000 \times 189,06}{3,14 \times 6} = 10035,03 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя:

$$n = 3000 \text{ об/мин.}$$

Определены по таблице [3, с. 362]: $n = 0,75$.

$$K_{мр} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856.$$

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

$$K_{\text{фр}} = 1,08; K_{\text{гр}} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{\text{гр}} = 1,0.$$

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

$$K_p = K_{\text{мр}} \times K_{\text{фр}} \times K_{\text{гр}} \times K_{\lambda p} \times K_{\text{гр}} = 0,856 \times 1,08 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,926.$$

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

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

Определяем основные составляющие силы резания по формуле [3, с. 371]:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,4^{0,75} \times 184,02^{-0,15} \times 0,926 = 1278,14 \text{ Н}.$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1278,14 \times 189,06}{1020 \times 60} = 3,948 \text{ кВт}.$$

$$\text{Мощность привода главного движения: } \eta = 0,75. N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,948}{0,75} = 5,264 \text{ кВт}.$$

1.12 Определение норм времени

Нормы времени определяем по [2].

Расчет основного времени

Формула определения основного времени при токарной обработке детали:

$$T_o = \frac{L_p}{n \cdot S_0} \cdot i,$$

где T_o – основное время на операцию, мин; L_p – длина рабочего хода инструмента мм; n – частота вращения шпинделя об/мин; S_0 – подача на оборот шпинделя мм/об; i – количество проходов.

$$L_p = l + l_1 + l_2,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности; l_1 – величина врезания инструмента; l_2 – величина перебега инструмента;

Формула определения основного времени при токарной обработке детали:

$$T_o = \frac{\pi \cdot m \cdot z}{K_d \cdot S} \cdot i + \frac{h}{K_d \cdot S_p}, \text{ мин, где}$$

K_d – число двойных ходов долбяка в минуту действительное; h – припуск на обработку, мм.

Число двойных ходов долбяка в минуту расчетное:

$$K_p = \frac{1000 \cdot v_p}{2 \cdot L_p}, \text{ мм/дв. ход;}$$

Отрезка заготовки

Примем $l_1 = 2; l_2 = 1; l = 18$, тогда $L_{p1} = 21$;

$$T_{o1} = \frac{21}{660 \cdot 0,2} \cdot 1 = 0,16$$

Подрезать торцы 1

Примем $l_1 = 1; l_2 = 1; l = 18$, тогда $L_{p1} = 20$

$$T_{o1} = \frac{20}{1160 \cdot 0,9} \cdot 1 = 0,02$$

Точить торцы 1

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 3$, тогда $L_{p1} = 5$

$$T_{o1} = \frac{5}{1320 \cdot 0,9} \cdot 1 = 0,01$$

Точить торцы 2

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 7$, тогда $L_{p1} = 9$

$$T_{o1} = \frac{9}{1520 \cdot 0,7} \cdot 1 = 0,01$$

Проточить канавки 1

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1.5$, тогда $L_{p1} = 3.5$

$$T_{o1} = \frac{3.5}{2800 \cdot 0.8} \cdot 1 = 0.01$$

Сверлить отверстия 1

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 37$, тогда $L_{p1} = 39$

$$T_{o1} = \frac{39}{900 \cdot 0.58} \cdot 10 = 0.74$$

Расточить отверстия 1

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 30.5$, тогда $L_{p1} = 32.5$

$$T_{o1} = \frac{32.5}{3000 \cdot 0.4} \cdot 8 = 0.22$$

Проточить канавки 2

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 2$, тогда $L_{p1} = 4$

$$T_{o1} = \frac{4}{3000 \cdot 0.8} \cdot 1 = 0.01$$

Проточить канавки 2

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1$, тогда $L_{p1} = 3$

$$T_{o1} = \frac{4}{2470 \cdot 0.8} \cdot 1 = 0.01$$

Точить фаски 1

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1$, тогда $L_{p1} = 3$

$$T_{o1} = \frac{3}{1760 \cdot 0.8} \cdot 1 = 0.01$$

Долбление наружных шлицев 1

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1.5$, тогда $L_{p1} = 3.5$

$$T_{o1} = \frac{3.5}{340 \cdot 0.4} \cdot 1 = 0.05$$

Подрезать торцы 2

Примем $l_1 = 2; l_2 = 1; l = 18$, тогда $L_{p1} = 21$

$$T_{o1} = \frac{21}{1500 \cdot 0.9} \cdot 1 = 0.02$$

Точить торцы 3

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 7$, тогда $L_{p1} = 9$

$$T_{o1} = \frac{9}{1270 \cdot 0.7} \cdot 2 = 0.03$$

Точить торцы 4

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1$, тогда $L_{p1} = 3$

$$T_{o1} = \frac{3}{2550 \cdot 0.7} \cdot 1 = 0.02$$

Точить торцы 5

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1$, тогда $L_{p1} = 3$

$$T_{o1} = \frac{3}{2550 \cdot 0,7} \cdot 1 = 0,01$$

Расточить отверстия 2

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1,5$, тогда $L_{p1} = 3,5$

$$T_{o1} = \frac{3,5}{3000 \cdot 0,4} \cdot 1 = 0,01$$

Проточить канавки 4

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1$, тогда $L_{p1} = 3$

$$T_{o1} = \frac{3,5}{2970 \cdot 0,8} \cdot 1 = 0,01$$

Точить фаски 2

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1$, тогда $\approx 0,01$ а $L_{p1} = 3$

$$T_{o1} = \frac{3}{3000 \cdot 0,8} \cdot 1 = 0,01$$

Точить фаски 3

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1$, тогда $L_{p1} = 3$

$$T_{o1} = \frac{3}{3000 \cdot 0,8} \cdot 1 = 0,01$$

Долбление наружных шлицев 2

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 1,5$, тогда $L_{p1} = 3,5$

$$T_{o1} = \frac{3,5}{240 \cdot 0,4} \cdot 1 = 0,05$$

Фрезерная операция 1

Примем $l_1 = 2; l_2 = 2; l = 18$, тогда $L_{p1} = 22$

$$T_{o1} = \frac{22}{2210 \cdot 0,2} \cdot 1 = 0,05$$

Расточить отверстия 1

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 28,5$, тогда $L_{p1} = 30,5$

$$T_{o1} = \frac{30,5}{3000 \cdot 0,4} \cdot 8 = 0,14$$

Расточить отверстия 2

Примем $l_1 = 2; l_2 = 0; l = 2$, тогда $L_{p1} = 4$

$$T_{o1} = \frac{4}{3000 \cdot 0,4} \cdot 1 = 0,01$$

Расчет вспомогательного времени

1. Заготовительная:

Установка и снятие заготовки из трехкулачкового патрона, установка и снятие резца: $t_{всп1} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

2. Токарная:

Установка и снятие заготовки из трехкулачкового патрона, установка и снятие резца: $t_{всп2} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

3. Токарная:

Установка и снятие заготовки из трехкулачкового патрона, установка и снятие резца: $t_{всп3} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

4.Фрезерная:

Установка и снятие заготовки из трехкулачкового патрона, установка и снятие резца: $t_{всп3} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

5.Чистовая токарная:

Установка и снятие заготовки из трехкулачкового патрона, установка и снятие резца: $t_{всп3} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

6.Чистовая токарная:

Установка и снятие заготовки из трехкулачкового патрона, установка и снятие резца: $t_{всп3} = 0,29 + 0,12 = 0,41$ мин.

Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + \frac{t_{пз}}{n},$$

где $t_{шт.}$ - штучное время, мин; $t_{пз}$ - подготовительно заключительное время, мин; n - число деталей в партии, шт.

Число деталей в партии для мелкосерийного производства определим как:

$$n = \frac{N}{k},$$

где N – годовая программа выпуска, шт;

k – расчетный коэффициент, для среднесерийного производства принимаем $k = 4,6$.

$$n = \frac{N}{k} = \frac{7000}{4.6} = 1522 \text{ шт.}$$

В свою очередь штучное время определим как:

$$t_{шт.} = t_{очн} + t_{всп} + t_{оо} + t_{то} + t_{пер},$$

где $t_{оо}$ - время на организационное обслуживание, мин;

$t_{то}$ – время на техническое обслуживание, мин;

$t_{пер}$ – время перерывов, мин.

Под временем на техническое обслуживание понимается в первую очередь на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а так же на уборку стружки.

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и тестирование станков в начале смены, уборку и смазку станков в конце смены.

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно принимается в процентном отношении к оперативному времени. Для среднесерийного производства эта величина составляет 3..5%.

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{шт.} = t_{оп} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп},$$

здесь α - процент времени на техническое обслуживание;

β - процент времени на организационное обслуживание;

γ - процент времени перерывов.

Принимаем время перерывов: $\gamma = 3\%$, время на организационное и техническое обслуживание $\alpha = \beta = 5\%$

Оперативное время рассчитывают по формуле:

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп},$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

$$t_{оп}^I = \sum t_{o1} + t_{всп1} = 0,16 + 0,41 = 0,57 \text{ мин};$$

$$t_{оп}^{II} = \sum t_{o2} + t_{всп2} = 1,05 + 0,41 = 1,56 \text{ мин};$$

$$t_{оп}^{III} = \sum t_{o3} + t_{всп3} = 0,13 + 0,41 = 0,54 \text{ мин};$$

$$t_{оп}^{IV} = \sum t_{o4} + t_{всп4} = 0,05 + 0,41 = 0,46 \text{ мин};$$

$$t_{оп}^V = \sum t_{o5} + t_{всп5} = 0,14 + 0,41 = 0,55 \text{ мин.}$$

$$t_{оп}^{VI} = \sum t_{o5} + t_{всп6} = 0,01 + 0,41 = 0,42 \text{ мин.}$$

Тогда штучное время определим как:

$$t_{шт.}^I = t_{оп}^I \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^I = 0,57 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 0,57 = 0,65 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{II} = t_{оп}^{II} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{II} = 1,56 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 1,56 = 1,77 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{III} = t_{оп}^{III} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{III} = 0,54 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 0,54 = 0,62 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{IV} = t_{оп}^{IV} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{IV} = 0,46 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 0,46 = 0,52 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^V = t_{оп}^V \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^V = 0,55 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 0,55 = 0,63 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.}^{VI} = t_{оп}^{VI} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{VI} = 0,42 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 0,42 = 0,48 \text{ мин.}$$

Величину подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций:

$$t_{пз}^I = 12 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^{II} = 12 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^{III} = 12 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^{IV} = 12 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^V = 12 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^{VI} = 12 \text{ мин.}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени определим как:

$$t_{шт.к.}^I = t_{шт.}^I + \frac{t_{пз}^I}{n} = 0,65 + \frac{12}{1522} = 0,66 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^{II} = t_{шт.}^{II} + \frac{t_{пз}^{II}}{n} = 1,77 + \frac{12}{1522} = 1,78 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^{III} = t_{шт.}^{III} + \frac{t_{пз}^{III}}{n} = 0,62 + \frac{12}{1522} = 0,63 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^{IV} = t_{шт.}^{IV} + \frac{t_{пз}^{IV}}{n} = 0,52 + \frac{12}{1522} = 0,53 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^V = t_{шт.}^V + \frac{t_{пз}^V}{n} = 0,63 + \frac{12}{1522} = 0,64 \text{ мин}$$

$$t_{шт.к.}^{VI} = t_{шт.}^{VI} + \frac{t_{пз}^{VI}}{n} = 0,48 + \frac{12}{1522} = 0,49 \text{ мин}$$

2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана фрезерная операция.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Техническое задание для проектирования специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Зажимное устройство для фрезерования шлицев вала на вертикально – фрезерном станке модели НГФ-110-Ш4 .
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки вал.
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико–технические) требования	Тип производства – мелкосерийный. Программа выпуска – 7000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели НГФ-110-Ш4.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

Приспособлении применяется для закрепления детали.



Закрепите детали с помощью втулка. Когда ползун 8 выходит из отверстия, патрон 18 можно поворачивать на 90 градусов.

2.3. Силовой расчет зажимного устройства

Во время фрезерования действуют силы резания в направлениях u и z . Отсюда нам нужно рассчитать равнодействующую силы в горизонтальном и вертикальном направлениях F_Z и F_y :

$$F_Z = P_Z \cos \varphi - P_Y \sin \varphi \quad F_y = P_Z \sin \varphi + P_Y \cos \varphi$$

Для операции фрезерования.

Характеристики фрезы: $D_{фр} = 35 \text{ мм}$, $z = 20$, $B = 6 \text{ мм}$.

Материал режущей части фрезы берем Р6М5.

Итоговые параметры:

$S_z = 0,15 \text{ мм/зуб}$, $T = 80 \text{ мин}$, $t = 4 \text{ мм}$.

Формула скорости фрезерования, м/мин.:

Расчёт скорости резания и частоты вращения шпинделя:

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

Где C_V , x , y , m – коэффициент и показатели степени

K_v – поправочный коэффициент, определяемый

T – период стойкости инструмента

$C_v = 48,5$; $q = 0,25$; $x = 0,3$; $y = 0,4$; $u = 0,1$; $p = 0,1$; $m = 0,2$.

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{48,5 \cdot 35^{0,25}}{80^{0,2} \cdot 4^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 6^{0,1} \cdot 40^{0,1}} \times 1,125 = 45 \text{ м/мин}$$

$$\text{Число оборотов шпинделя: } n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 45}{3,14 \times 35} = 409 \text{ об/мин}$$

$$s_m = s_z \times z \times n = 0,15 \times 20 \times 409 = 2454 \text{ мм/мин} \rightarrow s_{m \text{ пасп}} = 2800 \text{ мм/мин}$$

$$s_z \text{ принят} = s_{m \text{ пасп}} / (z \times n_{\text{принят}}) = 2800 / (20 \times 409) = 0,17 \text{ мм/зуб.}$$

Формула силы резания при фрезеровании отличается от той при точении

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

$C_P = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$.

$$K_{MP} = 0,79$$

Тогда сила резания, крутящий момент и мощности получатся:

$$P_Z = \frac{10C_p t^x s^y B^u z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,2^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 6^1 \cdot 20}{25^{0,86} \cdot 409^0} \times 0,79 = 235 \text{ Н}$$

$$P_Y = 0,2P_Z = 47 \text{ Н}$$

$$M_{Kp} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{960 \cdot 25}{2000} = 3,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{1035 \times 45}{1020 \times 60} = 0,02 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}}; \quad 0,02 < 0,75.$$

Таким образом

$$F_Z = P_Z \cos \varphi - P_Y \sin \varphi = 246 \cdot \cos 9 - 49 \sin 9 = 235 \text{ Н}$$

$$F_Y = P_Z \sin \varphi + P_Y \cos \varphi = 246 \sin 9 + 49 \cos 9 = 87 \text{ Н}$$

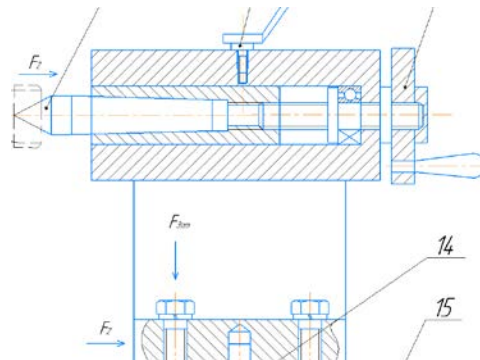


Рисунок 2.3. –Сила зажима на болт

Усилие резания фрезы передается на болты в нижней части приспособления через центр. Чтобы удовлетворить потребности в затяжке деталей, необходимо рассчитать предварительный натяг болтов

Сила затяжки болтов :

$$F_{\text{зат}} = \frac{K \cdot F_Z}{i f} = \frac{2,5 \cdot 235}{2 \cdot 0,18} = 1630 \text{ Н}$$

Где $F_{\text{зат}}$ – Сила затяжки болтов

$F_Z = 235 \text{ Н}$ - Сила резания, действующая на болт

$K = 2,5$ – коэффициент запаса

$f = 0,18$ – коэффициент трения.

$i = 2$ – число плоскостей стыка деталей.

Номинальный диаметр болта можно рассчитать по формуле:

$$d \geq C \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{зат}}}{\sigma}}$$

где C – коэффициент для основной метрической резьбы, $C=1,6$;

R_b – сила болта, необходимая для закрепления заготовки, Н;

σ – напряжение растяжения для винтов из стали 45 с учетом износа резьбы 100 МПа.

$$d \geq C \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{зат}}}{\sigma}} = 4 \text{ mm}$$

Принимаем болт М16.

Чтобы соответствовать условиям зажима, болт должен соответствовать следующим требованиям:

$$F_{\text{тре}} > F_{\text{сдв}}$$

Где

$$F_{\text{сдв}} = F_z / 2 = 117 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тре}} = F_{\text{зат}} \cdot f = 1630 \cdot 0,18 = 293 \text{ Н}$$

Таким образом $F_{\text{тре}} = 293 \text{ Н} > F_{\text{сдв}} = 117 \text{ Н}$

2.4 Определение необходимой силы зажима

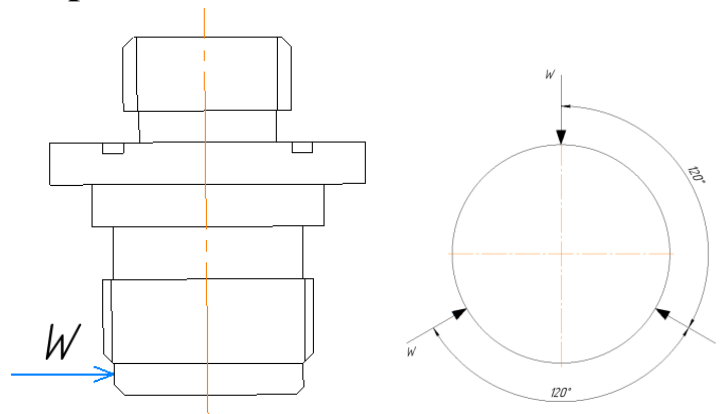


Рисунок 2.4. – Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Заготовка, установленная в трёхкулачковом патроне, находится под действием момента

$M_{\text{при}}$ и осевой силы $P_{\text{ос}}$. Силу закрепления можно найти из равенства:

$$Q = \frac{k \cdot M_{\text{при}}}{3 \cdot f \cdot R},$$

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

R - радиус заготовки, $R = 0,018$ м.

$k = 1,2$; коэффициент запаса, коэффициент запаса. K используется для обеспечения гарантированной закрепления.

$M_{\text{при}} = 0,25$ Н · м – Крутящий момент при вращении центра

$$Q = \frac{k \cdot M_{\text{при}}}{3 \cdot f \cdot R} = \frac{1,2 \cdot 0,25}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,018} = 35 \text{ Н};$$

$M_{\text{кр}} > M_{\text{при}}$ в 1,5–2 раза.

Таким образом,

$$M_{\text{кр}} = (1,5 \dots 2) \cdot M_{\text{св}};$$

Принимаем

$$M_{\text{кр}} = 2 \cdot M_{\text{св}} = 2 \cdot 35 = 70 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

2.5 Расчет приспособления на точность

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

1. Для расчета точности приспособления $\varepsilon_{пр}$ следует пользоваться формулой [15, с.113]:

$$\varepsilon_{пр.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\Pi}^2 + \varepsilon_{И}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

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

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

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

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

ε_B – погрешность базирования заготовки в УДГ, $\varepsilon_B = 0$.

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

ε_y – погрешность установки приспособления на станке, $\varepsilon_y = 0,11$ мм [15, с. 106].

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

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

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

По формуле 5 определяем:

$$\varepsilon_{пр.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\Pi}^2 + \varepsilon_{И}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2} =$$

$$= 0,52 - 1,2\sqrt{(0,82 \cdot 0)^2 + 0,11^2 + 0,11^2 + 0,01^2 + 0,05^2 + (0,6 \cdot 0,5)^2}$$

$$= 0,04\text{мм.}$$

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

2.6 Анализ технологичности конструкции.

Устройство рассчитано на технологичность. Преимущество этого приспособления состоит в том, что, можно поворачивать на фиксированный угол без демонтажа заготовки и поскольку кулачки трехкулачкового патрона взаимозаменяемы, можно устанавливать заготовки различного диаметра, а кулачок используется в качестве зажимного приспособления для обеспечения быстрой загрузки и выгрузки деталей.

2.7 Общая информация

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

Достижение цели обеспечивается решением задач:

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

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

Группа		ФИО	
154A81		Ли Миньян	
Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

Тема дипломной работы: Разработка технологии изготовления детали "Сопло"

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.02.22 г.
---	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ОСГН, ШБИП)	Гасанов М.А.	Д.э.н.		22.02.22 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ли Миньян		22.02.22 г.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Общая информация

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

Достижение цели обеспечивается решением задач:

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

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 3,1).

Таблица 3,1 - Оценка конкурентоспособности

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

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

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

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

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

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

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

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

3.3 SWOT-анализ

В данном пункте будет проведен комплексный анализ научно-исследовательского проекта с целью исследования его внешней и внутренней среды.

Первый этап анализа заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, используя матрицу SWOT (таблица 3.2), а также в выявлении возможностей и угроз для его реализации, которые проявились или могут проявиться в его внешней среде.

Таблица 3.2 – SWOT-анализ проекта.

Внешние факторы	Внутренние факторы		
		Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
		а 1. Внедрение научно-исследовательских разработок; 2. Высокое качество продукта; 3. Низкое влияние человеческого фактора; 4. Легкое производство	1. Недостаточная рекламная политика предприятия; 2. Большая конкуренция; 3. Наличие дорогостоящего оборудования; 4. Наличие дополнительной оснастки.
	Возможности: 1. Нормированитех. процесса 2. Возможность удешевления тех. процесса 3. Механизация и автоматизация процесса изготовления 4. Широкий выбор материалов	Использование современных подходов в машиностроении позволяет увеличивать качество продукции.	Необходимо, на этапе проектирования, составлять оптимальные технологические процессы для того, чтобы не было дополнительных затрат для производства деталей
	Угрозы: 1. Отсутствие спроса 2. Банкротство Угроза 3. Повышение налогов 4. Конкуренция 5. Неблагоприятная экономическая ситуация в стране и мире	Постоянный анализ актуальности производимой продукции поспособствует развитию производства.	Необходимо рекомендовать и рекламировать продукцию различным предприятиям для увеличения спроса на продукцию и для получения прибыли.

Второй этап. Необходимо выявить соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Занесем результат в таблицу 3.3

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	-	-	-
	B2	-	-	+	+
	B3	+	-	-	-
	B4	-	+	-	+
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	-	-
	B2	-	-	+	+
	B3	-	-	+	-
	B4	-	+	-	-
Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	+	-	-
	У2	+	-	-	-
	У3	+	-	-	+
	У4	+	+	+	-
	У5	-	-	-	-
Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	-	-
	У2	+	-	-	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-
	У5	-	-	-	-

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

3.4 Планирование научно-исследовательских работ

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса состоит из нескольких этапов, которые составляют структуру научного исследования. Список запланированных работ представлен в таблице 3.7.

Таблица 3.4 – Перечень запланированных работ

Основные этапы	№ п/п	Содержание работ	Длительность работы, дни	Дата начала и окончания работы	Исполнитель
Разработка ТЗ	1	Составление и утверждение ТЗ	7	24.02.2022-02.03.2022	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор изученного материала; Календарное планирование работ.	10	03.03.2022-13.03.2022	Дипломник
Теоретическое и экспериментальное исследование	3	Построение модели; Проведение необходимых расчетов и обоснований; Сопоставление результатов с теорией; Контроль результатов.	33	14.03.2022-15.04.2022	Дипломник
Оценка результатов	4	Оценка эффективности полученных результатов	10	16.04.2022-26.04.2022	Научный руководитель
Обработка полученных данных	5	Формулирование выводов по работе	5	27.04.2022-1.05.2022	Дипломник, научный руководитель
Подготовка литературного обзора, теоретической и практической части работы	6	Оформление всех результатов, проектных решений и расчетов	29	2.05.2022-31.05.2022	Дипломник
Итого:			94	24.02.2022-30.05.2022	

Для иллюстрации календарного плана составим диаграмму Ганта. На ней работы по теме представлены протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания данных работ (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Календарь план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	к, кал · н.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Разработка ТЗ	Подготовка литературного обзора, теоретической и практической части работы	7												
2	Выбор направления исследования	Дипломник	10												
3	Теоретическое и экспериментальное исследование	Научный руководитель, дипломник	33												
4	Оценка результатов	Научный руководитель	10												
5	Обработка полученных данных	Дипломник, научный руководитель	5									 			
6	Подготовка литературного обзора, теоретической и практической части работы	Дипломник	29												

 - дипломник

 - научный руководитель

3.5 Бюджет научно-технического исследования

3.5.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при исследовании. Результаты расчета затрат представлены в таблице 3.6

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы Z_m , руб.
Краска для принтера	шт.	1	600	600
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	200	400
Долбежный станок 7А420	шт.	1	300000	300000
Штангенциркуль	шт.	5	400	2000
Внутренний микрометр	шт.	5	2000	10000
Итого, руб.				313000

3.5.2 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:

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

Где: n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot \text{И}}{12} \times t$$

Где:

И – итоговая сумма, тыс. руб.; t – время использования, мес.

Таблица 3.7 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Персональный компьютер (ноутбук)	1	4	50	50
Итого		50 тыс. руб.			

Рассчитывается норма амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 4 года

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{4} = 0,25$$

Общая сумма амортизационных отчислений:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times m = \frac{0,25 \times 50000}{12} \times 13 = 13500 \text{ руб}$$

3.5.3 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:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \times T_p$$

Где:

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дней.
(инженера: $T_{p2} = 270$ дней, руководителя: $T_{p1} = 41$ дней).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_m \times M}{F_d}$$

Где:

Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дней (в данном случае $F_d=270$ дней);

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

Должностной оклад работника за месяц определяется по формуле :

$$Z_m = Z_{mc} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p$$

Где:

Z_{mc} – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб (для руководителя $Z_{mc1} = 28600$ руб, а для инженера $Z_{mc2} = 6500$ руб);

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

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

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

По формуле 4.10 определяется должностной оклад руководителя за месяц:

$$Z_{m1} = Z_{mc1} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 28600 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 55770 \text{ руб}$$

По формуле 4,10 определяется должностной оклад инженера за месяц:

$$Z_{m2} = Z_{mc2} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 6500 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 12675 \text{ руб}$$

Среднедневная заработная плата у руководителя рассчитывается по формуле 4.9:

$$Z_{дн1} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{55770 \times 8,1}{247} = 1828,89 \text{ руб}$$

Среднедневная заработная плата у инженера рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн2} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{12675 \times 8,1}{247} = 415,65 \text{ руб}$$

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн1} = Z_{дн1} \times T_{p1} = 1828,89 \times 41 = 74984,49 \text{ руб}$$

Основная заработная плата инженера рассчитывается по формуле:

$$З_{осн2} = З_{дн2} \times T_{p2} = 415,65 \times 270 = 112225,5 \text{ руб}$$

Таким образом, затраты на общую основную заработную плату составляют:

$$З_{осн\text{ обще}} = З_{осн1} + З_{осн2} = 74984,49 + 112225,5 = 187212,12 \text{ руб}$$

Перечисленные информации представляются в таблице 3.8:

Таблица 3.8 – Расчеты основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{мс}$, руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_m$, руб	$З_{дн}$, руб	T_p , дн	$З_{осн}$, руб
Руководитель	28600	0,3	0,2	1,3	55770	1828,89	41	74984,49
Инженер	6500	0,3	0,2	1,3	12675	415,65	270	112225,5
Итого:								187212

3.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \times З_{осн}$$

Где:

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата;

$З_{осн}$ – основная заработная плата;

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

определяется дополнительная заработная плата для руководителя:

$$З_{доп1} = k_{доп} \times З_{осн} = 0,15 \times 74984,49 = 11247,67 \text{ руб}$$

По формуле 4.11 определяется дополнительная заработная плата для инженера:

$$З_{доп2} = k_{доп} \times З_{осн} = 0,15 \times 112227,6 = 16834,14 \text{ руб}$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата составляет:

$$З_{доп\text{ общ}} = З_{доп1} + З_{доп2} = 11247,67 + 16834,14 = 28081,81 \text{ руб}$$

3.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (74984,49 + 11247,67) = 25869,65 \text{руб}$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (74984,5 + 16834,14) = 27545,6 \text{руб}$$

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

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

$$З_{внеб\text{ общ}} = З_{внеб1} + З_{внеб2} = 27545,6 + 25869,65 = 53415,2 \text{руб}$$

3.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$З_{нак} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нак},$$

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

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

$$З_{нак} = (313000 + 13500 + 215293 + 53415) \cdot 0,16 = 95233 \text{руб.}$$

3.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 3.9

Таблица 3.9 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	313000	45,34
2. Амортизационные отчисления	13500	2,0
3. Затраты по основной зарплате	187212	27,11
4. Затраты по дополнительной зарплате	28081	4,07
5. Отчисления во внебюджетные фонды	53415	7,74
6. Накладные расходы	95233	13,74
Бюджет затрат на проектирование	690441	100

Бюджет всех затрат проекта равен 690441 рублей. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (45,34 %).

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

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

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

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

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

Таблица 3.10 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4

4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

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

Итак, в результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны. Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 97 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 690441 рублей. Показатель ресурсоэффективности по пятибалльной шкале $I_p = 4,45$, что говорит об эффективной реализации проекта. На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

Вывод:

В ходе работы был проведен экономический анализ проекта, посчитаны разного рода затраты, зарплатные отчисления, составлен SWOT анализ, выявлены сильные и слабые стороны проекта, выявлены конкуренты и произведено сравнение с похожими конкурирующими разработками, составлен календарный рейтинг план с расчетом трудозатрат, а так же построена диаграмма Ганта на основе этих данных.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Группа		ФИО	
154A81		Ли Миньян	
ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема дипломной работы: Разработка технологии изготовления детали "Сопло"

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1.Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Объектом исследования является участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1.Технологическая безопасность 1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой 1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой	Оценка рабочего места на наличие вредных факторов. Действие фактора на организм человека. Приведение допустимых норм с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ. Предлагаемые методы снижения воздействия вредных факторов. Оценка помещения по электробезопасности
2. Региональная безопасность: Защита атмосферы(выбросы); Защита гидросферы(сбросы); Защита литосферы(отходы);	Анализ возможного загрязнения окружающей среды.
3. Организационные мероприятия обеспечения безопасности.: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Перечень основных нормативных актов, содержащих требования по охране труда
4.Особенности законодательного регулирования проектных решений	
5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: ☐ перечень возможных ЧС на объекте; ☐ выбор наиболее типичной ЧС;	Оценка пожарной опасности по-мещения. План эвакуации.

☐ разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; ☐ разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; ☐ разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.04.2022 г.

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ООД, ШБИП)	Сечин А.И.	Д.т.н.		05.04.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А81	Ли Миньян		05.05.2022 г.

4. Социальная ответственность

Введение

При выполнении работы большая часть времени проводилась в 16А корпусе. В аудитории № 101 проводилось изготовление детали «сопло».

В данном разделе будут рассматриваться вопросы, связанные с правилами эксплуатации помещения, техникой безопасности и охраной труда в лаборатории, как при возникновении опасной ситуации, так и при ЧС. А также будет проведен анализ вредных и опасных факторов и их воздействие на человека, что позволит определить средства индивидуальной и коллективной защиты, и решить вопросы обеспечения безопасности в целом, как для помещения, так и для организации в целом.

Рабочим местом является учебная лаборатория. Так как данное помещение находится внутри здания, на проектировщика возможны действия следующих вредных и опасных факторов: ультрафиолетовое излучение, превышение уровня шума, отклонение показателей микроклимата, монотонный режим работы, недостаточная освещенность, электрический ток, пожар. Воздействие вредных производственных факторов на работающих может привести к заболеванию и снижению производительности труда. Это прежде всего такие опасные и вредные факторы:

- воздействие инфракрасного излучения;
- воздействие переменных магнитных полей при КС и высокочастотных ЭМП-при сварке ТВЧ;
- повышенный уровень ультрафиолетовой радиации дуги;
- действие ионизирующих излучений при ЭЛС, проведении γ- и рентгенографии сварных швов, использовании тарированных вольфрамовых электродов;
- влияние шума и вибраций имеет место при плазменной и газовой резке, работе пневмопривода (КС), различного оборудования (вакуум-насосов,

вентиляторов, сварочных трансформаторов и др.), а также ультразвука и высокочастотного шума –при УЗС

-повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне (РЗ), особенно при сварке с подогревом изделий; рабочая зона – пространство высотой 2 м над уровнем пола или площадки, где находятся рабочие места.

-влияние шума и вибраций имеет место при плазменной и газовой резке, работе пневмопривода (КС), различного оборудования (вакуум-насосов, вентиляторов, сварочных трансформаторов и др.), а также ультразвука и высокочастотного шума –при УЗС.

Использование открытого газового пламени, наличие расплавленного металла и шлака и т.п. увеличивают опасность возникновения пожара, а неправильное транспортирование, хранение и использование баллонов со сжатыми газами, нарушение правил эксплуатации газосварочного оборудования и т.п.-взрывов. При автоматических способах сварки – нервно-психические перегрузки из-за напряженности труда. Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья. Это действие электрического тока, искры и брызги расплавленного металла, движущиеся машины, механизмы и т.д

4.1 Техногенная безопасность

4.1.1 Анализ вредных факторов производственной среды

К основным вредным факторам можно отнести:

- превышение уровня шума;
- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень вибраций;
- отклонение показателей микроклимата;
- повышенный уровень электромагнитных полей;

Превышение уровня шума

Шум - это беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры. С физиологической точки зрения шум — это всякий неблагоприятный воспринимаемый звук.

Длительное воздействие шума может привести к ухудшению слуха, а в отдельных случаях – к глухоте. Шумовое воздействие на рабочем месте неблагоприятно отражается на работающих и приводит к снижению внимания; увеличению расхода энергии при одинаковой физической нагрузке; замедлению скорости психических реакций и т.п.

Мероприятия по устранению вредного воздействия шума:

- Применение ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией
- Применение звукопоглощающих конструкций
- Выбор рациональных режимов работы оборудования, ограничение времени нахождения персонала в зоне эксплуатации агрегатов (машин) с повышенным уровнем шума (защита «временем»)
- Использование средств индивидуальной защиты органов слуха.

К средствам индивидуальной защиты органа слуха относятся противошумные вкладыши, противошумные наушники и шлемы. Эффективность СИЗ может быть обеспечена их правильным подбором в

зависимости от уровней и спектра шума, а также контролем за правильной эксплуатацией.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА:

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений;
5. уменьшение шума на пути его распространения.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Важную роль при создании благоприятных условий труда, для работающих с ПЭВМ, играет правильная организация световой среды (обеспечение оптимальной концентрации естественного и искусственного света).

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общеравномерного освещения установка светильников местного освещения. Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера. Блесткость уменьшается за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200 кд/м².

Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70. Естественное освещение в помещениях, оборудованных ПЭВМ, должно

осуществляться через окна, ориентированные на север и северо-восток, обеспечивая коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1.2 % в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1.5 % на остальной территории. Также одним из нормируемых показателей является коэффициент пульсации (Кп), он не должен превышать 5 % [9], что обеспечивается применением газоразрядных ламп в светильниках общего и местного освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников. Если ВЧ ПРА отсутствуют, применяют лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

Повышенный уровень вибраций

Вибрация — это механические колебания машин и механизмов, которые характеризуются такими параметрами, как частота, амплитуда, колебательная скорость, колебательное ускорение. Вибрацию порождают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе машин.

При изучении действия вибрации на организм человека нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют 3–6 Гц, стоя — 5–12 Гц, грудной клетки — 5–8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха.

Допустимые величины вибрации в производственных помещениях:

Таблица 8. Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с ²
0,6-0,4	До 3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей исуставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни.

В таблице 9 представлено влияние вибраций на организм человека в целом.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с Депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в

		центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

В последнее время принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки (спазмы периферических сосудов, приступы побеления пальцев рук на холоде, ослабление подвижности и боль в руках в покое и ночное время, потеря чувствительности пальцев, гипертрофия мышц); церебральную — от преимущественного воздействия вибрации на весь организм человека (общемозговые сосудистые нарушения и поражение головного мозга); смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др

- низкочастотные вибрации (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц - для локальных вибраций);

- среднечастотные вибрации (8-16 Гц - для общих вибраций, 31,5-63 Гц - для локальных вибраций);

- высокочастотные вибрации (31,5-63 Гц - для общих вибраций, 125-1000 Гц - для локальных вибраций)

Микроклимат

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°C, в теплый период года 23-25°C. Перепады температур

воздуха в течении смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C. Относительная влажность воздуха в диапазоне 60-40%. Оптимальная скорость движения воздуха 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 20,0-21,9°C, в диапазоне выше оптимальных

величин 24,1-25,0°C. Температура поверхностей 19,0-26,0°C.

Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 21,0-22,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 25,1-28,0°C. Температура поверхностей 20,0-29,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. При температурах воздуха 25°C и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5. СанПиН 2.2.4.548-96. При температурах воздуха 26-28°C скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6. СанПиН 2.2.4.548-96. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать

35 Вт/м²

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а также воздушное душирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.

- Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом, так в помещении с работающими ПЭВМ осуществляется кондиционирование воздуха, необходимое для поддержания необходимых параметров микроклимата независимо от внешних условий. В холодное время года параметры микроклимата поддерживаются системой водяного, воздушного или электрического отопления, в теплое - благодаря кондиционированию воздуха, с параметрами, отвечающими требованиям санитарным нормам безопасности СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям. СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

- Аэроионный состав воздуха производственных помещений оказывает влияние на самочувствие человека. Отклонения аэроионного состава от нормы во вдыхаемом воздухе может создавать угрозу для пользователя. Аэроионный состав воздуха должен соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.1294-03. К нормируемым показателями аэроионного состава воздуха относят: допустимый диапазон концентрации аэроионов обеих полярностей ρ^+ , $\rho^{3/4}$, характеризующийся количеством аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см³), допустимый диапазон коэффициента униполярности $У$, определяемый отношением концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудование, источники индукционного тока.

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил, энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 10

Таблица 10. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000	200	-
3-30 МГц	7000	Не разработаны	-
30-50 МГц	800	0.72	-
50-300 МГц	800	Не разработаны	-
300 МГц-300 ГГц	-	-	200

4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой

Опасным называется фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению трудоспособности, то его считают вредным. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Основными *опасным фактором* являются:

Повышенная температура поверхности оборудования, материалов. Повышенные температуры могут вызвать ожоги различных степеней в зависимости от температуры поверхности.

Механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств. Движущиеся части машин и механизмов и сами машины, острые кромки предметов, нахождение на высоте, перегретые или переохлажденные поверхности, способные вызвать термический или холодный ожог.

Разлет стружки при работе на станке. Разлет горячей стружки может привести к множественным ожогам, так же стружка может привести к поломке оборудования и тем или иным образом повлиять на безопасность человека.

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

Средства защиты

Основным средством защиты является спецодежда, которая защищает человека от попадания горячей стружки, расплавленных частиц металла, искр, поражения электрическим током и т.п.

4.2 Региональная безопасность

Охрана окружающей среды на предприятии характеризуется комплексом принятых мер, которые направлены на предупреждение отрицательного воздействия человеческой деятельности предприятия на окружающую природу, что обеспечивает благоприятные и безопасные условия человеческой жизнедеятельности. Учитывая стремительное развитие научно-технического прогресса, перед человечеством встала сложная задача – охрана важнейших составляющих окружающей среды (земля, вода, воздух), подверженных сильнейшему загрязнению техногенными отходами и выбросами, что приводит к окислению почвы и воды, разрушению озонового слоя земли и климатическим изменениям. Промышленная политика всего мира привела к таким необратимым и существенным изменениям в окружающей среде, что этот вопрос (охрана окружающей среды на предприятии) стал общемировой проблемой и принудил государственные аппараты разработать долгосрочную экологическую политику по созданию внутригосударственного контроля за ПДВ.

Как правило, в качестве промышленных отходов выступают: бумага, строительные отходы, коробки и т.п. Этот мусор с другими отходами вывозится на территории, выделенные под складирование бытовых отходов. Сжигание этих отходов уменьшает их объём на 90%, но в результате сжигания происходит выделение вредных газов и дымов, что загрязняет атмосферу.

4.2.1 Защита атмосферы

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие экозащитные мероприятия:

- экологизация технологических процессов;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные

решения и др.

Экологизация технологических процессов – это в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ. Кроме того необходима предварительная очистка топлива или замена его более экологичными

видами, применение гидрообеспыливания, рециркуляция газов, перевод различных агрегатов на электроэнергию и др.

Очистка газовых выбросов от вредных примесей. Нынешний уровень технологий не позволяет добиться полного предотвращения поступления вредных примесей в атмосферу с газовыми выбросами. Поэтому повсеместно используются различные методы очистки отходящих газов от аэрозолей (пыли) и токсичных газо- и парообразных примесей (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и др.).

Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, абсорбционные, адсорбционные) и другие методы для очистки газов от токсичных газо- и парообразных примесей.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. К сожалению, этот метод позволяет снизить локальное загрязнение, но при этом проявляется региональное.

Устройство санитарно-защитных зон архитектурно-планировочные мероприятия.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени

вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

4.2.2 Защита гидросферы

Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения.

Для предупреждения от засорения принимают меры, исключая попадание в водоемы и реки строительного мусора, твердых отходов, разработанного грунта и других предметов, негативно влияющих на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важнейшая и очень сложная проблема – защита вод от загрязнения. С этой целью предусматривают следующие мероприятия:

развитие безотходных и безводных технологий, внедрение систем оборотного водоснабжения, утилизация отходов;

очистка промышленных, коммунально-бытовых и др. сточных вод;

передача сточных вод на другие предприятия, предъявляющие менее жесткие требования к качеству воды и если, содержащиеся в ней примеси, не оказывают вредного воздействия на технологический процесс этих предприятий, а наоборот улучшают качество выпускаемой продукции (например, передача сточных вод

химических предприятий на предприятия строительного производства)

- канализованное и санитарная очистка городов;
- очистка поверхностного стока городских, промышленных территорий;
- создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. В виду огромного разнообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механический, физико-

химический, химический, биологический и др. В зависимости от характера загрязнения и степени вредности очистка сточных вод может производиться каким-либо одним методом или комплексом методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жиролушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические способы используют для очистки промышленных сточных вод.

При химической очистке в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак и др.), которые взаимодействуют с загрязнителями и выпадают в осадок.

При физико-химической очистке используют методы коагуляции, сорбции, флотации и др.

Для очистки коммунально-бытовых, промышленных стоков целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих, пищевых предприятий после механической очистки используют биологический метод. Этот метод основан на способности природных микроорганизмов, использовать для своего развития, органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах. Очистку производят на искусственных сооружениях (аэротанках, метантанках, биофильтрах и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды и др.). При очистке сточных вод образуется осадок, который удаляют для подсушивания на иловые площадки, а потом используют как удобрение. Однако при биологической очистке коммунально-бытовых сточных вод совместно с промышленными сточными водами, которые содержат тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнители накапливаются в осадках и использование их в качестве удобрений исключается. Возникает проблема обращения с осадками сточных вод во многих

городах, в том числе и в Томске.

Важную защитную роль на любом водном объекте выполняют водоохранные зоны – это специальные зоны, устраиваемые вдоль берегов рек, озер, водохранилищ. Основное назначение – защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозионных наносов поверхностным стоком. Ширина водоохраных зон может составлять от 100 до 300 м и более. В пределах водоохраной зоны почва должна быть закреплена растительностью, высажены защитные лесные полосы, запрещается хозяйственная деятельность: распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов, удобрений, производство строительных работ, размещение складов, гаражей, животноводческих комплексов и др.

Контроль качества воды проводят для оценки возможности ее использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыб-хозяйственного и технического назначения. Для оценки качества воды анализируют ее состав и физические свойства. Определяют температуру, запах, вкус, прозрачность, мутность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а также количество кишечных палочек в одном литре воды. Все приведенные показатели не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод заключаются в предотвращении истощения запасов их (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

4.2.3 Защита литосферы

Общая характеристика.

Принято различать естественное и антропогенное загрязнение почвы. Естественное загрязнение почв возникает в результате природных процессов в биосфере, происходящих без участия человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ из атмосферы, литосферы или гидросферы, например, в результате выветривания горных пород или выпадения осадков в виде дождя

или снега, вымывающих загрязняющие ингредиенты из атмосферы.

Наиболее опасно для природных экосистем и человека антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Наиболее характерными загрязнителями являются пестициды, удобрения, тяжелые металлы и другие вещества промышленного происхождения.

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы только рассмотрим на сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основными видами промышленных отходов являются шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае

отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м³ древесины, 200 м³ воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев. Большую экономическую выгоду дает использование отходов из цветных металлов. Для получения 1 т меди из руды необходимо добыть из недр и переработать 700–800 т рудоносных пород.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются медленно, либо вообще не разлагаются. При их сжигании атмосфера загрязняется ядовитыми веществами. Наиболее эффективными способами предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами является их вторичная переработка (рецикле) и разработка биodeградирующих полимерных материалов. В настоящее время в мире

утилизируется лишь небольшая часть из ежегодно выпускаемых 80 млн. т пластмасс. Между тем, из 1 т отходов полиэтилена получается 860 кг новых изделий. 1 т использованных полимеров экономит 5 т нефти.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию в качестве вторичных ресурсов, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохранных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Для переработки твердых бытовых отходов находят широкое применение биотехнологические методы: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробная ферментация, вермикомпостирование.

4.3 Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м², а объем не менее 20 м³.

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Тара из-под нефтепродуктов (керосина, бензина и т. д.) перед сваркой должна быть тщательно промыта раствором каустической соды и продута паром.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из несгораемого материала. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи. Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее 5 м от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.).

На работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия средства индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами, утвержденными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами.

К средствам индивидуальной защиты относятся специальная одежда специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты органа слуха, средства защиты глаз, предохранительные приспособления[8].

4.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Согласно [18] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти– или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех-бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК [18] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому,

технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России).

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно-конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала,. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. Одними из наиболее вероятных и

разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

На основании рекомендаций [4] определяем категорию помещения по пожароопасности по ППБ – 03. В данном случае помещение относится к категории Г - производства, связанного с процессом обработки негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии,

который сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени.

Причиной возгорания в кабинете 221 могут быть следующие факторы:

- возгорание устройств искусственного освещения.
- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности.

При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- предотвращение пожаров;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

Соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования [4].
- обеспечение свободного подхода к оборудованию. В рассматриваемом тех. бюро места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

Технические мероприятия:

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м. План эвакуации приведен на рис. 4.1



Рис.4.1 – План эвакуации при пожаре и других ЧС из кабинета 221.

Выводы по разделу

В разделе «Социальная ответственность» анализируем некоторые факторы в производственном цехе, рассматриваем возможные опасности и принимаем превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

Заключение

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

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

В этом разделе «Социальная ответственность» мы анализируем некоторые факторы в производственном цехе, рассматриваем возможные опасности и принимаем превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

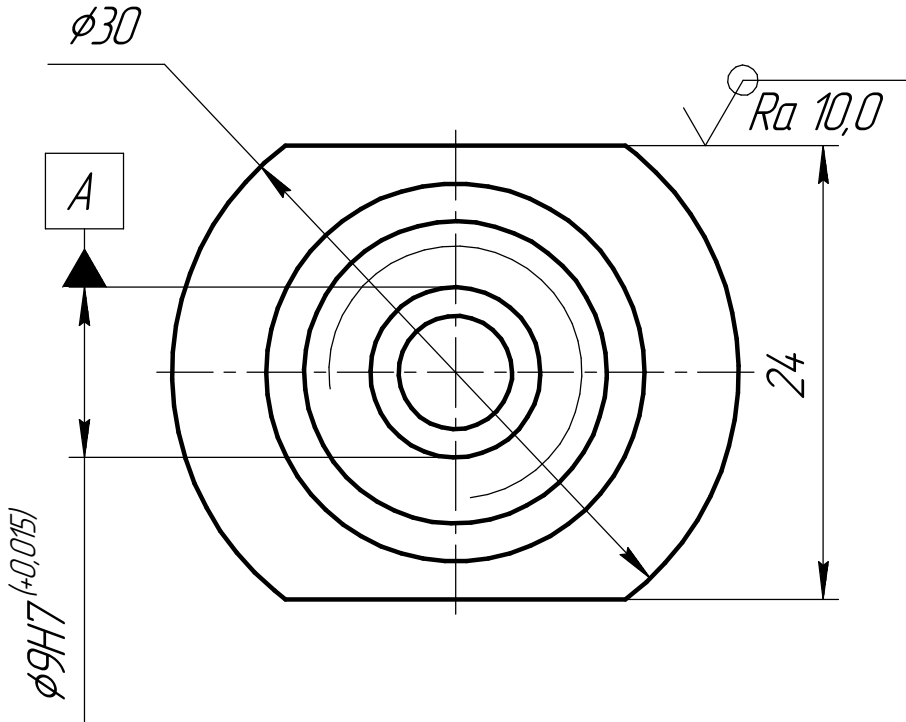
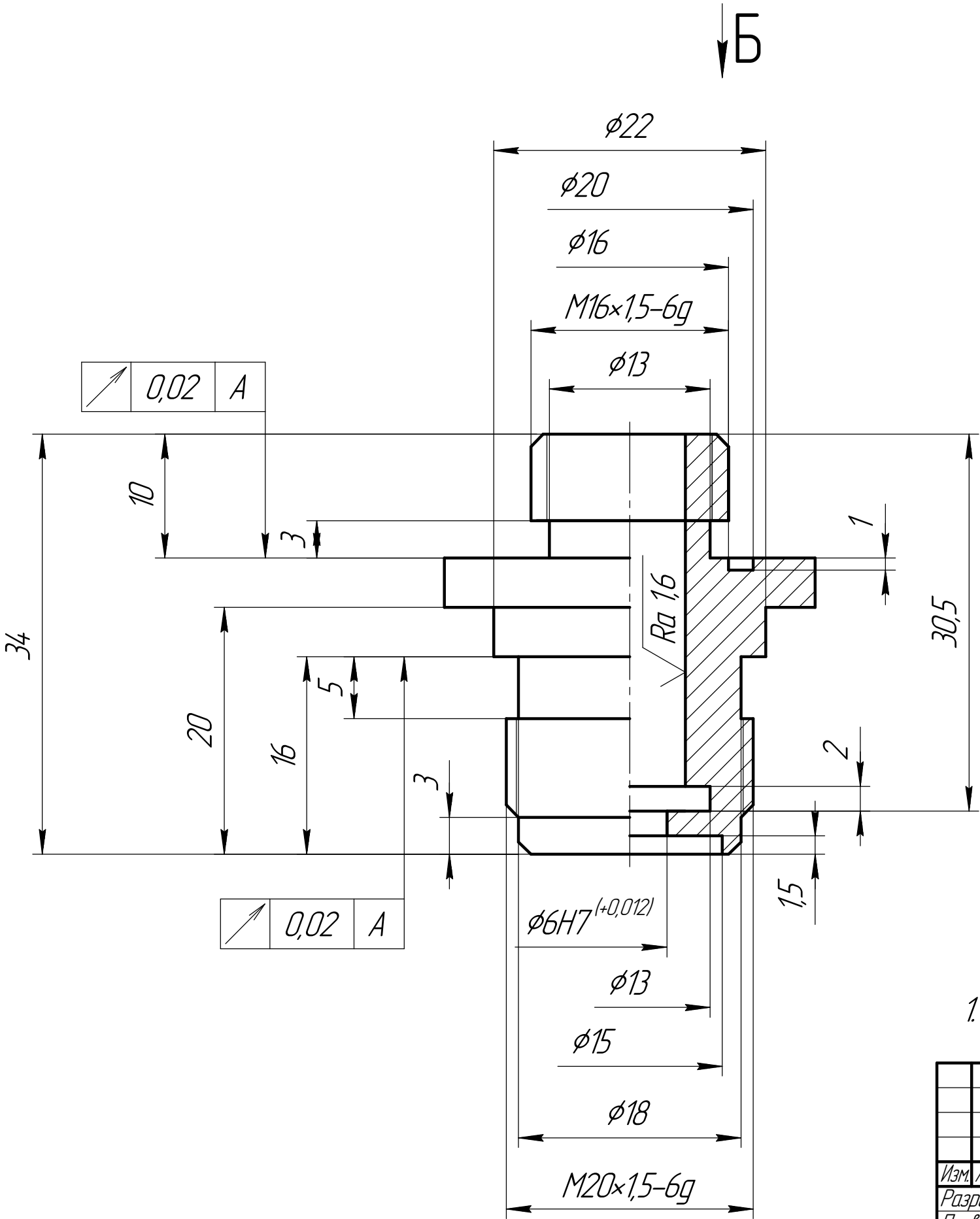
Список литературы

1. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.–М.: ООИД «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. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2018 г.
6. Ансеров М. А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции – Л.: «МАШГИЗ», 1960, 638 с.

Приложение А Чертёж детали

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

Б

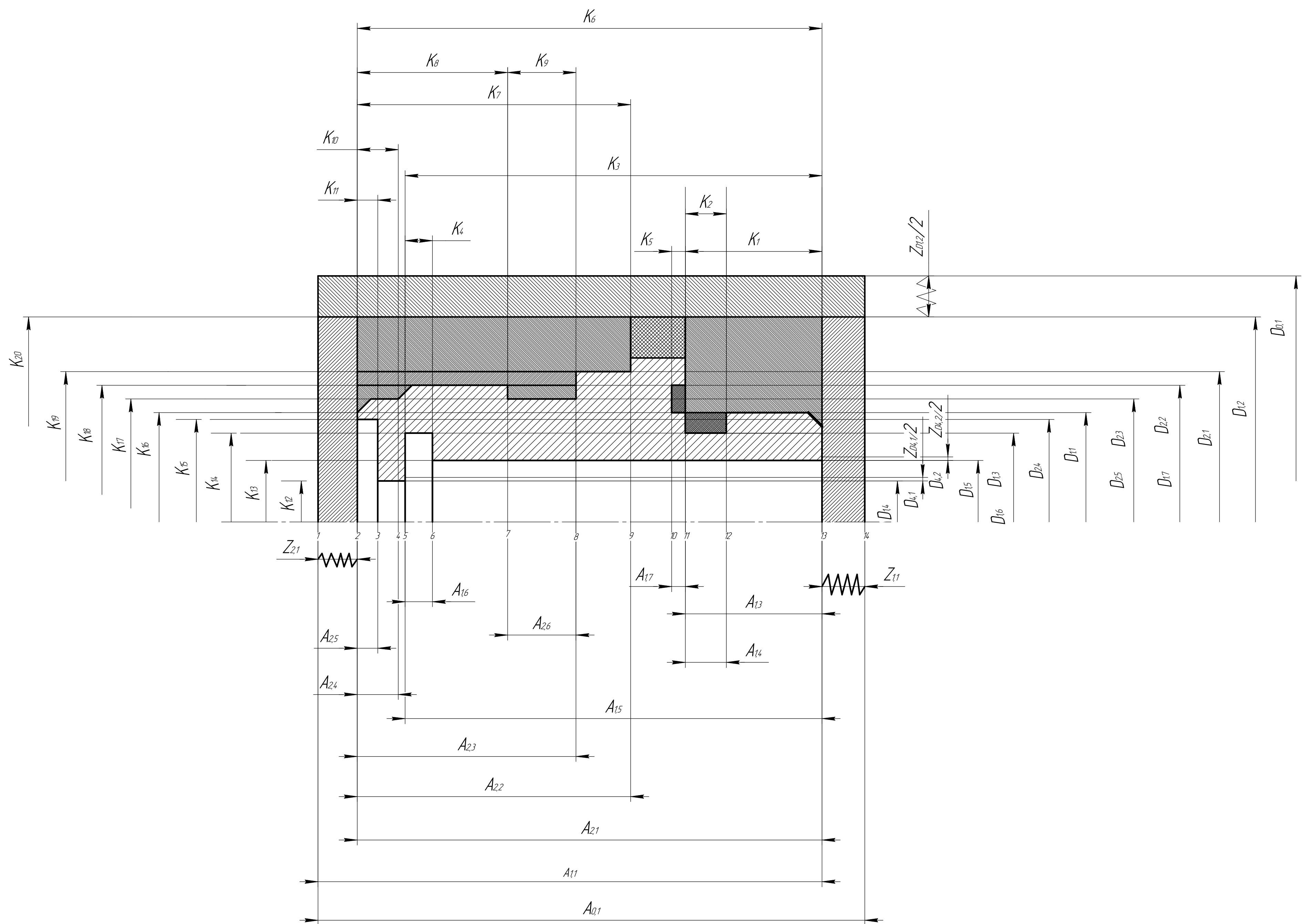


1. H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

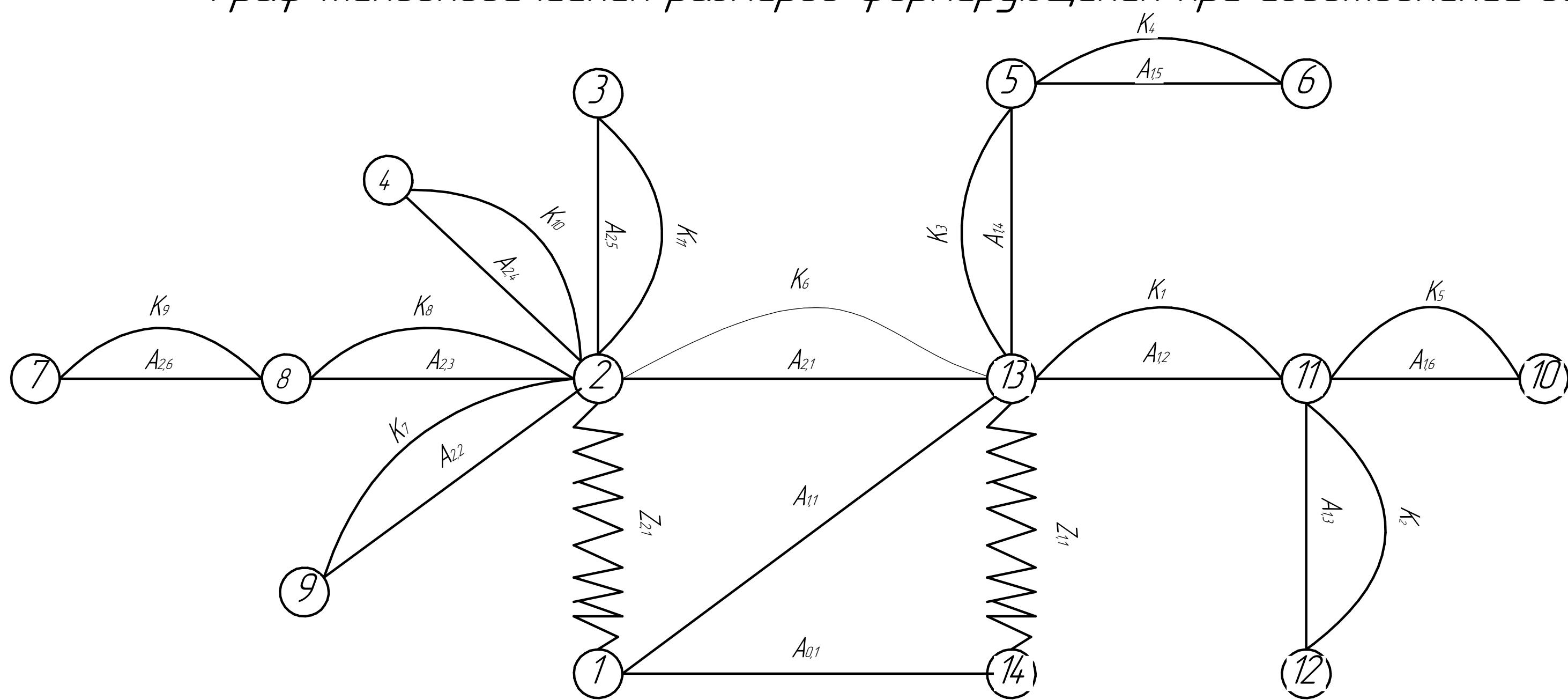
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сопло			
Разраб.					Лит.		Масса	Масштаб
Пров.								2,5:1
Т.контр.					Лист		Листов	1
Н.контр.					Сталь 12X18H10T ГОСТ 5632-72			
Утв.								

Приложение Б Карта технологического процесса

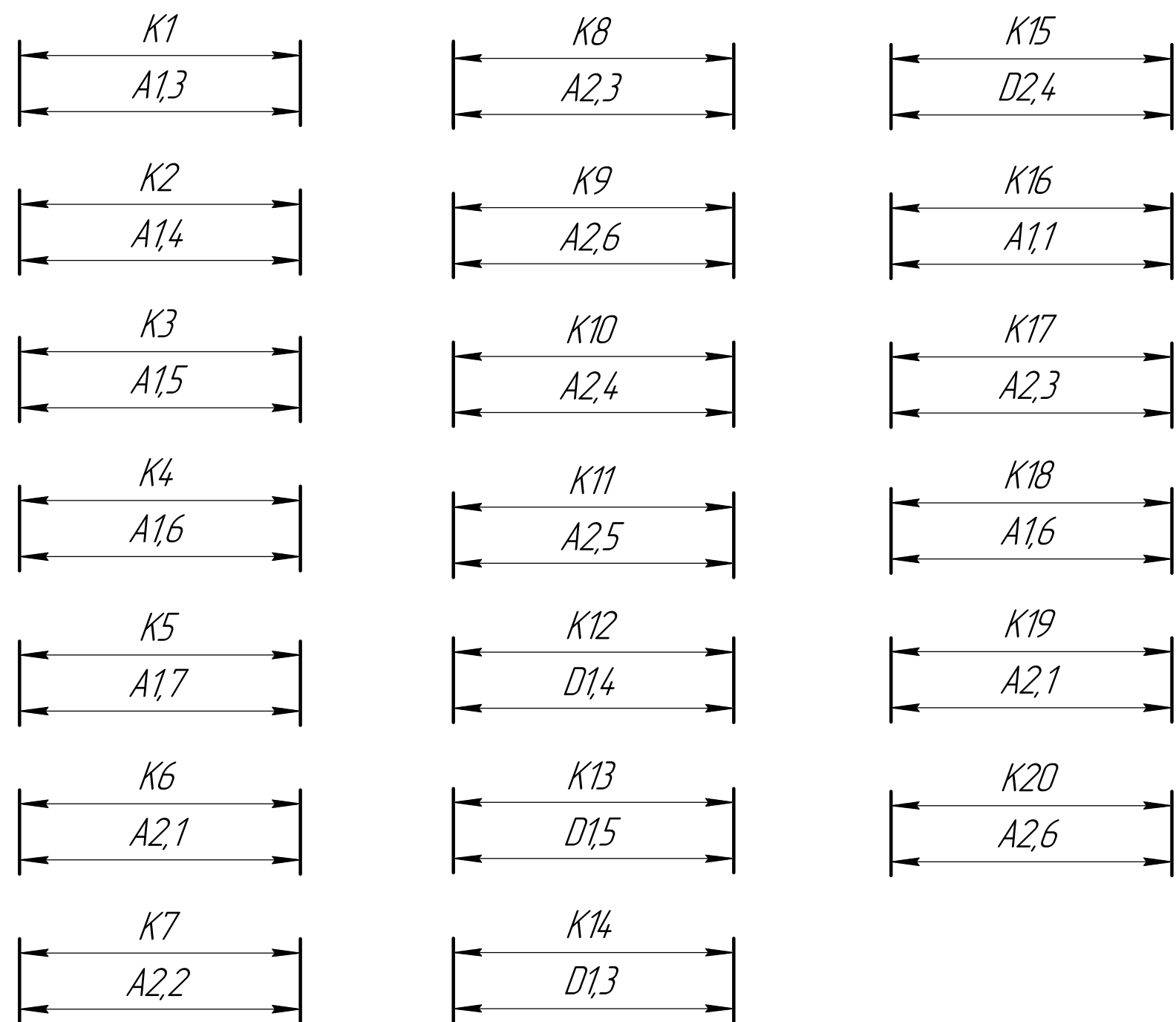
Размерная схема технологического процесса



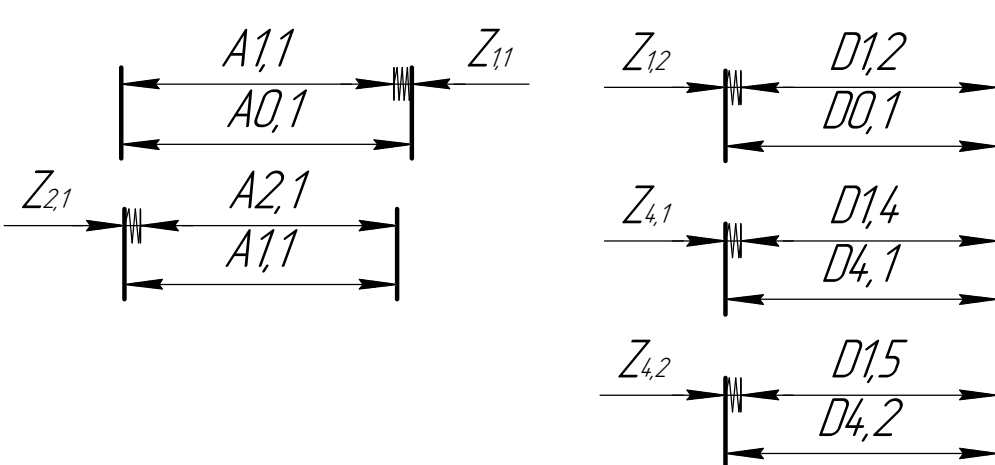
Граф технологических размеров формирующихся при изготовлении детали



Технологические размерные цепи, в которых замыкающим звеном является конструкторский размер

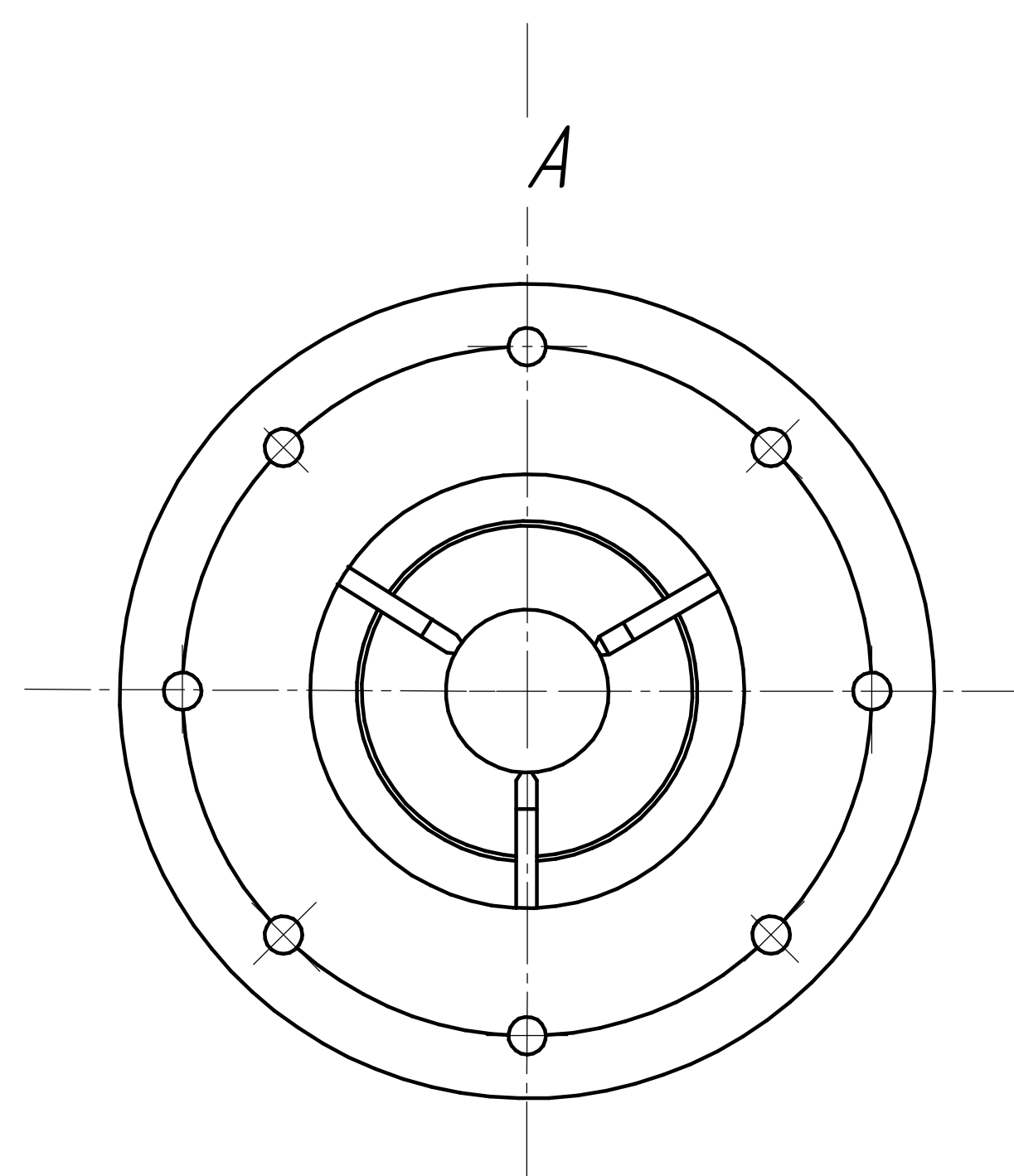
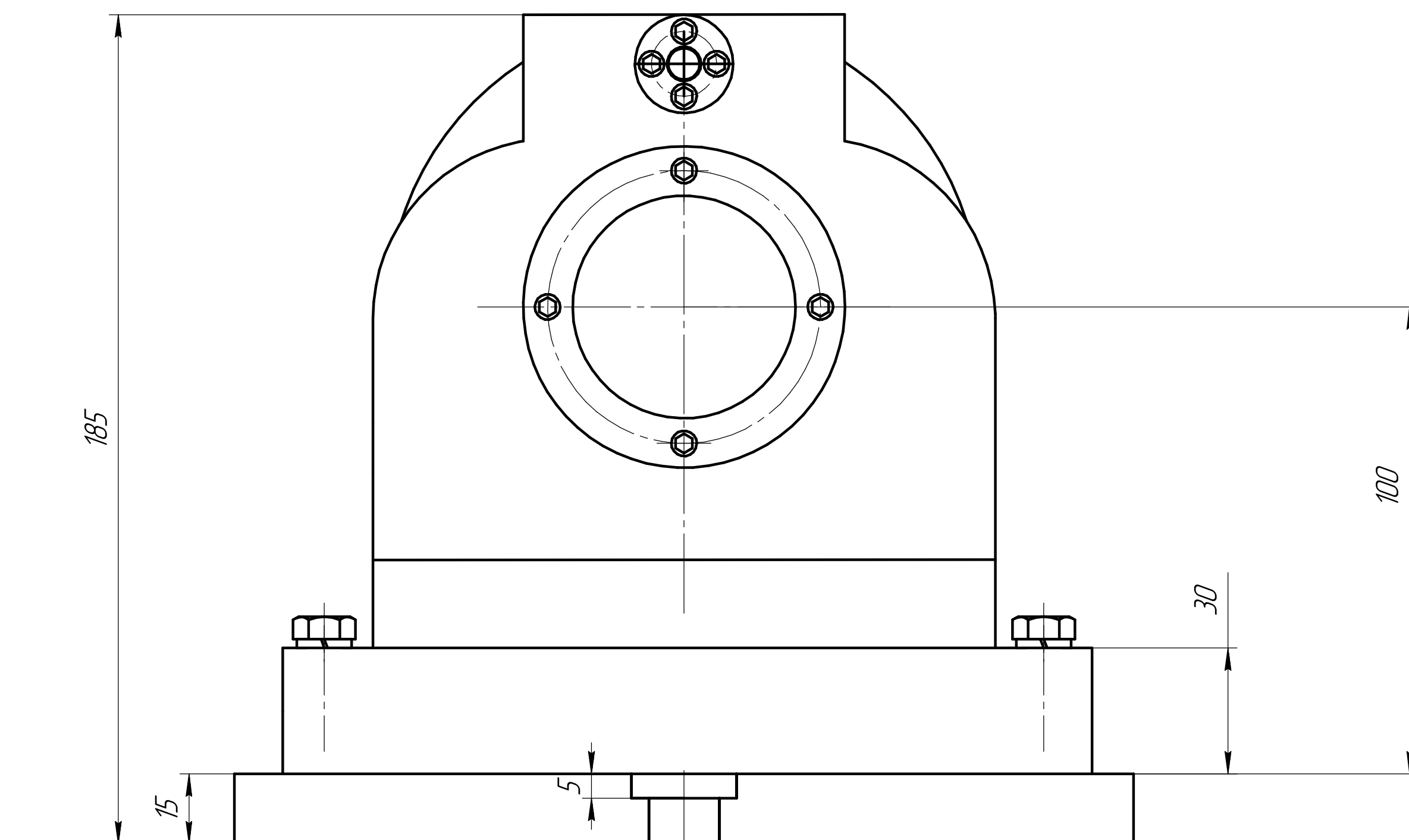


Технологические размерные цепи, в которых замыкающим звеном является припуск



Приложение В Размерный анализ

Приложение Г Специальное приспособлени



Технические требования:

- 1. Трущиеся поверхности смазывать солидолом или консистентной смазкой.*

						ИШНПТ-154А81.004.СБ			
						Приспособление фрезерное			
						Лит.	Масса	Масштаб	
								1:1	
						Лист		Листов	1
						ТПУ ИШТ Группа 154А81			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разработ.		Ли Миньян							
Проб.		Цыганков Р.С.							
Т.контр.									
И.контр.									
Утв.									

Приложение Д Операционная карта

КУМАС-3D v20 Чедья версия © 2021 ООО "ЮКОН-Системы проектирования" Россия Все права защищены

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		А3							
							Документация		
						ТПУ.ИШНПТ.154А81.002 СБ	Сборочный чертёж	1	
							Детали		
				1	ИШНПТ.154А81.000.01	вал	1		
				2	ИШНПТ.154А81.000.02	Головка	1		
				3	ИШНПТ.154А81.000.03	Крышка	1		
				4	ИШНПТ.154А81.000.04	Корпус	1		
				5	ИШНПТ.154А81.000.05	Кулачка	3		
				6	ИШНПТ.154А81.000.06	Основание	1		
				7	ИШНПТ.154А81.000.07	Планшайда	1		
				8	ИШНПТ.154А81.000.08	Ползун	1		
				9	ИШНПТ.154А81.000.08	Рукоятка	2		
				Стандартные изделия					
		10		винт М6-6dх12 ГОСТ 15589-70	2				
		11		винт М9-6dх14 ГОСТ 15589-70	8				
		12		винт М18-6dх30 ГОСТ 15589-70	6				
		13		колицо 011-014-19 ГОСТ 9833-73	1				
		14		колицо 026-029-19 ГОСТ 9833-73	1				
		15		пружина ГОСТ 18793-80	1				
		16		подшипник 1000805 ГОСТ 8338-75	2				
		17		Шайба 16 ГОСТ 11872-89 многолапчатая	2				
		18		штифт М16х28 ГОСТ 3128-70	4				
Взам. инв. №	Подп. и дата	ТПУ.ИШНПТ.-154А81.002							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Ли Миньян						
		Пров.	Цыганков Р.С.						
		Н.контр.							
Инв. № подл.	Подп. и дата	Трехкулачковый патрон			Лит.	Лист	Листов		
						1	1		
		с вращающейся поверхностью							