

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали "Фланец редуктора"
УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Мэн Сянцзюнь		03.06.2022

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Мэн Сянцзюнь

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали "Фланец редуктора"	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№34-77/с от 03.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ чертежа и технологичности детали, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Кувшинов К.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:
РЕФЕРАТ (THE REPORT)

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Мэн Сянцзюнь		13.12.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 139 страницы пояснительной записки, 29 таблиц, 13 рисунков, 32 литературных источников, 4 листа графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А2, 1 лист графического материала формата А3, 1 листа графического материала формата А4.

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

Актуальность темы состоит в том, что фланец редуктора широко используется в автомобилях. Фланец редуктора, в основном используется для соединения двигателя и редуктора, а также для соединения редуктора с другим оборудованием.

Объектом исследования является технология изготовления детали «Фланец редуктора».

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

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

Результатом данной работы является разработка технологии изготовления детали «Фланец редуктора», применяемая для реального

производства с универсальным оборудованием, сконструировано специальное приспособление – кондуктор с пневматическим зажимом для сверления отверстий.

Степень внедрения: единичное производство.

Область применения: машиностроение.

Бюджет затрат на реализацию разработки технологии изготовления фланца редуктора настоящего исследования составил 194 324,4 руб. Показатель финансовой эффективности разработки технологии изготовления фланца редуктора настоящего исследования отражает численное удешевление стоимости разработки в разгах по сравнению с имеющимися технологическими процессами и равен 0,86. Показатель ресурсоэффективности разработки технологии изготовления фланца настоящего исследования по пятибалльной шкале равен 4,85, что значительно выше показателей ресурсоэффективности имеющихся технологических процессов.

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

THE REPORT

The graduate qualification work contains 139 pages of explanatory note, 29 tables, 13 pictures, 32 references, 4 sheets of graphic material of A1 format, 1 sheet of graphic material of A2 format, 1 sheet of graphic material of A3 format, 1 sheet of graphic material of A4 format.

Key words: REDUCER FLANGE, MANUFACTURING TECHNOLOGY, DIMENSIONAL ANALYSIS, CUTTING MODES, FIXTURE.

The relevance of the topic is that the gearbox flange is widely used in automobiles. Gearbox flange, mainly used to connect the engine and gearbox, as well as to connect the gearbox with other equipment.

The object of the study is the technology of manufacturing parts "gearbox flange".

Goals and objectives of the study: development of technological, efficient and economically justified manufacturing process of the part "gearbox flange".

During the performance of the graduate qualification work, the analysis of manufacturability of the part design was performed, the type of production was determined and the method of obtaining the workpiece was selected, the route of part processing was designed with the filling of the operation card and the description of all the transitions for each operation. Calculated tolerances of technological sizes, checked the accuracy of machining, calculated allowances for machining of blanks, technological dimensions, as well as cutting modes for each technological transition and the required capacity of equipment for each operation, selected the technological equipment, calculated time standards for each operation.

The result of this work is the development of technology for manufacturing parts "gearbox flange", applicable to real production with universal equipment, designed a special device - a conductor with a pneumatic clamp for drilling holes.

Degree of implementation: individual production.

Scope of application: mechanical engineering.

The cost budget for the implementation of the development of technology for manufacturing the gearbox flange of the present study was 194 324.4 rubles. The index

of financial efficiency of development of gearbox flange manufacturing technology of this study reflects the numerical reduction in the cost of development in times compared with the existing technological processes and is equal to 0.86. resource efficiency index of development of flange manufacturing technology of this study on a five-point scale is 4.85, which is significantly higher than the resource efficiency of existing technological processes.

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

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	11
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	12
1.1. Анализ чертежа детали и её технологичности.....	14
1.2. Определение типа производства	15
1.3. Выбор исходной заготовки	19
1.4. Разработать маршрут изготовления детали.....	20
1.5. Размерный анализ технологического процесса	23
1.6. Расчет допусков технологических размеров.....	26
1.6.1. Определение допусков на осевые размеры	27
1.6.2. Определение допусков на диаметральные размеры.....	27
1.6.3. Проверка обеспечения точности обработки.....	28
1.7. Расчет припусков на обработку заготовки	32
1.8. Расчёт технологических размеров.....	36
1.9. Выбор средств технологического оснащения	43
1.10. Расчет режимов резания и мощности резания	46
1.10.1. Токарная операция.....	46
1.10.2. Вертикально-сверлильная операция	75
1.11. Определение норм времени	78
1.11.1. Расчет основного времени	78
1.11.2. Расчет штучного времени	82
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	86
2.1. Описание конструкции и работы приспособления	87
2.2. Определение необходимой силы зажима	88
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	91
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	92
3.1.1. Анализ конкурентных технических решений.....	92
3.1.2. SWOT-анализ	93

3.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	97
3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования	97
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	98
3.3. Бюджет научно-технического исследования.	102
3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования...	102
3.3.2. Расчет амортизации специального оборудования	102
3.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы	103
3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	105
3.3.5. Накладные расходы	105
3.3.6. Бюджетная стоимость НИР.....	106
3.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	107
4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	111
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	112
4.2. Производственная безопасность	114
4.3. Экологическая безопасность	119
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	122
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	124
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	130
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	132
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	136

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение традиционно считается ведущей отраслью экономики. Машиностроение решает важные задачи по совершенствованию технологических процессов, посредством современных технологий повышает степень автоматизации производства и точечной механизации. Исключительно важная роль принадлежит машиностроению в обеспечении обороноспособности государства.

Машиностроение в современном мире развивается стремительно, поэтому задачи машиностроителей оперативно реагировать на изменяющиеся условия и незамедлительно разрабатывать новые перспективные технологии и совершенствовать уже существующие, с тем чтобы идти в ногу со временем.

В процессе курсового проектирования студент получает и закрепляет необходимые навыки по применению базовых и специальных знаний. Учится пользоваться техническими регламентами и справочной литературой. Получает навыки по технологическому и конструкторскому обеспечению машиностроительных производств.

В выпускной квалификационной работе решается задача по разработке эффективной технологии изготовления детали – фланец редуктора. Разработанная технология изготовления фланца редуктора должна удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

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

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

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали «фланец редуктора». Подробный технологический процесс разрабатывается для условий единичного производства. Для каждой операции выполняется выбор оборудования с учётом возможности выполнения необходимых видов обработки, требуемой мощности, цены и доступности для приобретения.

При проектировании техпроцесса необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ чертежа и технологичности детали.
2. Определение типа производства и выбор исходной заготовки.
3. Разработка маршрута технологии изготовления детали.
4. Расчет припусков и допусков, линейных и диаметральных технологических размеров.
5. Выбор средств технологического оснащения.
6. Выбор режущих и измерительных инструментов, расчёт режимов резания для каждого перехода и требуемой мощности станка.
7. Расчёт времени на обработку для каждой операции.
8. В конструкторской части необходимо разработать принципиальную расчетную схему приспособления для второй операции, рассчитать требуемое усилия закрепления заготовки, спроектировать приспособление.

Основой для проектирования технологического процесса является чертёж или эскиз детали (рис. 1.0.1), её вес $Q_d=0,82$ кг и годовая программа выпуска 750 шт.

1.1. Анализ чертежа детали и её технологичности

Эскиз детали (Рис. 1.0.1) содержит все необходимые виды и разрезы для понимания конструкции детали. На эскизе детали имеются все необходимые размеры, указана их точность и требуемая шероховатость, которая соответствует указанной точности каждой поверхности. Указанные отклонения точных размеров соответствуют стандарту.

Деталь в основном обрабатывается на токарном и сверлильном станке. Конструкция деталей включает в себя поверхности простой геометрической формы (цилиндрические и плоские поверхности).

Размеры на основной поверхности детали установлены, поэтому во время обработки и контроля никаких других расчетов не требуется. Можно использовать универсальные измерительные приборы.

Химический состав материала детали (сталь 95X18): Fe — 78%, C — 0,9-1%, Si — до 0,8%, Mn — до 0,8%, Ni — до 0,6%, S — до 0,025%, P — до 0,03%, Cr — 17-19%, Ti — до 0,2%, Cu — до 0,3%. Обрабатываемость резанием: в отожженном состоянии при HB 212-217 и $\sigma_B = 700$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,86$, $K_{\text{в б.ст}} = 0,35$.

В целом деталь «фланец редуктора» является технологичной.

1.2. Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает отношение всех различных технологических операций $K_{з.о}$, определяем по формуле [1, стр. 20]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1.1)$$

где $t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ - среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 21]:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}}, \quad (1.2)$$

где $F_{\text{г}}$ - годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ - годовая программа выпуска деталей, шт.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем при двухсменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 4015$ ч.

Тогда:

$$t_{\text{в}} = \frac{60 \cdot 4015}{750} = 321,2 \text{ мин.}$$

Среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{шт-к. } i}}{n}, \quad (1.3)$$

где $T_{\text{шт-к. } i}$ - штучно калькуляционное время i - ой основной операции, мин.

n - количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время определяется по формуле [1, с. 147]:

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi_{\text{к}} \cdot T_{\text{о}}, \quad (1.4)$$

где $T_{\text{о}}$ - основное технологическое время, мин;

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

1. Заготовительная операция:

- переход 1: точение поверхности и торцов, подрезка торца

$$t_o = 0,00019 \cdot [(70^2 - 0^2) + 70 \cdot 76] + 0,000052 \cdot (75^2 - 0^2) = 2,23 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время на операцию ($\phi_{к1} = 1,41$):

$$T_{шт-к.1} = 1,41 \cdot 2,23 = 3,14 \text{ мин.}$$

2. Токарная операция с ЧПУ:

- переход 1: подрезка торца

$$t_o = 0,000052 \cdot (70^2 - 0^2) = 0,26 \text{ мин.}$$

- переход 2: центрование в торце детали

$$t_o = 0,00052 \cdot 6,3 \cdot 12,7 = 0,04 \text{ мин.}$$

- переход 3: сверление отверстия в торце детали

$$t_o = 0,00052 \cdot 22 \cdot 76 = 0,87 \text{ мин.}$$

- переход 4: точение поверхности

$$t_o = 0,00017 \cdot 60 \cdot 33 = 0,34 \text{ мин.}$$

- переход 5: точение канавок

$$t_o = 0,00063 \cdot [2 \cdot (60^2 - 55^2) + (60^2 - 56^2)] = 1,02 \text{ мин.}$$

- переход 6: точение фаски

$$t_o = 0,00063 \cdot (60^2 - 58^2) = 0,15 \text{ мин.}$$

- переход 7: нарезание резьбы

$$t_o = 0,00017 \cdot (60 \cdot 15) = 0,15 \text{ мин.}$$

Основное время обработки на операцию:

$$T_o = 0,26 + 0,04 + 0,87 + 0,34 + 1,02 + 0,15 + 0,15 = 1,82 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время на операцию ($\phi_{к2} = 1,98$):

$$T_{шт-к.2} = 1,98 \cdot 1,82 = 3,6 \text{ мин.}$$

3. Токарная операция с ЧПУ:

- переход 1: подрезка торца

$$t_o = 0,000052 \cdot (70^2 - 0^2) = 0,26 \text{ мин.}$$

- переход 2: расточение отверстия

$$t_o = 0,00018 \cdot (44 \cdot 71) = 0,51 \text{ мин.}$$

- переход 3: точение поверхности

$$t_o = 0,00017 \cdot 60 \cdot 33 = 0,34 \text{ мин.}$$

- переход 4: точение канавок

$$t_o = 0,00063 \cdot [2 \cdot (60^2 - 55^2) + (60^2 - 56^2)] = 1,02 \text{ мин.}$$

- переход 5: точение фаски

$$t_o = 0,00063 \cdot (60^2 - 58^2) = 0,15 \text{ мин.}$$

- переход 6: нарезание резьбы

$$t_o = 0,00017 \cdot (60 \cdot 15) = 0,15 \text{ мин.}$$

Основное время обработки на операцию:

$$T_o = 0,26 + 0,51 + 0,34 + 1,02 + 0,15 + 0,15 = 1,42 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время на операцию ($\phi_{к3} = 1,98$):

$$T_{шт-к.3} = 1,98 \cdot 1,42 = 2,81 \text{ мин.}$$

4. Сверлильная операция с ЧПУ:

- переход 1: центрование на поверхности

$$t_o = 2 \cdot 0,00052 \cdot 4 \cdot 4 = 0,02 \text{ мин.}$$

- переход 2: сверление 2 отверстия;

$$t_o = 2 \cdot 0,00052 \cdot 6 \cdot 6 = 0,04 \text{ мин.}$$

Основное время обработки на операцию:

$$T_o = 0,02 + 0,04 = 0,06 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время на операцию ($\phi_{к4} = 1,72$):

$$T_{шт-к.4} = 1,72 \cdot 0,06 = 0,1 \text{ мин.}$$

5. Сверлильная операция с ЧПУ:

- переход 1: сверление 6 отверстий;

$$t_o = 6 \cdot 0,00052 \cdot 3,2 \cdot 5 = 0,05 \text{ мин.}$$

- переход 2: сверление отверстия;

$$t_o = 0,00052 \cdot 6 \cdot 5 = 0,02 \text{ мин.}$$

Основное время обработки на операцию:

$$T_o = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время на операцию ($\phi_{к5} = 1,72$):

$$T_{шт-к.5} = 1,72 \cdot 0,07 = 0,12 \text{ мин.}$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{2,23+3,6+2,81+0,1+0,12}{5} = 2,22 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операция:

$$K_{\text{з.о.}} = \frac{321,2}{2,22} = 144.$$

В соответствии с ГОСТ 3.1121-84 ЕСТД коэффициент закрепления операций составляет:

для единичного производства — больше 40;

для мелкосерийного производства — 20-40;

для среднесерийного производства — 10-20;

для крупносерийного производства — 1-10;

для массового производства — не больше 1.

Так как $K_{\text{з.о.}} > 40$, то тип производства — единичный.

1.3. Выбор исходной заготовки

Учитывая технические характеристики, материал (Сталь 95Х18), его габаритов и массы, требования к механическим свойствам, в качестве заготовки примем прокат (Рис 1.3.1).

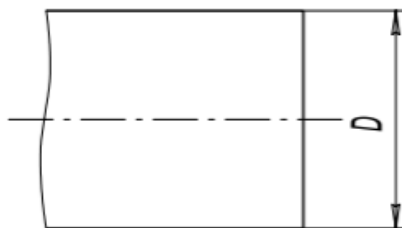


Рис 1.3.1 – Эскиз заготовки

Таблица 1.3.1 - Химический состав в % материала стали 95Х18

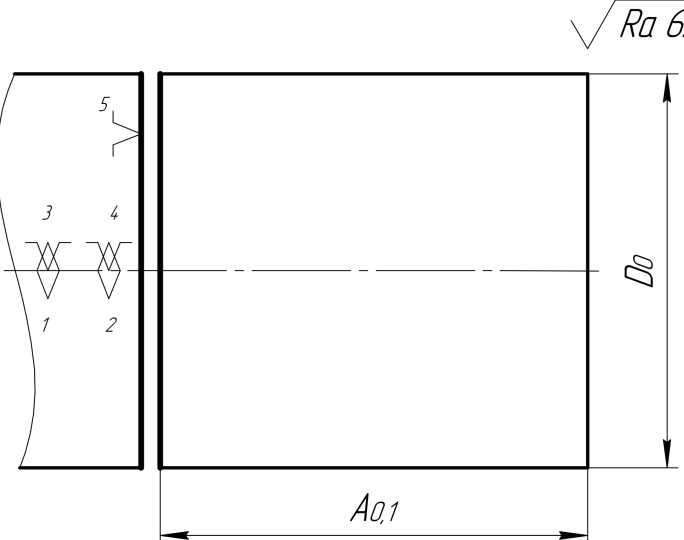
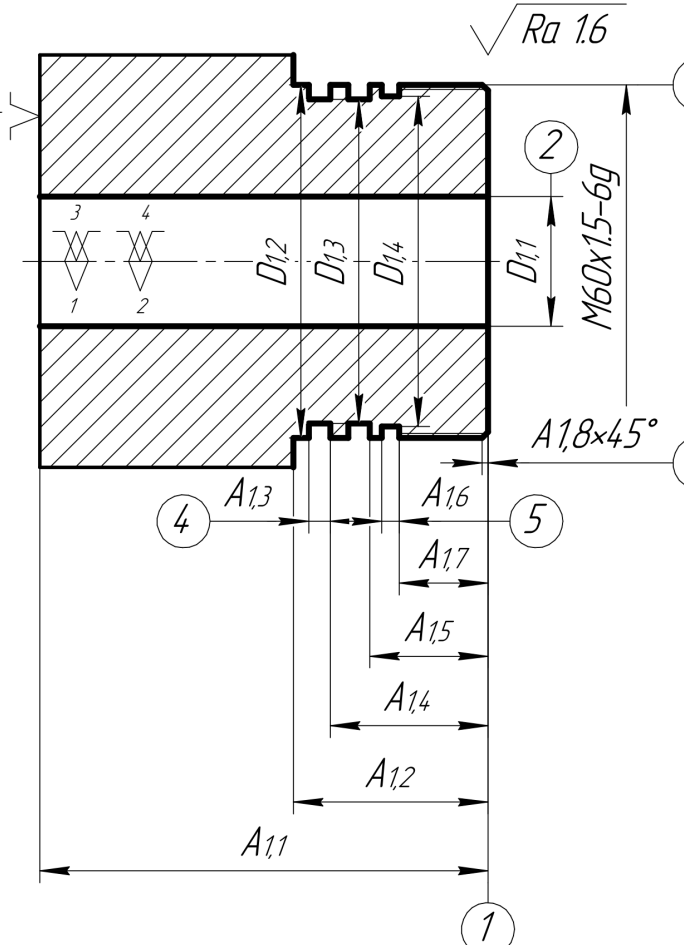
C	Si	Mn	Ni	S
0,9 - 1	До 0,8	До 0,8	До 0,6	До 0,025
P	Cr	Ti	Cu	Fe
До 0,03	17 - 19	До 0,2	До 0,3	~78

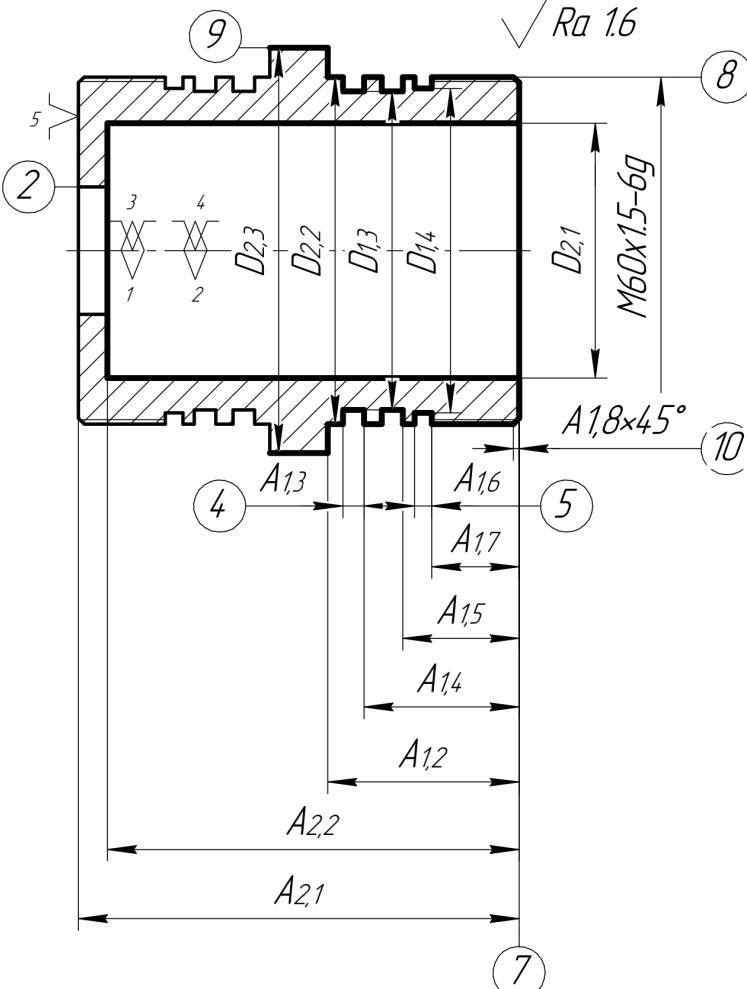
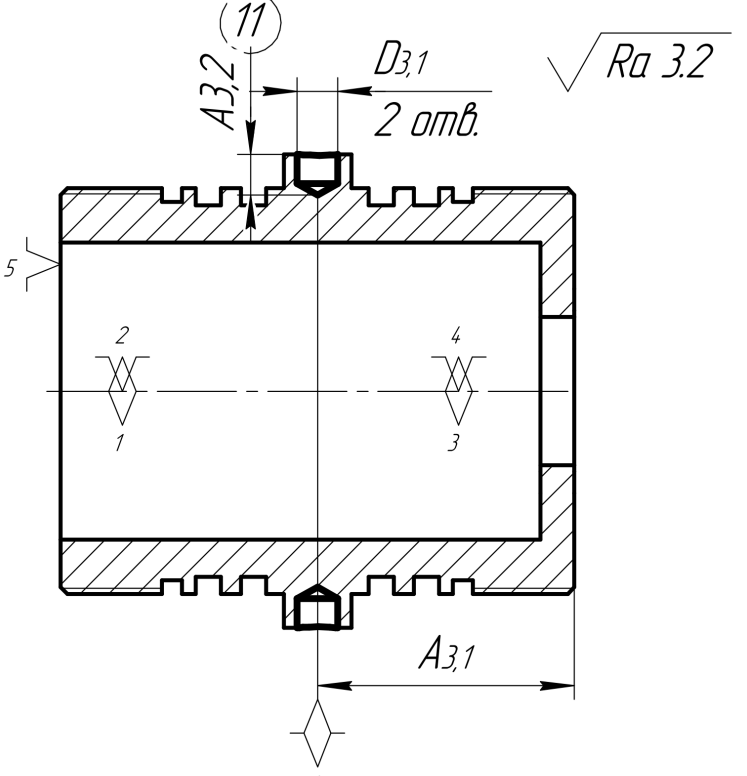
Таблица 1.3.2 - Механические свойства стали 95Х18

Состояние поставки, режим термообработки	$\sigma_{0,2}$ (Мпа)	σ_B (Мпа)	δ_5 (%)	Ψ , %	KCU (кДж/м ²)	HB (HRC _Э)
Закалка с 1000 – 1050 °С, масло. Отпуск 200 – 300 °С, воздух или масло.	-	-	-	-	-	Св.56
Прутки. Полный отжиг 885- 920 °С, 1-2 ч.	420	770	15	30	-	-
Прутки. Полный отжиг 730- 790 °С, 2-6 ч.	770	880	12	25	-	24-29
Подогрев 850-860 °С. Закалка 1000-1070 °С, масло или воздух. Обработка холодом 70- 80 °С. Отпуск 150-160 °С, воздух	-	1980- 2300	-	-	63	Св.59

1.4. Разработать маршрут изготовления детали

Таблица 1.4.1 Технологический процесс изготовления детали

Номер операции	Эскиз	Описание
000 Заготовительная		0. Установить и снять заготовку. 1. Отрезать заготовку, выдерживая размеры $A_{0,1}$.
005 Токарная с ЧПУ		0. Установить и снять заготовку. 1. Подрезать торец (1), выдерживая размер $A_{1,1}$. 2. Центровать, сверлить и расточить сквозное отверстие (2) до размера $D_{1,1}$. 3. Точить внешнюю поверхность до диаметра $D_{1,2}$ на длину $A_{1,2}$. 4. На поверхности (3) точить канавки (4) диаметром $D_{1,3}$ до ширины $A_{1,3}$, выдерживая размеры $A_{1,4}$, $A_{1,5}$; точить канавку (5) диаметром $D_{1,4}$ до ширины $A_{1,6}$, выдерживая размер $A_{1,7}$. 5. Точить фаску (6), выдерживая размер $A_{1,8} \times 45^\circ$. 6. Нарезать резьбу $M60 \times 1,5$.

010 Токарная с ЧПУ		0. Переустановить заготовку. 1. Подрезать торец (7), выдерживая размер A2.1. 2. Расточить отверстие (2) до диаметра D2.1 на длину A2.2. 3. Точить внешнюю поверхность (8) до диаметра D2.2 на длину A1.2. 4. Точить внешнюю поверхность (9) до диаметра D2.3. 5. На поверхности (8) точить канавки (4) диаметром D1.3 до ширины A1.3, выдерживая размеры A1.4, A1.5; точить канавку (5) диаметром D1.4 до ширины A1.6, выдерживая размер A1.7. 6. Точить фаску (10), выдерживая размер A1.8×45°. 7. Нарезать резьбу M60×1,5-6g.
015 Вертикально-сверлильная.		0. Установить и снять заготовку. 1. Центровать головку, выдерживая размер A3.1 от торца. 2. Сверлить два отверстия (11), выдерживая размер D3.1 и A3.2.

020 Вертикально-сверлильная	Technical drawing of a vertical drill bit. The top view shows a circular end face with a central hole (13) and six surrounding holes (12). Dimensions $D_{4,1}$, $D_{4,2}$, $D_{4,3}$, and $D_{4,4}$ are indicated. A surface texture symbol shows $Ra\ 3.2$. The side view shows the drill bit's profile with a central cutting edge and a cutting lip (1).	0. Установить и снять заготовку. 1. Сверлить шесть отверстий (12) на торце (1), выдерживая размер $D_{4,1}$ и $D_{4,2}$. 2. Сверлить отверстие (13) на торце (1), выдерживая размер $D_{4,3}$ и $D_{4,4}$.
025 Термообработка	35...40 HRC.	
030 Слесарная	1. Убрать заусенцы 2. Прогнать резьбы и отверстия.	

1.5. Размерный анализ технологического процесса

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

На основании техпроцесса изготовления «фланец редуктора», составляется размерная схема (как показано на рисунке 1.5.1). Она включает в себя все осевые технологические размеры, припуски на обработку и расчетные размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу работы.

Чтобы облегчить подготовку размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей.

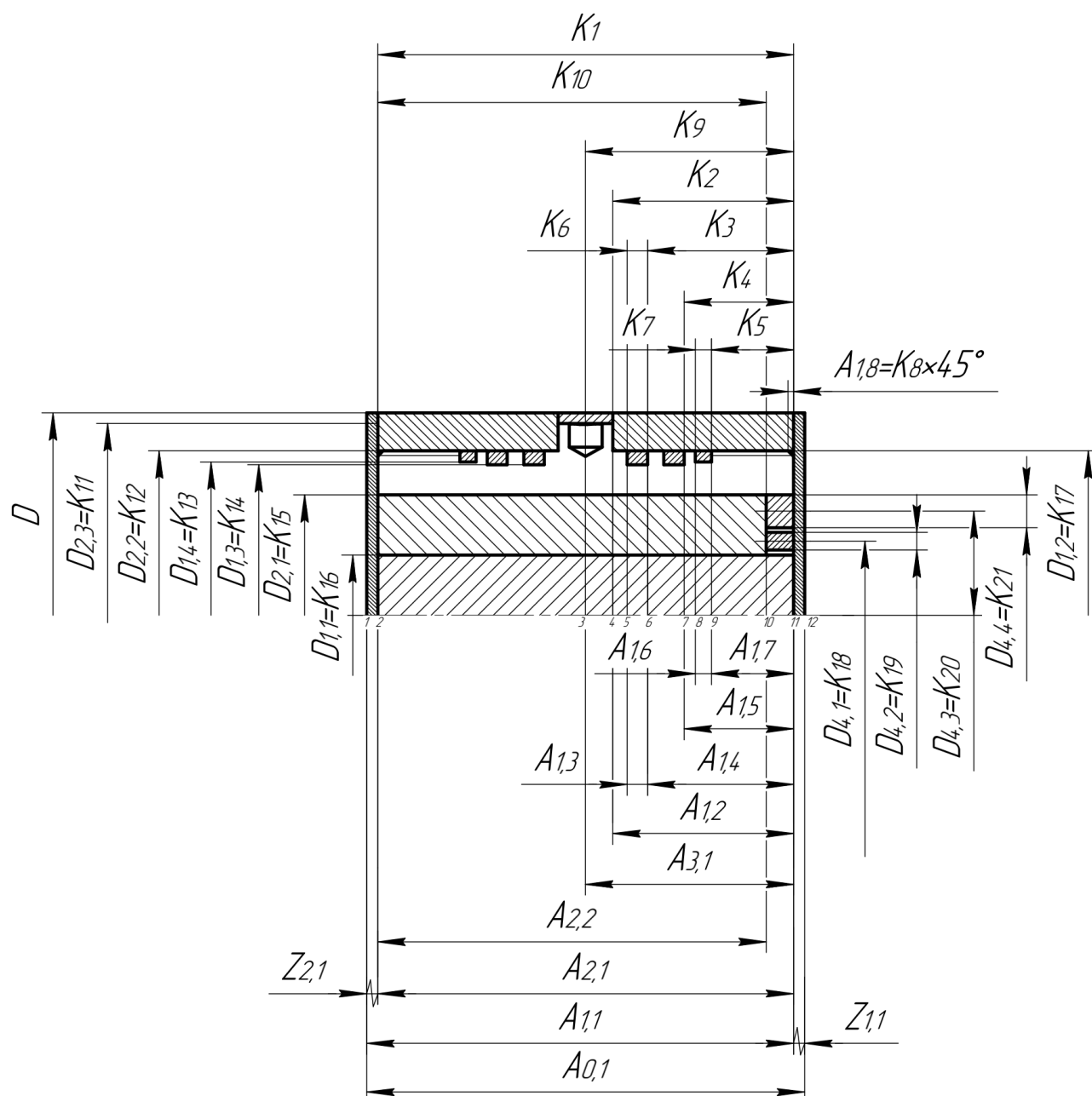


Рис 1.5.1 Размерная схема

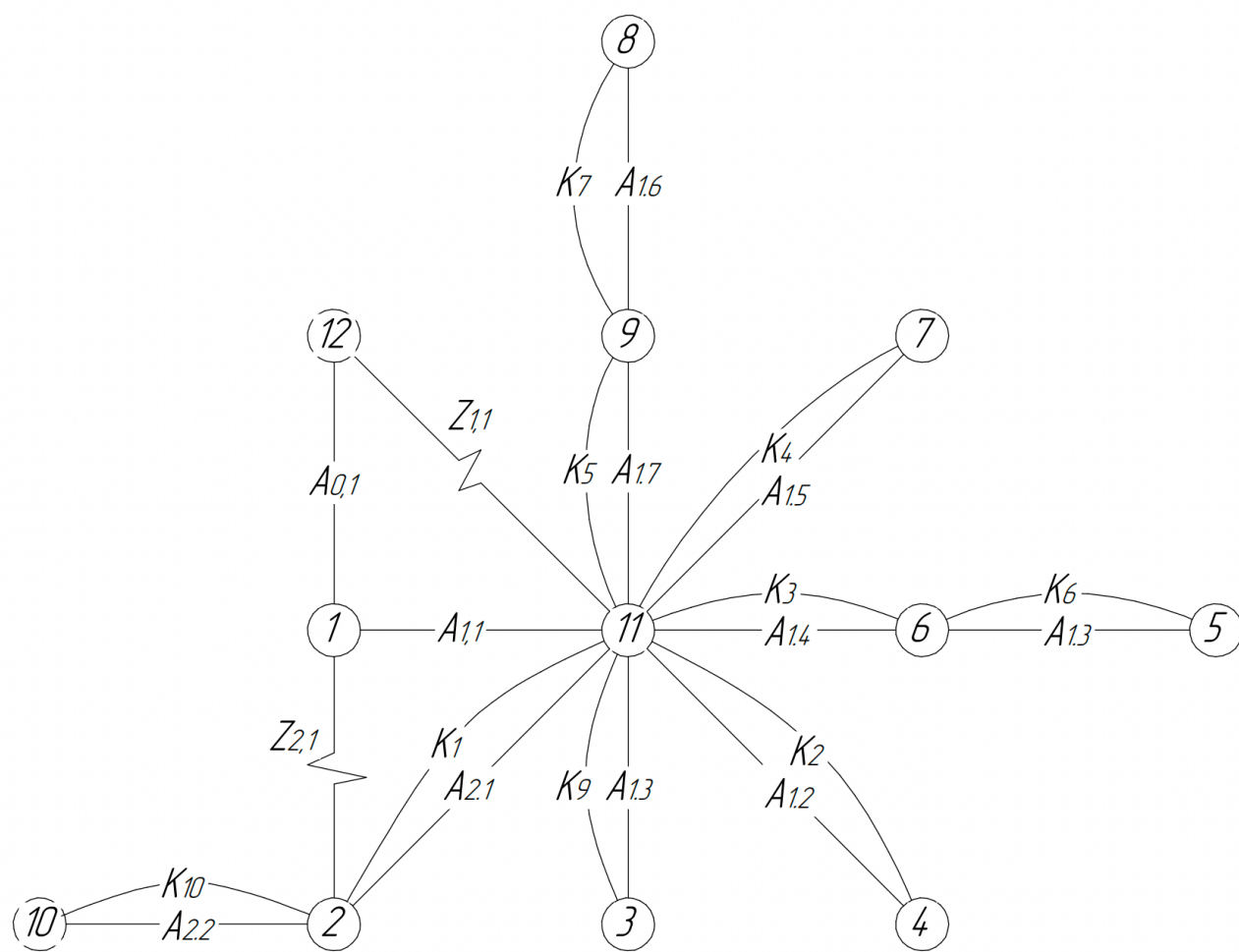


Рис 1.5.2 Граф технологических размерных цепей

Здесь: число поверхностей $T=12$, а число технологических размеров равное $A=11$, число конструкторских размеров $K=9$, число припусков $Z=2$.

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

1.6. Расчет допусков технологических размеров

Выписываем допуски на конструкторские размеры:

Размер $K_1 = 76_{-0,37}^{+0,37}$. Допуск $TK_1 = 0,74$ мм.

Размер $K_2 = 33_{-0,31}^{+0,31}$. Допуск $TK_2 = 0,62$ мм.

Размер $K_3 = 26,7_{-0,26}^{+0,26}$. Допуск $TK_3 = 0,52$ мм.

Размер $K_4 = 20_{-0,26}^{+0,26}$. Допуск $TK_4 = 0,52$ мм.

Размер $K_5 = 15_{-0,215}^{+0,215}$. Допуск $TK_5 = 0,43$ мм.

Размер $K_6 = 3,7_{-0,15}^{+0,15}$. Допуск $TK_6 = 0,3$ мм.

Размер $K_7 = 3_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_7 = 0,25$ мм.

Размер $K_8 = 1_{-0,125}^{+0,125}$. Допуск $TK_8 = 0,25$ мм.

Размер $K_9 = 38_{-0,31}^{+0,31}$. Допуск $TK_9 = 0,62$ мм.

Размер $K_{10} = 71_{-0,37}^{+0,37}$. Допуск $TK_{10} = 0,74$ мм.

Размер $K_{11} = \Phi 70_{-0,74}^{+0}$. Допуск $TK_{11} = 0,74$ мм.

Размер $K_{12} = \Phi 60_{-0,104}^{-0,030}$. Допуск $TK_{12} = 0,074$ мм.

Размер $K_{13} = \Phi 56_{-0,74}^{+0}$. Допуск $TK_{13} = 0,74$ мм.

Размер $K_{14} = \Phi 55_{-0,074}^{+0}$. Допуск $TK_{14} = 0,074$ мм.

Размер $K_{15} = \Phi 44_{-0}^{+0,62}$. Допуск $TK_{15} = 0,62$ мм.

Размер $K_{16} = \Phi 22_{-0}^{+0,021}$. Допуск $TK_{16} = 0,021$ мм.

Размер $K_{17} = \Phi 60_{-0,03}^{+0}$. Допуск $TK_{17} = 0,03$ мм.

Размер $K_{18} = 27_{-0,1}^{+0,1}$. Допуск $TK_{18} = 0,2$ мм.

Размер $K_{19} = \Phi 3,2_{-0}^{+0,3}$. Допуск $TK_{19} = 0,3$ мм.

Размер $K_{20} = 29_{-0,26}^{+0,26}$. Допуск $TK_{20} = 0,52$ мм.

Размер $K_{21} = \Phi 6_{-0}^{+0,3}$. Допуск $TK_{11} = 0,3$ мм.

1.6.1. Определение допусков на осевые размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{0.1} = (A_{0.1})_{-0,435}^{+0,435} = 0,87 \text{ мм.}$$

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

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

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

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

ε_{6i} - погрешность базирования, мм.

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

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,3 + \sqrt{0,041^2 + 0,164^2} + 0,11 = 0,58 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,2 + \sqrt{0,025^2 + 0,10^2} + 0,1 = 0,4 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,22 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,2 + \sqrt{0,025^2 + 0,10^2} + 0,09 = 0,39 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.5} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,2 + \sqrt{0,025^2 + 0,10^2} + 0,09 = 0,39 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.6} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,22 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.7} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,2 + \sqrt{0,01^2 + 0,04^2} + 0,08 = 0,32 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.8} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,12 + \sqrt{0,0075^2 + 0,03025^2} + 0,07 = 0,22 \text{ мм;}$$

$$TA_{2.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,3 + \sqrt{0,041^2 + 0,164^2} + 0,11 = 0,58 \text{ мм;}$$

$$TA_{2.2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,3 + \sqrt{0,041^2 + 0,164^2} + 0,11 = 0,58 \text{ мм;}$$

$$TA_{3.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_6 = 0,2 + \sqrt{0,025^2 + 0,10^2} + 0,1 = 0,4 \text{ мм.}$$

1.6.2. Определение допусков на диаметральные размеры

Допуск на размеры круглого проката:

$$TD = (75)_{-0,435}^{+0,435} = 0,87 \text{ мм.}$$

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

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (1.6)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

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

Допуск $TD_{2.3} = 0,3$ мм.

Допуск $TD_{1.1} = 0,02$ мм.

Допуск $TD_{1.2} = 0,02$ мм.

Допуск $TD_{1.3} = 0,06$ мм.

Допуск $TD_{1.4} = 0,3$ мм.

Допуск $TD_{2.1} = 0,3$ мм.

Допуск $TD_{2.2} = 0,06$ мм.

Допуск $TD_{4.1} = 0,1$ мм.

Допуск $TD_{4.2} = 0,1$ мм.

Допуск $TD_{4.3} = 0,1$ мм.

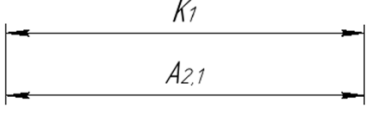
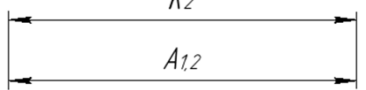
Допуск $TD_{4.4} = 0,1$ мм.

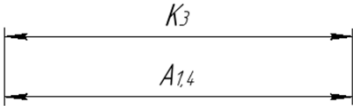
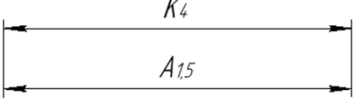
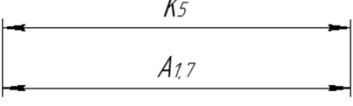
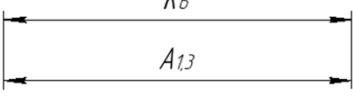
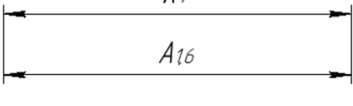
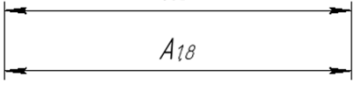
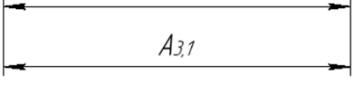
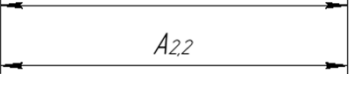
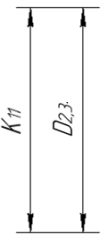
1.6.3. Проверка обеспечения точности обработки

Условие обеспечения точности конструкторских размеров, при выполнении расчётов методом максимума-минимума определим по [2, стр.48]:

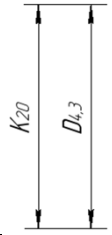
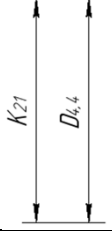
$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i, \quad (1.7)$$

Таблица 1.6.1 Проверка точности размера

Проверка точности размера	Размерная цепь	Расчет
K ₁		TK ₁ = 0,74 мм; TA _{2.1} = 0,58 мм; TK ₁ ≥ TA _{2.1} ; Размер K ₁ выдерживается непосредственно.
K ₂		TK ₂ = 0,62 мм; TA _{1.2} = 0,4 мм; TK ₂ ≥ TA _{1.2} ;

		Размер K_2 выдерживается непосредственно.
K_3		$TK_3 = 0,52 \text{ мм}; TA_{1.4} = 0,39 \text{ мм};$ $TK_3 \geq TA_{1.4};$ Размер K_3 выдерживается непосредственно.
K_4		$TK_4 = 0,52 \text{ мм}; TA_{1.5} = 0,39 \text{ мм};$ $TK_4 \geq TA_{1.5};$ Размер K_4 выдерживается непосредственно.
K_5		$TK_5 = 0,43 \text{ мм}; TA_{1.7} = 0,32 \text{ мм};$ $TK_5 \geq TA_{1.7};$ Размер K_5 выдерживается непосредственно.
K_6		$TK_6 = 0,3 \text{ мм}; TA_{1.3} = 0,22 \text{ мм};$ $TK_6 \geq TA_{1.3};$ Размер K_6 выдерживается непосредственно.
K_7		$TK_7 = 0,25 \text{ мм}; TA_{1.6} = 0,22 \text{ мм};$ $TK_7 \geq TA_{1.6};$ Размер K_7 выдерживается непосредственно.
K_8		$TK_8 = 0,25 \text{ мм}; TA_{1.8} = 0,22 \text{ мм};$ $TK_8 \geq TA_{1.8};$ Размер K_8 выдерживается непосредственно.
K_9		$TK_9 = 0,62 \text{ мм}; TA_{3.1} = 0,4 \text{ мм};$ $TK_9 \geq TA_{3.1};$ Размер K_9 выдерживается непосредственно.
K_{10}		$TK_{10} = 0,74 \text{ мм}; TA_{2.2} = 0,58 \text{ мм};$ $TK_{10} \geq TA_{2.2};$ Размер K_{10} выдерживается непосредственно.
K_{11}		$TK_{11} = 0,74 \text{ мм}; TD_{2.3} = 0,3 \text{ мм};$ $TK_{11} \geq TD_{2.3};$ Размер K_{11} выдерживается непосредственно.

K ₁₂		$TK_{12} = 0,074 \text{ мм}; TD_{2.2} = 0,06 \text{ мм};$ $TK_{12} \geq TD_{2.2};$ Размер K ₁₂ выдерживается непосредственно.
K ₁₃		$TK_{13} = 0,74 \text{ мм}; TD_{1.4} = 0,3 \text{ мм};$ $TK_{13} \geq TD_{1.4};$ Размер K ₁₃ выдерживается непосредственно.
K ₁₄		$TK_{14} = 0,074 \text{ мм}; TD_{1.3} = 0,06 \text{ мм};$ $TK_{14} \geq TD_{1.3};$ Размер K ₁₀ выдерживается непосредственно.
K ₁₅		$TK_{15} = 0,62 \text{ мм}; TD_{2.1} = 0,3 \text{ мм};$ $TK_{15} \geq TD_{2.1};$ Размер K ₁₅ выдерживается непосредственно.
K ₁₆		$TK_{16} = 0,021 \text{ мм}; TD_{1.1} = 0,02 \text{ мм};$ $TK_{16} \geq TD_{1.1};$ Размер K ₁₆ выдерживается непосредственно.
K ₁₇		$TK_{17} = 0,03 \text{ мм}; TD_{1.2} = 0,02 \text{ мм};$ $TK_{17} \geq TD_{1.2};$ Размер K ₁₇ выдерживается непосредственно.
K ₁₈		$TK_{18} = 0,2 \text{ мм}; TD_{4.1} = 0,1 \text{ мм};$ $TK_{18} \geq TD_{4.1};$ Размер K ₁₈ выдерживается непосредственно.
K ₁₉		$TK_{19} = 0,3 \text{ мм}; TD_{4.2} = 0,1 \text{ мм};$ $TK_{19} \geq TD_{4.2};$ Размер K ₁₉ выдерживается непосредственно.

K_{20}		$TK_{20} = 0,52 \text{ мм}; TD_{4.3} = 0,1 \text{ мм};$ $TK_{20} \geq TD_{4.3};$ Размер K_{20} выдерживается непосредственно.
K_{21}		$TK_{21} = 0,3 \text{ мм}; TD_{4.4} = 0,1 \text{ мм};$ $TK_{21} \geq TD_{4.4};$ Размер K_{21} выдерживается непосредственно.

1.7. Расчет припусков на обработку заготовки

Расчет минимальных значений припусков для поверхностей типа «тело вращения» производим, пользуясь основной формулой (учитывая малую вероятность совпадения направления погрешность заготовки из-за коробления ρ_{i-1} и погрешности установки ε_i) [2, стр. 42] :

$$Z_{i.min} = 2 \left(R_{z.i-1} + T_{\text{деф.}i-1i} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (1.8)$$

где: $Z_{i.min}$ – минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$R_{z.i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

$T_{\text{деф.}i-1i}$ – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – погрешность заготовки из-за коробления (смещение) после предыдущей обработки, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

Расчет минимальных значений припусков для тел вращения можно производить и с учетом совпадения направлений ρ_{i-1} и ε_i :

$$Z_{i.min} = 2(R_{z.i-1} + T_{\text{деф.}i-1i} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Расчёт минимальных припусков на обработку D_{1,2}h7 (Ø60_{-0,03})

Таблица 1.6.1 Припуски на обработку

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Минимальный припуск Z_{min} , мкм	Допуск на переход TD, мкм	Предельный размер, мм	
	Rz, мкм	Tдеф, мкм	ρ, мкм	ε, мкм			dmin мм	dmax мм
Обточка Ø60h7(-0,74)								
Черновая(h14) D _{1,2,3}	100	150	250	90		740	62,124	62,864
Получистная(h12) D _{1,2,2}	40	60	90	60	2·560=1120	300	60,704	61,004
Чистовая(h9)	10	40	45	30	2·220=440	74	60,19	60,264

D_{1,2,1}								
Тонкая(Ø60h7) D_{1,2} = K₁₇	5	20	30	0	2·95=190	30	59,97	60,00

Расчёт минимальных припусков на обработку D_{2,2}f9 (Ø60^{-0,030}_{-0,104})

Таблица 1.6.2 Припуски на обработку

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Минимальный припуск $Z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм	Предельный размер, мм	
	Rz, мкм	Tдеф, мкм	ρ, мкм	ε, мкм			dmin мм	dmax мм
Обточка Ø60f9($\begin{smallmatrix} -0,030 \\ -0,104 \end{smallmatrix}$)								
Черновая(h14) D _{2,2,2}	100	150	250	90		740	61,72	62,46
Чистовая(h11) D _{2,2,1}	40	60	90	60	2·560=1120	190	60,41	60,60
Тонкое(Ø60f9) D _{2,2} = K ₁₂	10	40	45	30	2·220=440	74	59,896	59,97

Расчёт минимальных припусков на обработку D_{1,3}h9 (Ø55^{-0,074})

Таблица 1.6.3 Припуски на обработку

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Минимальный припуск Z_{min} , мкм	Допуск на переход TD, мкм	Предельный размер, мм	
	Rz, мкм	Tдеф, мкм	ρ, мкм	ε, мкм			dmin мм	dmax мм
Обточка Ø55h9 _{-0,074}								
Черновая(h14) D _{1.3.2}	100	150	250	90		620	56,72	57,34
Чистовая(h11) D _{1.3.1}	40	60	90	60	2·560=1120	160	55,44	55,60
Тонкое(Ø55 _{-0,074}) D _{1.3} = K ₁₄	10	40	45	30	2·220=440	74	54,926	55,00

Расчёт минимальных припусков на обработку отверстия

D_{1,1}H7 (Ø22^{+0.021})

Таблица 1.6.4 Припуски на обработку

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Минимальный припуск $Z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм	Предельный размер, мм	
	Rz, мкм	Tдеф, мкм	ρ, мкм	ε, мкм			dmin мм	dmax мм
Обточка отверстия Ø22H7(Ø22 ^{+0.021})								
Черновая(H14) D _{1,1,3}	100	150	250	90		520	19,468	19,988
Получистная(H12) D _{1,1,2}	40	60	90	60	2·560=1120	210	21,108	21,318
Чистовая(H9) D _{1,1,1}	10	40	45	30	2·220=440	52	21,758	21,81
Тонкая(Ø60H7) D _{1,1} = K ₁₆	5	20	30	0	2·95=190	21	22,00	22,021

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [2, стр. 42]:

$$Z_{i.min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (1.10)$$

где $Z_{i \min}$ – минимальный припуск на обработку плоскости, мкм;

R_{zi-1} – шероховатость с предыдущего перехода, мкм [2, П2] ;

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

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

Расчёт припуска **Z_{1,1}**

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{1,1.min} = 150 + 100 + 80 = 330 \text{ мкм},$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{1,1} = TA_{0,1} + TA_{1,1} = 870 + 580 = 1450 \text{ мкм}.$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1,1_{max}} = Z_{1,1_{min}} + TZ_{1,1} = 330 + 1450 = 1780 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1,1_{cp}} = \frac{Z_{1,1_{min}} + Z_{1,1_{max}}}{2} \pm \frac{TZ_{1,1}}{2} = \frac{330 + 1780}{2} \pm \frac{1450}{2} = 1055 \pm 725 \text{ мкм.}$$

Расчёт припуска $Z_{2,1}$

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{2,1_{min}} = 150 + 100 + 80 = 330 \text{ мкм,}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_{2,1} = TA_{1,1} + TA_{2,1} = 580 + 580 = 1160 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2,1_{max}} = Z_{2,1_{min}} + TZ_{2,1} = 330 + 1160 = 1490 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2,1_{cp}} = \frac{Z_{2,1_{min}} + Z_{2,1_{max}}}{2} \pm \frac{TZ_{2,1}}{2} = \frac{330 + 1490}{2} \pm \frac{1160}{2} = 910 \pm 580 \text{ мкм}$$

1.8. Расчёт технологических размеров

Расчет технологических размеров при обработке $D_{2.3} h14(\varnothing 70_{-0,74})$

Расчет технологических размеров выполняем исходя из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности $\varnothing 70h14$ (рис. 1.7.1). Технологический размер $D_{2.3}$ должен быть равен конструкторскому K_{11} , т.е.:

$$D_{2.3} = K_{11} = 70h14 (-0,74) \text{ мм}$$

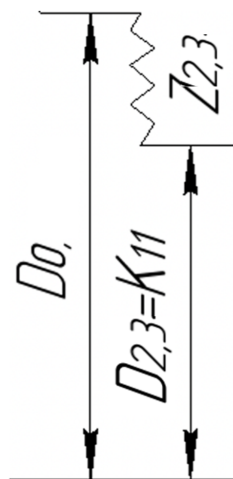


Рис. 1.7.1. Размерные цепи при обработке наружной поверхности $\varnothing 70h14$

- Пересчитываем среднюю глубину резания:

$$D_0 = 75 \pm 0,435 \text{ мм.}$$

$$Z_{0.1 \min} = D_{0 \min} - D_{2.3 \max} = 74,565 - 70 = 4,565 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле

$$t = \frac{Z}{2};$$

Находится среднее значение припуска

$$Z_{2.3 \text{ ср}} = \frac{Z_{2.3 \max} + Z_{2.3 \min}}{2};$$

Учитывая, что

$$Z_{2.3 \max} = Z_{2.3 \min} + TD_0 + TD_{2.3};$$

получим

$$Z_{2.3 \text{ ср}} = Z_{2.3 \min} + \frac{TD_0 + TD_{2.3}}{2};$$

то есть:

$$t_{2.3 \text{ ср}} = \frac{1}{2} Z_{2.3 \text{ ср}} = \frac{1}{2} (Z_{2.3 \min} + \frac{TD_0 + TD_{2.3}}{2}) = \frac{1}{2} (4,565 + \frac{0,87 + 0,74}{2}) = 2,685 \text{ мм}$$

Расчет технологических размеров при обработке $D_{1,2}h7 (\text{Ø}60_{-0,03})$

Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности $\text{Ø}60h7$ (рис. 1.7.2). Технологический размер $D_{1.2}$ должен быть равен конструкторскому K_{17} , т.е.:

$$D_{1.2} = K_{17} = \text{Ø}60h7 (-0,03) \text{ мм}$$

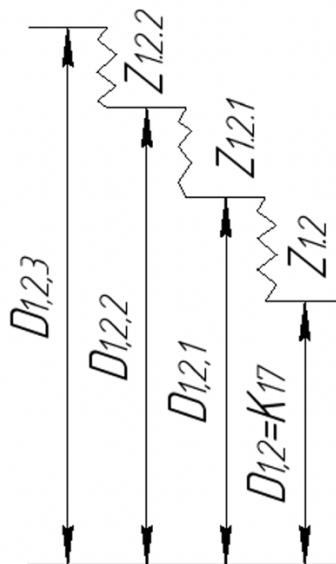


Рис. 1.7.2. Размерные цепи при обработке наружной поверхности $\text{Ø}60h7$

- Находим технологический размер $D_{1.2.1}$:

$$D_{1.2.1 \min} = D_{1.2 \max} + Z_{1.2 \min} = 60 + 0,19 = 60,19 \text{ мм};$$

$$D_{1.2.1 \max} = D_{1.2.1 \min} + TD_{1.2.1} = 60,19 + 0,074 = 60,264 \text{ мм}.$$

Принятый технологический размер $D_{1.2.1 \text{ пр}} = 60,3h9(-0,074) \text{ мм}.$

- Находим технологический размер $D_{1.2.2}$:

$$D_{1.2.2 \min} = D_{1.2.1 \max} + Z_{1.2.1 \min} = 60,3 + 0,44 = 60,74 \text{ мм};$$

$$D_{1.2.2 \max} = D_{1.2.2 \min} + TD_{1.2.2} = 60,74 + 0,3 = 61,04 \text{ мм}.$$

Принятый технологический размер $D_{1.2.2 \text{ пр}} = 61h12(-0,3) \text{ мм}$.

- Находим технологический размер $D_{1.2.3}$:

$$D_{1.2.3 \min} = D_{1.2.2 \max} + Z_{1.2.2 \min} = 61 + 1,12 = 62,12 \text{ мм};$$

$$D_{1.2.3 \max} = D_{1.2.3 \min} + TD_{1.2.3} = 62,12 + 0,74 = 62,86 \text{ мм}.$$

Принятый технологический размер $D_{1.2.3 \text{ пр}} = 62,9h14(-0,74) \text{ мм}$.

- Пересчитываем среднюю глубину резания:

$$t_{1.2 \text{ ср}} = \frac{1}{2} (Z_{1.2 \min} + \frac{TD_{1.2} + TD_{1.2.1}}{2}) = \frac{1}{2} (0,19 + \frac{0,03 + 0,074}{2}) = 0,121 \text{ мм}.$$

$$t_{1.2.1 \text{ ср}} = \frac{1}{2} (Z_{1.2.1 \min} + \frac{TD_{1.2.1} + TD_{1.2.2}}{2}) = \frac{1}{2} (0,44 + \frac{0,074 + 0,3}{2}) = 0,3135 \text{ мм}.$$

$$t_{1.2.2 \text{ ср}} = \frac{1}{2} (Z_{1.2 \min} + \frac{TD_{1.2.2} + TD_{1.2.3}}{2}) = \frac{1}{2} (1,12 + \frac{0,3 + 0,74}{2}) = 0,82 \text{ мм}.$$

Расчет технологических размеров при обработке $D_{2.2}f9 (\varnothing 60_{-0.104}^{-0.030})$

Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности $\varnothing 60_{-0.104}^{-0.030}$ (рис. 1.7.3). Технологический размер $D_{2.2}$ должен быть равен конструкторскому K_{12} , т.е.:

$$D_{2.2} = K_{12} = \varnothing 60f9 (-0.030_{-0.104}) \text{ мм}$$

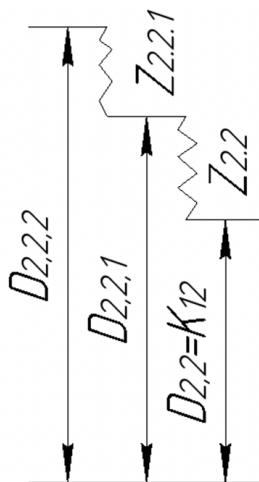


Рис. 1.7.3. Размерные цепи при обработке наружной поверхности $\varnothing 60f9$

- Находим технологический размер $D_{2.2.1}$:

$$D_{2.2.1 \min} = D_{2.2 \max} + z_{2.2 \min} = 59,97 + 0,44 = 60,41 \text{ мм};$$

$$D_{2.2.1 \max} = D_{2.2.1 \min} + TD_{2.2.1} = 60,41 + 0,19 = 60,6 \text{ мм}.$$

Принятый технологический размер $D_{2.2.1 \text{ пр}} = 60,6h11(-0,19) \text{ мм}.$

- Находим технологический размер $D_{2.2.2}$:

$$D_{2.2.2 \min} = D_{2.2.1 \max} + z_{2.2.1 \min} = 60,6 + 1,12 = 61,72 \text{ мм};$$

$$D_{2.2.2 \max} = D_{2.2.2 \min} + TD_{2.2.2} = 61,72 + 0,74 = 62,46 \text{ мм}.$$

Принятый технологический размер $D_{2.2.2 \text{ пр}} = 62,5h14(-0,74) \text{ мм}.$

- Пересчитываем среднюю глубину резания:

$$t_{2.2 \text{ ср}} = \frac{1}{2} (z_{2.2 \min} + \frac{TD_{2.2} + TD_{2.2.1}}{2}) = \frac{1}{2} (0,44 + \frac{0,074 + 0,19}{2}) = 0,286 \text{ мм}.$$

$$t_{2.2.1 \text{ ср}} = \frac{1}{2} (z_{2.2.1 \min} + \frac{TD_{1.2.1} + TD_{2.2.2}}{2}) = \frac{1}{2} (1,12 + \frac{0,19 + 0,74}{2}) = 0,7925 \text{ мм}.$$

Расчет технологических размеров при обработке $D_{1.3}h9 (\text{Ø}55-0,074)$

Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности $\text{Ø}55h9$ (рис. 1.7.4). Технологический размер $D_{1.3}$ должен быть равен конструкторскому K_{14} , т.е.:

$$D_{1.3} = K_{14} = \text{Ø}55h9 (-0,074) \text{ мм}$$

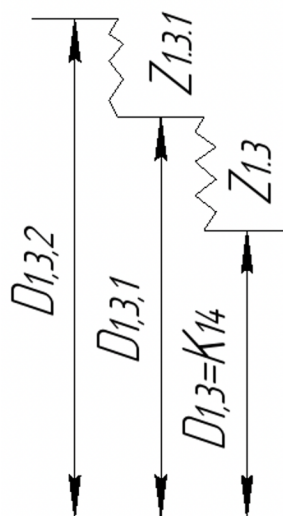


Рис. 1.7.4. Размерные цепи при обработке наружной поверхности $\text{Ø}55h9$

- Находим технологический размер $D_{1.3.1}$:

$$D_{1.3.1 \min} = D_{1.3 \max} + Z_{1.3 \min} = 55 + 0,44 = 55,44 \text{ мм};$$

$$D_{1.3.1 \max} = D_{1.3.1 \min} + TD_{1.3.1} = 55,44 + 0,16 = 55,6 \text{ мм}.$$

Принятый технологический размер $D_{1.3.1 \text{ пр}} = 55,6 \text{ h}11(-0,16) \text{ мм}.$

- Находим технологический размер $D_{1.3.2}$:

$$D_{1.3.2 \min} = D_{1.3.1 \max} + Z_{1.3.1 \min} = 55,6 + 1,12 = 56,72 \text{ мм};$$

$$D_{1.3.2 \max} = D_{1.3.2 \min} + TD_{1.3.2} = 56,72 + 0,62 = 57,34 \text{ мм}.$$

Принятый технологический размер $D_{1.3.2 \text{ пр}} = 57,3 \text{ h}14(-0,62) \text{ мм}.$

- Пересчитываем среднюю глубину резания:

$$t_{1.3 \text{ ср}} = \frac{1}{2} (Z_{1.3 \min} + \frac{TD_{1.3} + TD_{1.3.1}}{2}) = \frac{1}{2} (0,44 + \frac{0,074 + 0,16}{2}) = 0,2785 \text{ мм}.$$

$$t_{1.3.1 \text{ ср}} = \frac{1}{2} (Z_{1.3.1 \min} + \frac{TD_{1.3.1} + TD_{1.3.2}}{2}) = \frac{1}{2} (1,12 + \frac{0,16 + 0,62}{2}) = 0,755 \text{ мм}.$$

Расчет технологических размеров при обработке отверстия

$$D_{1.1} \text{H}7 (\text{Ø}22^{+0,021})$$

Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности $\text{Ø}55 \text{ h}9$ (рис. 1.7.5). Технологический размер $D_{1.1}$ должен быть равен конструкторскому K_{16} , т.е.:

$$D_{1.1} = K_{16} = \text{Ø}22 \text{H}7 (^{+0,021}) \text{ мм}$$

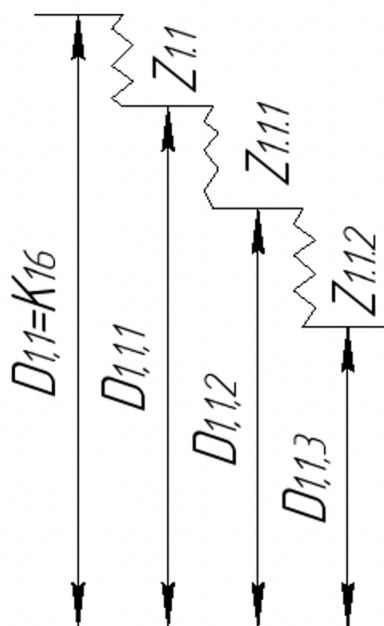


Рис. 1.7.5. Размерные цепи при обработке отверстия Ø22H7

- Находим технологический размер $D_{1.1.1}$:

$$D_{1.1.1 \max} = D_{1.1 \min} - Z_{1.1 \min} = 22 - 0,19 = 21,81 \text{ мм};$$

$$D_{1.1.1 \min} = D_{1.1.1 \max} - TD_{1.1.1} = 21,81 - 0,052 = 21,758 \text{ мм.}$$

Принятый технологический размер $D_{1.1.1 \text{ пр}} = 21,8\text{H}9^{(+0,052)} \text{ мм.}$

- Находим технологический размер $D_{1.1.2}$:

$$D_{1.1.2 \max} = D_{1.1.1 \min} - Z_{1.1.1 \min} = 21,8 - 0,44 = 21,36 \text{ мм};$$

$$D_{1.1.2 \min} = D_{1.1.2 \max} - TD_{1.1.2} = 21,36 - 0,21 = 21,15 \text{ мм.}$$

Принятый технологический размер $D_{1.1.2 \text{ пр}} = 21,1\text{H}12^{(+0,21)} \text{ мм.}$

- Находим технологический размер $D_{1.1.3}$:

$$D_{1.1.3 \max} = D_{1.1.2 \min} + Z_{1.1.2 \min} = 21,1 - 1,12 = 19,98 \text{ мм};$$

$$D_{1.1.3 \min} = D_{1.1.3 \max} + TD_{1.1.3} = 19,98 - 0,52 = 19,46 \text{ мм.}$$

Принятый технологический размер $D_{1.1.3 \text{ пр}} = 19,5\text{H}14^{(+0,52)} \text{ мм.}$

- Пересчитываем среднюю глубину резания:

$$t_{1.1 \text{ ср}} = \frac{1}{2} (Z_{1.2 \min} + \frac{TD_{1.1} + TD_{1.1.1}}{2}) = \frac{1}{2} (0,19 + \frac{0,021 + 0,052}{2}) = 0,11325 \text{ мм.}$$

$$t_{1.1.1 \text{ ср}} = \frac{1}{2} \left(Z_{1.2.1 \text{ min}} + \frac{TD_{1.1.1} + TD_{1.1.2}}{2} \right) = \frac{1}{2} \left(0.44 + \frac{0.052 + 0.21}{2} \right) = 0,2855 \text{ мм.}$$

$$t_{1.1.2 \text{ ср}} = \frac{1}{2} \left(Z_{1.2 \text{ min}} + \frac{TD_{1.1.2} + TD_{1.1.3}}{2} \right) = \frac{1}{2} \left(1.12 + \frac{0.21 + 0.52}{2} \right) = 0,7425 \text{ мм.}$$

Расчет технологических размеров при обработке фланца по длине

A_{2.1} (76±0,37)

Вычерчиваем размерные цепи, получающиеся при обработке фланца по длине A_{2.1} = 76±0,37 (рис. 1.7.6).

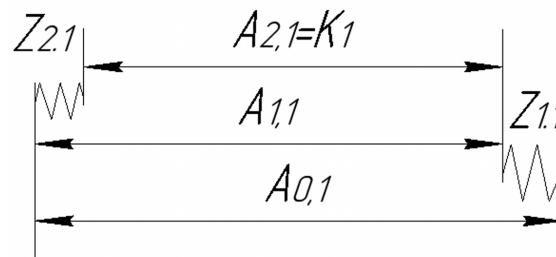


Рис. 1.7.6. Размерные цепи при обработке фланца по длине.

- Находим технологический размер A_{1.1}:

$$A_{1.1}^c = A_{2.1}^c + Z_{2.1}^c = 76 + 0.91 = 76.91 \text{ мм.}$$

Принимаем: A_{1.1} = 77±0,29 мм.

- Находим технологический размер A_{0.1}:

$$TA_{0.1} = 0,87 \text{ мм.}$$

$$A_{0.1}^c = A_{1.1}^c + Z_{1.1}^c = 77 + 1.055 = 78.055 \text{ мм.}$$

Принимаем: A_{0.1} = 78±0,435 мм.

1.9. Выбор средств технологического оснащения

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

Ножовочный отрезной станок: ON-280

Основные характеристики приведены в таблице 1.8.1.

Таблица 1.8.1 – Технические характеристики ON-280

Макс. Ø разреза/пропила, мм	280
Макс. размер круглого профиля, мм	280/170
Макс. размер квадратного профиля, мм	250x250/170x170
Макс. размер прямоугол. профиля, мм	210x280/170x170
Макс. размер трубы кругл. сечения, мм	170
Углы отреза, град	0...45
Механизм подачи заготовки	ручной
Окружная скорость отрезного круга, м/с	10/13/16/21/27/33
Размер полотна, мм	450x40x2
Ход пильной рамы, мм	130
Число двойных ходов пильной рамы в минуту	40,50,65,80,100,130
Мощность насоса СОЖ, кВт	0.18
Напряжение питания, В	3x380
Потребляемая мощность, кВт	2.2
Мощность двигателей, кВт	1.5
Габаритные размеры, мм	1490x740x1200
Масса, кг	570

Токарный станок с ЧПУ: ИТ42

Основные характеристики приведены в таблице 1.8.2.

Таблица 1.8.2 – Технические характеристики ИТ42

Размеры, мм

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки: над станиной	320
над суппортом	125
Наибольшая длина обрабатываемого изделия в центрах	400

Наибольшая длина обрабатываемого изделия в патроне	125
Наибольшее сечение резца, устанавливаемого в пазах инструментальной головки	20 x 20
Количество сменяемого по программе инструмента	8
Частота вращения шпинделя, об/мин	0-3000
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	89,96
Диаметр стандартного патрона,	160
Наибольшее перемещение суппорта: продольное поперечное	470 173
Диапазон скоростей поперечных подач при работе по одной координате, мм/мин	1,5-1000
Скорость быстрого перемещения суппорта, м/мин: продольного поперечного	8 4
Предельные значения шагов нарезаемых цилиндрических резьб, мм	0,2- 40
Обозначение системы ЧПУ	Маяк 223МП
Мощность главного двигателя (номинальная), кВт	7,5
Габаритные размеры: длина ширина высота	2950 1800 1900
Масса станка с ЧПУ, кг	2160

Вертикально-сверлильный станок: 2М112

Основные характеристики приведены в таблице 1.8.3.

Таблица 1.8.3 –Технические характеристики 2М112

Размеры, мм

Наибольший условный диаметр сверления в стали	12
Рабочая поверхность стола	250×250
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	400
Вылет шпинделя	190

Наибольший ход шпинделя	100
Наибольшее вертикальное перемещение: сверлильной(револьверной) головки стола	300 -
Конус Морзе отверстия шпинделя	28
Число скоростей шпинделя	5
Частота вращения шпинделя, об/мин	450-4500
Число подач шпинделя (револьверной головки)	-
Подача шпинделя (револьверной головки), мм/об	Ручная
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	0,6
Габаритные размеры: длина ширина высота	770 370 820
Масса, кг	120

1.10. Расчет режимов резания и мощности резания

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка. Используемые станки и их технические характеристики см. в приложении А.

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

- 1) глубина резания;
- 2) скорость подачи;
- 3) скорость резания.

Далее рассчитываются:

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

1.10.1. Токарная операция

Подрезка торца с размера А0.1 до А1.1 до А2.1

Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18868-73: Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=1$ мм.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364].

Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с

требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $S = 0,2$ мм/об.

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (1.11)$$

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_V = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 45$ мин.

Общий поправочный коэффициент K_V учитывает фактические условия резания:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.12)$$

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

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

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

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

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}. \quad (1.13)$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_V = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{IV} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,77 = 118,2 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 118,2}{\pi \cdot 75} = 501,9 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 500 \text{ об/мин}$$

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

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (1.14)$$

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

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (1.15)$$

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (1.16)$$

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 1^1 \times 0,7^{0,75} \times 118,2^{-0,15} \times 0,74 = 830 \text{ Н}$$

- 6) Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (1.17)$$

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{830 \cdot 118,2}{1020 \cdot 60} = 1,6 \text{ кВт}$$

- 7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1.18)$$

Так как значение КПД привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,6}{0,75} = 2,1 \text{ кВт.}$$

Сверление сквозного отверстия Ø18

- 1) При сверлении глубина резания будет равна: $t=0,5 \cdot D=0,5 \cdot 18=9,0$ мм.
- 2) Подача по таблице 35 [3, стр. 381]: $S = 0,04$ мм/об.
- 3) Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (1.19)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, стр. 384]:

$$T=45 \text{ мин.}, \varphi = 59^\circ.$$

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

$$C_V = 7,0; \quad q = 0,4; \quad m = 0,2; \quad y = 0,7$$

По таблице 41 [3, стр.385]: $K_{PV} = 0,85$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,72;$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 18^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,04^{0,7}} \cdot 0,72 = 23,4 \text{ м/мин};$$

- 4) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 23,4}{\pi \cdot 18} = 414 \text{ об/мин};$$

- 5) Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \quad (1.20)$$

Значения коэффициентов по таблице 42 [3, стр.385]:

$$C_M = 0,0345; \quad q = 2,0; \quad y = 0,8$$

Коэффициент K_P : $K_P = 0,74$.

Крутящий момент (формула 1.16):

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 18^2 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 0,74 = 21 \text{ Н*м.}$$

- 6) Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{21 \cdot 414}{9750} = 0,89 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,89}{0,75} = 1,2 \text{ кВт.}$$

Обработка отверстия D_{1,1}H7 (Ø22^{+0.021})

Резец расточной токарной Т15К6 ГОСТ 18883-73 с углом в плане 95°: φ = 95°, γ = 10°, λ = 0°, радиус при вершине r=0,5 мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

Черновая расточка отверстия D_{1.1.3}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: t=0,75 мм.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. S = 0,05 мм/об.
- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

По табл. 2 [3, с. 359]: K_Г = 0,8;

По табл. 2 [3, с. 359]: n_v = 1,0;

По табл. 5 [3, с. 361]: K_{ПV} = 0,9;

По табл. 6 [3, с. 361]: K_{ИV} = 1,0.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,05^{0,2}} \cdot 0,77 = 142 \text{ м/мин};$$

- 4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 142}{\pi \cdot 19,5} = 2319 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 2000 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p=K_{mp}K_{фp}K_{γp}K_{λp}K_{rp}=0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87=0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_P t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,75^1 \times 0,4^{0,75} \times 142^{-0,15} \times 0,74 = 398,2 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{398,2 \cdot 142}{1020 \cdot 60} = 0,92 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,91}{0,75} = 1,23 \text{ кВт.}$$

Получистая расточка отверстия D_{1.1.2}

1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,74$ мм.

2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,02$ мм/об.

3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_V = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,74^{0,15} \cdot 0,02^{0,2}} \cdot 0,77 = 142 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 142}{\pi \cdot 21,1} = 2143 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 2000 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,74^1 \times 0,4^{0,75} \times 142^{-0,15} \times 0,74 = 392,9 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{392,9 \cdot 142}{1020 \cdot 60} = 0,92 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,74}{0,75} = 1,23 \text{ кВт.}$$

Чистовая расточка отверстия D_{1.1.1}

1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,286 \text{ мм.}$

2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,02$ мм/об.

3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{iv} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,286^{0,15} \cdot 0,02^{0,2}} \cdot 0,77 = 163,7 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 163,7}{\pi \cdot 21,8} = 2074 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 2000 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{-0,15} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,286^1 \times 0,4^{0,75} \times 163,7^{-0,15} \times 0,74 = 148,6 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{148,6 \cdot 163,7}{1020 \cdot 60} = 0,39 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,39}{0,75} = 0,52 \text{ кВт.}$$

Тонкая расточка отверстия D_{1.1}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,113 \text{ мм}$.
- 2) Назначьте подачу S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,01 \text{ мм/об}$.
- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{iv} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,113^{0,15} \cdot 0,01^{0,2}} \cdot 0,77 = 188,2 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 188,2}{\pi \cdot 22} = 2724,4 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 2500 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p=K_{mp}K_{\phi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}=0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87=0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,113^1 \times 0,4^{0,75} \times 188,2^{-0,15} \times 0,74 = 57,5 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{57,5 \cdot 188,2}{1020 \cdot 60} = 0,46 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,74}{0,75} = 0,61 \text{ кВт.}$$

Обработка цилиндрической поверхности D_{1.2}h7(Ø60_{-0,03})

Резец проходной упорный отогнутый Т15К6 ГОСТ 18879-73 с углом в плане 90°: $\phi = 90^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$ мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

Черновая точка поверхности D_{1.2.3}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=6,1$ мм, срезаем его за 3 прохода, то $t_{\text{проход}} = 2,1$ мм.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,2$ мм/об.
- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИВ} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{МВ} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,1^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,77 = 105 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 105}{\pi \cdot 62,9} = 531,6 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 500 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{-0,15} = 0,95$$

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

$$K_{ФР} = 0,89; \quad K_{ГР} = 1,0; \quad K_{ЛР} = 1,0; \quad K_{РР} = 0,87.$$

$$K_P = K_{MP} K_{ФР} K_{ГР} K_{ЛР} K_{РР} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 C_P t^x s^y V^n K_P = 10 \times 300 \times 2,1 \times 0,6^{0,75} \times 105^{-0,15} \times 0,74 = 1619 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1619 \cdot 105}{1020 \cdot 60} = 2,78 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,78}{0,75} = 3,7 \text{ кВт.}$$

Получистая точка поверхности D_{1.2.2}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,82$ мм.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,2$ мм/об.

- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{iv} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,82^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,77 = 121 \text{ м/мин};$$

- 4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 121}{\pi \cdot 61} = 632 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 650 \text{ об/мин}$$

- 5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{-0,15} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,82^1 \times 0,6^{0,75} \times 121^{-0,15} \times 0,74 = 604 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{604 \cdot 121}{1020 \cdot 60} = 1,2 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,2}{0,75} = 1,6 \text{ кВт.}$$

Чистовая точка поверхности D_{1.2.1}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,314 \text{ мм}$.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,04 \text{ мм/об}$.
- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИВ} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,314^{0,15} \cdot 0,04^{0,2}} \cdot 0,77 = 140 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 140}{\pi \cdot 60,3} = 739,4 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 750 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p=K_{mp}K_{фp}K_{γp}K_{λp}K_{rp}=0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87=0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_P t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,314^1 \times 0,6^{0,75} \times 140^{-0,15} \times 0,74 = 226 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{226 \cdot 140}{1020 \cdot 60} = 0,5 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,5}{0,75} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Тонкая точка поверхности D_{1.2}

1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,121 \text{ мм.}$

2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,02 \text{ мм/об.}$

3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_V = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0;$

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1,0.$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,121^{0,15} \cdot 0,02^{0,2}} \cdot 0,77 = 162 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 162}{\pi \cdot 60} = 856 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 850 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p = 10 \times 300 \times 0,121^1 \times 0,6^{0,75} \times 162^{-0,15} \times 0,74 = 85 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{85 \cdot 162}{1020 \cdot 60} = 0,23 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,23}{0,75} = 0,3 \text{ кВт.}$$

Обработка поверхности D_{1.3}h9(Ø55-0,074) с канавками

Резец токарный отрезный из быстрорежущей стали Р6М5 ГОСТ 18874-73.

Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

Черновая точка поверхности D_{1.3.2}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=1,35$ мм.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,1$ мм/об.

- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{IV} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{\Pi v} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 1,35^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,77 = 120 \text{ м/мин};$$

- 4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 120}{\pi \cdot 57,3} = 667 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 650 \text{ об/мин}$$

- 5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{-0,15} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_{Pt}^x s_y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 1,35 \times 0,6^{0,75} \times 120^{-0,15} \times 0,74 = 996 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{996 \cdot 120}{1020 \cdot 60} = 1,95 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,95}{0,75} = 2,6 \text{ кВт.}$$

Получистая точка поверхности D_{1.3.1}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,76 \text{ мм}$.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,1 \text{ мм/об}$.
- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ив} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 0,76^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,77 = 130 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 130}{\pi \cdot 55,6} = 745 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 750 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p=K_{mp}K_{фp}K_{γp}K_{λp}K_{rp}=0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87=0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,76^1 \times 0,6^{0,75} \times 130^{-0,15} \times 0,74 = 554 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{554 \cdot 130}{1020 \cdot 60} = 1,18 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,18}{0,75} = 1,6 \text{ кВт.}$$

Чистовая точка поверхности D_{1.3}

1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,278 \text{ мм}$.

2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,1 \text{ мм/об}$.

3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{иv} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 0,278^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,77 = 151 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 151}{\pi \cdot 55} = 874 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 850 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,278 \times 0,6^{0,75} \times 151^{-0,15} \times 0,74 = 198 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{198 \cdot 151}{1020 \cdot 60} = 0,48 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,6 \text{ кВт.}$$

Обработка поверхности D_{1.4}h14(Ø56-0,74) с канавкой

Резец токарный отрезный из быстрорежущей стали Р6М5 ГОСТ 18874-73.

Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

Черновая точка поверхности D_{1.4}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=2$ мм.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,6$ мм/об.

- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_V = 290; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,35$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{IV} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{\Pi V} \cdot K_{IV} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{290}{45^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,77 = 112 \text{ м/мин};$$

- 4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 120}{\pi \cdot 57,3} = 636 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 650 \text{ об/мин}$$

- 5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{-0,15} = 0,95$$

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

$$K_{\Phi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 0,87.$$

$$K_P = K_{MP} K_{\Phi P} K_{\gamma P} K_{\lambda P} K_{rP} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_P t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 1,35 \times 0,6^{0,75} \times 120^{-0,15} \times 0,74 = 1426 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1426 \cdot 112}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,6}{0,75} = 3,5 \text{ кВт.}$$

Обработка резьбы М60х1,5-6g

1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=1,299 \text{ мм}$.

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

3) Скорость резания:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_V = 2330; \quad m = 0,5; \quad x = 0,5; \quad y = 0,5$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 45 \text{ мин}$.

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{2330}{45^{0,5} \cdot 1,299^{0,5} \cdot 0,7^{0,5}} \cdot 0,77 = 114 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 114}{\pi \cdot 60} = 605 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 600 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p=K_{mp}K_{фp}K_{γp}K_{λp}K_{rp}=0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87=0,83$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_P t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 1,299^1 \times 0,7^{0,75} \times 114^{-0,15} \times 0,83 = 1216 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1216 \cdot 114}{1020 \cdot 60} = 2,3 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

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

Расточка отверстия D_{2.1}=Ø44H14

1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=13$ мм, срезаем его за 5 прохода, то $t_{\text{проход}} = 2,6$ мм.

2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: $S = 0,8$ мм/об.

3) Скорость резания:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 45$ мин.

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 2,6^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,77 = 96 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 96}{\pi \cdot 44} = 695 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 700 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,83$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 2,6^1 \times 0,8^{0,75} \times 96^{-0,15} \times 0,83 = 2762 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2762 \cdot 96}{1020 \cdot 60} = 4,3 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,3}{0,75} = 5,7 \text{ кВт.}$$

Обработка цилиндрической поверхности D_{2.2}f9(Ø60^{-0.030}_{-0.104})

Резец проходной упорный отогнутый Т15К6 ГОСТ 18879-73 с углом в плане 90° : $\varphi = 90^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, радиус при вершине $r=0,5$ мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

Черновая точка поверхности D_{2.2.2}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=6,25$ мм, срезаем его за 4 прохода, то $t_{\text{проход}} = 2,1$ мм.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,2$ мм/об.
- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_V = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{IV} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{\Pi V} \cdot K_{IV} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_V}{T_m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,2^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,77 = 105 \text{ м/мин};$$

- 4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 105}{\pi \cdot 62,5} = 531,6 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 500 \text{ об/мин}$$

- 5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p = \\ 10 \times 300 \times 2,2 \times 0,6^{0,75} \times 105^{-0,15} \times 0,74 = 1619 \text{ Н}$$

б) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1619 \cdot 105}{1020 \cdot 60} = 2,78 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,78}{0,75} = 3,7 \text{ кВт.}$$

Получистая точка поверхности D_{2.2.1}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,8 \text{ мм}$.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,2 \text{ мм/об}$.
- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ив} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пv} \cdot K_{ив} = 0,8 \left(\frac{750}{700}\right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,8^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,77 = 121 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 121}{\pi \cdot 60.6} = 632 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 650 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0.95$$

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

$$K_{фp}=0,89; \quad K_{yp}=1,0; \quad K_{\lambda p}=1,0; \quad K_{rp}=0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,8^1 \times 0,6^{0,75} \times 121^{-0,15} \times 0,74 = 604 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{604 \cdot 121}{1020 \cdot 60} = 1,2 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,2}{0,75} = 1,6 \text{ кВт.}$$

Чистовая точка поверхности D_{2.2}

1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=0,286 \text{ мм}$.

2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,04 \text{ мм/об}$.

3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_V = 350; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2$$

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

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ив} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,286^{0,15} \cdot 0,04^{0,2}} \cdot 0,77 = 142 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 142}{\pi \cdot 60} = 754 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 750 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{-0,15} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{фр} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,74$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 0,286^1 \times 0,6^{0,75} \times 142^{-0,15} \times 0,74 = 206 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{206 \cdot 142}{1020 \cdot 60} = 0,5 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,5}{0,75} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Обработка фаски A_{1.8}

Резец проходной упорный отогнутый Т15К6 ГОСТ 18879-73 с углом в плане 45°. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

Черновая точка поверхности D_{1.4}

- 1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: $t=1$ мм.
- 2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. $S = 0,6$ мм/об.
- 3) Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

$$C_v = 290; \quad m = 0,2; \quad x = 0,15; \quad y = 0,35$$

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 0,8$;

По табл. 2 [3, с. 359]: $n_v = 1,0$;

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

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{iv} = 1,0$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = \frac{290}{45^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,77 = 125 \text{ м/мин};$$

- 4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 125}{\pi \cdot 60} = 663 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 650 \text{ об/мин}$$

- 5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,95 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,83$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p = \\ 10 \times 300 \times 1 \times 0,6^{0,75} \times 125^{-0,15} \times 0,83 = 822 \text{ Н}$$

6) Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{822 \cdot 125}{1020 \cdot 60} = 1,68 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,68}{0,75} = 2,2 \text{ кВт.}$$

Обработка наружной цилиндрической поверхности D_{23h14}(Ø70_{-0,74})

Резец проходной прямой Т15К6 ГОСТ 18878-73 с углом в плане 90°: φ = 90°, γ = 10°, λ = 0°, радиус при вершине r=0,5 мм. Материал режущей части резца – твердый сплав Т15К6.

Сечение державки резца 16x25 мм.

1) В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки: t=2,685 мм.

2) Назначьте подача S в соответствии с таблицей 11 [3, с.364]. Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров: S = 0,8 мм/об.

3) Скорость резания:

Коэффициент определяем по табл. 17 [3, с.367]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T= 45 мин.

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,77;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 2,685^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,77 = 94 \text{ м/мин};$$

4) Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 94}{\pi \cdot 70} = 427 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя по паспорту станка:

$$n = 450 \text{ об/мин}$$

5) Определяем основные составляющие силы резания:

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

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,95$$

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

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,95 \times 0,89 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,83$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y V^n K_p =$$

$$10 \times 300 \times 2,685^1 \times 0,8^{0,75} \times 94^{-0,15} \times 0,83 = 2860 \text{ Н}$$

6) Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2860 \cdot 94}{1020 \cdot 60} = 4,4 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,4}{0,75} = 5,9 \text{ кВт.}$$

1.10.2. Вертикально-сверлильная операция

Сверление отверстия Ø3,2

1) При сверлении глубина резания будет равна: $t=0,5 \cdot D=0,5 \cdot 3,2=1,6 \text{ мм.}$

2) Подача по таблице 35 [3, стр. 381]: $S = 0,1$ мм/об.

3) Скорость резания:

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, стр. 384]:

$T=45$ мин., $\varphi = 59^\circ$.

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

$$C_V = 9,8; \quad q = 0,4; \quad m = 0,2; \quad y = 0,5$$

По таблице 41 [3, стр.385]: $K_{PV} = 0,85$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,72;$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{9,8 \cdot 3,2^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 0,72 = 17 \text{ м/мин};$$

4) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17}{\pi \cdot 3,2} = 1692 \text{ об/мин};$$

5) Определяем крутящий момент по формуле:

Значения коэффициентов по таблице 42 [3, стр.385]:

$$C_M = 0,0345; \quad q = 2,0; \quad y = 0,8$$

Коэффициент K_P : $K_P = 0,74$.

Крутящий момент (формула 1.16):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3,2^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,74 = 0,4 \text{ Н·м.}$$

6) Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,4 \cdot 1692}{9750} = 0,07 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,17}{0,75} = 0,1 \text{ кВт.}$$

Сверление отверстия Ø6

1) При сверлении глубина резания будет равна: $t=0,5 \cdot D=0,5 \cdot 6= 3$ мм.

2) Подача по таблице 35 [3, стр. 381]: $S = 0,18$ мм/об.

3) Скорость резания:

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [3, стр. 384]:

$$T=45\text{мин.}, \varphi = 59^\circ.$$

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

$$C_V = 9.8; \quad q = 0,4; \quad m = 0,2; \quad y = 0,5$$

По таблице 41 [3, стр.385]: $K_{PV} = 0,85$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,8 \left(\frac{750}{700} \right)^1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,72;$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{9,8 \cdot 6^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,18^{0,5}} \cdot 0,72 = 16 \text{ м/мин};$$

4) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16}{\pi \cdot 6} = 850 \text{ об/мин};$$

5) Определяем крутящий момент по формуле:

Значения коэффициентов по таблице 42 [3, стр.385]:

$$C_M = 0,0345; \quad q = 2,0; \quad y = 0,8$$

Коэффициент K_P : $K_P = 0,74$.

Крутящий момент (формула 1.16):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 0,74 = 2,3 \text{ Н*м.}$$

6) Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2,3 \cdot 850}{9750} = 0,2 \text{ кВт}$$

7) Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,2}{0,75} = 0,26 \text{ кВт.}$$

1.11. Определение норм времени

1.11.1. Расчет основного времени

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

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.21)$$

Где i – число рабочих ходов;

L – расчётная длина обработки, мм;

S – подача, мм/об (мм/мин);

n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки [4, с. 619]:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1.22)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

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

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

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

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

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\text{tg} \varphi}, \quad (1.23)$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\text{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}} \right) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.24)$$

Заготовительная операция 000

переход 1: отрезать заготовку.

$$T_o = \frac{(l + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(75 + 3 + 3) \cdot 1}{650 \cdot 0,9} = 0,13 \text{ мин}$$

Токарная операция 005

переход 1: подрезать торце.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(37,5 + 5 + 2) \cdot 1}{500 \cdot 0,7} = 0,12 \text{ мин}$$

переход 2: сверлить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(80 + \frac{9}{tg59^\circ} + 5 + 5\right) \cdot 1}{400 \cdot 0,04} = 1,19 \text{ мин}$$

переход 3: расточить отверстие

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(5 + \frac{9}{tg95^\circ} + 5 + 1\right) \cdot 1}{2000 \cdot 0,05} = 0,013 \text{ мин}$$

переход 4: расточить отверстие

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(5 + \frac{9}{tg95^\circ} + 5 + 1\right) \cdot 1}{2000 \cdot 0,02} = 0,013 \text{ мин}$$

переход 5: расточить отверстие

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(5 + \frac{9}{tg95^\circ} + 5 + 1\right) \cdot 1}{2000 \cdot 0,02} = 0,013 \text{ мин}$$

переход 6: расточить отверстие

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(5 + \frac{9}{tg95^\circ} + 5 + 1\right) \cdot 1}{2500 \cdot 0,01} = 0,011 \text{ мин}$$

переход 7: точить поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(33 + 5 + 0) \cdot 3}{500 \cdot 0,2} = 0,38 \text{ мин}$$

переход 8: точить поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(33 + 5 + 0) \cdot 1}{650 \cdot 0,2} = 0,1 \text{ мин}$$

переход 9: точить поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(33 + 5 + 0) \cdot 1}{750 \cdot 0,04} = 0,09 \text{ мин}$$

переход 10: точить поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(33 + 5 + 0) \cdot 1}{850 \cdot 0,02} = 0,07 \text{ мин}$$

переход 11: точить канавки.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,35 + 5 + 0) \cdot 4}{650 \cdot 0,1} = 0,07 \text{ мин}$$

переход 12: точить канавки.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,76 + 5 + 0) \cdot 4}{750 \cdot 0,1} = 0,05 \text{ мин}$$

переход 13: точить канавки.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,278 + 5 + 0) \cdot 4}{850 \cdot 0,1} = 0,04 \text{ мин}$$

переход 14: точить канавку.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + 5 + 0) \cdot 1}{650 \cdot 0,6} = 0,017 \text{ мин}$$

переход 15: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 5 + 0\right) \cdot 1}{650 \cdot 0,6} = 0,018 \text{ мин}$$

переход 16: нарезать резьбу.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(15 + \frac{1,299}{tg60^\circ} + 5 + 0\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,7} = 0,05 \text{ мин}$$

Токарная операция 010

переход 1: подрезать торце.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(37,5 + 5 + 2) \cdot 1}{500 \cdot 0,2} = 0,12 \text{ мин}$$

переход 2: расточить отверстие

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(71 + \frac{9}{tg95^\circ} + 5 + 0\right) \cdot 5}{700 \cdot 0,8} = 0,68 \text{ мин}$$

переход 3: точить поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(33 + 5 + 0) \cdot 3}{500 \cdot 0,2} = 0,38 \text{ мин}$$

переход 4: точить поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(33 + 5 + 0) \cdot 1}{650 \cdot 0,2} = 0,1 \text{ мин}$$

переход 5: точить поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(33 + 5 + 0) \cdot 1}{750 \cdot 0,04} = 0,09 \text{ мин}$$

переход 6: точить поверхность.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(10 + 5 + 2) \cdot 1}{450 \cdot 0,8} = 0,05 \text{ мин}$$

переход 7: точить канавки.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,35 + 5 + 0) \cdot 4}{650 \cdot 0,1} = 0,07 \text{ мин}$$

переход 8: точить канавки.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,76 + 5 + 0) \cdot 4}{750 \cdot 0,1} = 0,05 \text{ мин}$$

переход 9: точить канавки.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,278 + 5 + 0) \cdot 4}{850 \cdot 0,1} = 0,04 \text{ мин}$$

переход 10: точить канавку.

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + 5 + 0) \cdot 1}{650 \cdot 0,6} = 0,017 \text{ мин}$$

переход 11: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 5 + 0\right) \cdot 1}{650 \cdot 0,6} = 0,018 \text{ мин}$$

переход 12: нарезать резьбу.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(15 + \frac{1,299}{tg60^\circ} + 5 + 0\right) \cdot 1}{600 \cdot 0,7} = 0,05 \text{ мин}$$

Вертикально-сверлильная операция 015

переход 1: сверлить 2 отверстия.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(6 + \frac{3}{tg59^\circ} + 5 + 0\right) \cdot 2}{850 \cdot 0,18} = 0,17 \text{ мин}$$

Вертикально-сверлильная операция 020

переход 1: сверлить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(6 + \frac{3}{tg59^\circ} + 5 + 0\right) \cdot 1}{850 \cdot 0,18} = 0,1 \text{ мин}$$

переход 2: сверлить 6 отверстий.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(5 + \frac{1,6}{tg59^\circ} + 5 + 2\right) \cdot 6}{1700 \cdot 0,1} = 0,46 \text{ мин}$$

1.11.2. Расчет штучного времени

При обработке на станке с ЧПУ вспомогательное время затрачивается в основном для измерения обработанных поверхностей заготовки ($\approx 0,02 - 0,3$ мин в зависимости от требуемой точности обработки, т.к. измерения делаются не у каждой заготовки, а каждой 5-й или 10-й. Обычно для измерения диаметра + осевого размера при обработке одной поверхности требуется $0,2 - 0,4$ мин), установку и снятие заготовки (в пределах $0,1 - 0,3$ мин в зависимости от механизации приспособления). Смена инструмента, подвод к заготовке и настройка на размер по программе ЧПУ выполняются очень быстро.

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

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт} \quad (1.25)$$

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

n -количество деталей в настроечной партии, $n = 750$ шт;

В производстве определяется штучное время $T_{шт.}$:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} \quad (1.26)$$

Где T_o -основное время, мин;

T_B -вспомогательное время, мин;

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

$T_{от}$ -время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

Вспомогательное время определяем по формуле [1, стр. 101]:

$$T_B = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из} \quad (1.27)$$

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

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

$T_{уп.}$ - время на управление станком, мин; – определены по таблице 5.8. [1,с.202];

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

1. Заготовительная:

Основное время:

$$T_o = 0,13 \text{ мин};$$

Вспомогательное время:

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

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,13 + 0,35 = 0,48 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

Время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 2 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_B + T_{об} + T_{от} = 0,13 + 0,35 + 2,5 + 2 = 4,98 \text{ мин};$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_{шт.} = \frac{5}{750} + 4,98 = 4,987 \text{ мин.}$$

2. Токарная:

Основное время:

$$T_o = 1,725 \text{ мин};$$

Вспомогательное время:

$$T_v = T_{y.c.} + T_{y.n.} + T_{из.} = 0,17 + 0,02 + 0,7 = 0,89 \text{ мин};$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

Время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 1,725 + 0,89 + 2,5 + 5 = 10,115 \text{ мин};$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_{шт.} = \frac{10}{750} + 10,115 = 10,128 \text{ мин.}$$

3. Токарная:

Основное время:

$$T_o = 1,655 \text{ мин};$$

Вспомогательное время:

$$T_v = T_{y.c.} + T_{y.n.} + T_{из.} = 0,17 + 0,02 + 0,7 = 0,89 \text{ мин};$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

Время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 5 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 1,655 + 0,89 + 2,5 + 5 = 10,045 \text{ мин};$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_{шт.} = \frac{8}{750} + 10,045 = 10,056 \text{ мин.}$$

4. Вертикально-сверлильная:

Основное время:

$$T_o = 0,17 \text{ мин};$$

Вспомогательное время:

$$T_v = T_{y.c.} + T_{y.n.} + T_{из.} = 0,06 + 0,02 + 0,16 = 0,24 \text{ мин};$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

Время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 1 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0,17 + 0,24 + 2,5 + 1 = 3,91 \text{ мин};$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_{шт.} = \frac{2}{750} + 3,91 = 3,913 \text{ мин.}$$

5. Вертикально-сверлильная:

Основное время:

$$T_o = 0,56 \text{ мин};$$

Вспомогательное время:

$$T_v = T_{y.c.} + T_{y.n.} + T_{из.} = 0,06 + 0,02 + 0,16 = 0,24 \text{ мин};$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{об} = 2,5 \text{ мин};$$

Время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{от} = 3 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} = 0,56 + 0,24 + 2,5 + 3 = 8,46 \text{ мин};$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з}}{n} \right) + T_{шт.} = \frac{5}{750} + 8,46 = 8,467 \text{ мин.}$$

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Цель конструкторского раздела состоит в том, чтобы разработать механизированное приспособление для одной из операций. Мы просверлим шесть отверстий в верхней части фланца. Привод пневматический.

2.1. Описание конструкции и работы приспособления

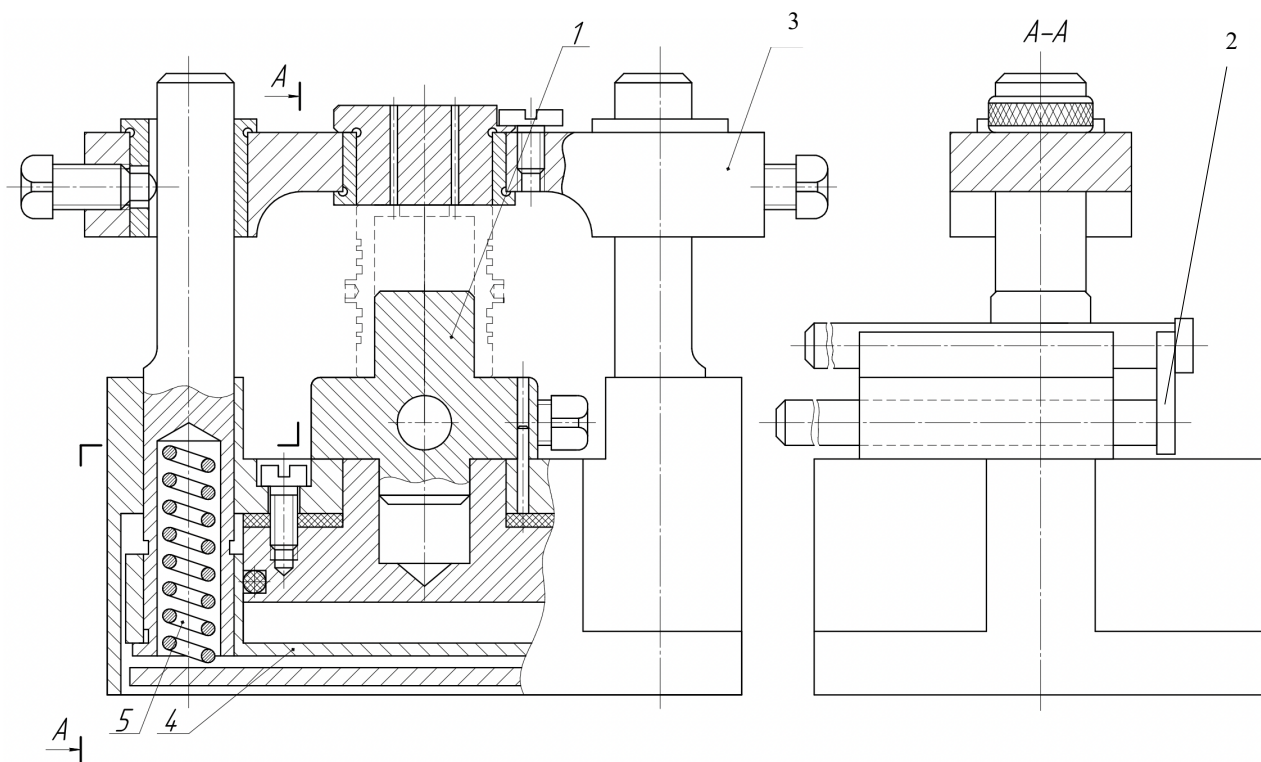


Рис. 2.2.1. Кондуктор с пневматическим зажимом для сверления отверстий:

1 — втулка дистанционная; 2 — переставной упор; 3 — кондукторная
плита; 4 — подвижной пневмоцилиндр; 5 — пружина

В кондукторе применяем кондукторные плиты с отверстиями под цилиндрические и срезанные установочные пальцы, посредством которых базируют и закрепляют сменные наладки и кондукторные плиты. Сменные установочные наладки базируют и закрепляют на установочной поверхности кондуктора.

Заготовку в кондукторе с пневматическим зажимом для сверления отверстий в верхней части заготовках (см. рис. 2.2.1.) устанавливают на втулке дистанционной 1. Для настройки на заданное расстояние от установочного торца до центра сверления служит переставной упор 2. Зажим осуществляется опусканием кондукторной плиты 3, связанной через направляющие колонки с подвижным пневмоцилиндром 4. Для возврата плиты в исходное положение служат пружины, упирающиеся в плиту 5.

2.2. Определение необходимой силы зажима

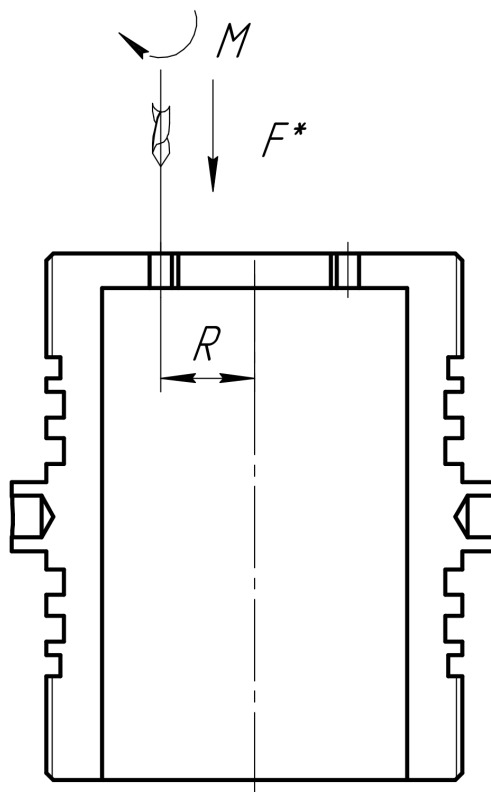


Рис. 2.2.1 Схема при сверлении отверстий

Проверка заготовки на сдвиг под действием силы

Усилие зажима определяем по формуле:

$$F = S_D \cdot P \quad (2.1)$$

Где

$$S_D = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,16^2}{4} = 0,02 \text{ м}^2;$$

$$P_{\text{max}} = 0,1 \text{ МПа.}$$

$$F = S_D \cdot P = 0,02 \cdot 0,1 \cdot 10^6 = 2010 \text{ Н.}$$

Крутящий момент (см. 1.10.2):

$$M_{\text{св}} = 0,4 \text{ Н·м.}$$

Сила сверления $F_{\text{св}}$ определяем по формуле:

$$M = F \cdot r \quad (2.2)$$

где радиус сверла $r = 1,6 \text{ мм.}$

$$F_{\text{св}} = \frac{M_{\text{св}}}{r} = \frac{0,4}{0,0016} = 250 \text{ Н.}$$

Т.е. $F \geq k \cdot F_{\text{св}};$

где принимаем коэффициент запаса закрепления $k=1,5$.

Проверка заготовки на поворот под действием момента

Момент сил трения определяем по формуле:

$$M_{\text{тр}} = f \cdot F \cdot R \quad (2.3)$$

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

$$R = 13,5 \text{ мм.}$$

$$M_{\text{тр}} = f \cdot F \cdot R = 0,16 \cdot 2010 \cdot 0,0135 = 4,3 \text{ Н·м.}$$

Т.е. $M_{\text{тр}} \geq k \cdot M_{\text{св}};$

Из расчета видно, что приспособление обеспечивает необходимую силу зажима.

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

Группа	ФИО
154A81	Мэн Сянцзюнь

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

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления детали "Фланец редуктора"

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет стоимости материальных ресурсов, затрат на специальное оборудование, оплату труда, отчисления во внебюджетные фонды, расчет накладных расходов.
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 ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели 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	Мэн Сянцзюнь		22.02.22 г.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

исследования.

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

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

3.1.1. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений позволяет оценить конкурентные преимущества проекта, а также помогает внести коррективы в проект, улучшающие его слабые стороны. Данный анализ также позволяет оценить сильные и слабые стороны конкурентов, изготавливающих аналогичные детали. Для анализа конкурентных технических решений разработки технологии изготовления фланца редуктора составлена оценочная карта, продемонстрированная в таблице 3.1, в которой оценивались следующие потенциальные конкуренты:

- 1) ООО «Сибмаш»;
- 2) АО НПФ «Микран».

Таблица 3.1 – Сравнение конкурентных технических решений (исследовательских работ).

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	5	5	0.5	0.5	0.5
2. Энергэффективность	0.2	4	4	3	0.8	0.8	0.6
3. Удобство в эксплуатации	0.05	5	4	4	0.25	0.2	0.2
4. Функциональная мощность	0.05	4	3	5	0.2	0.15	0.25
5. Надёжность	0.2	4	3	4	0.8	0.6	0.8
6. Стабильность соединения с подложкой	0.15	5	4	4	0.75	0.6	0.6
7. Безопасность	0.1	4	4	3	0.4	0.4	0.3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена на расходы	0.08	3	4	4	0.24	0.32	0.32
2. Конкурентоспособность исследовательской работы	0.02	3	2	3	0.06	0.04	0.06
3. Финансирование научного исследования	0.05	1	2	1	0.05	0.1	0.05
Итого	1	38	35	35	4.05	3.71	3.68

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (3.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

3.1.2. SWOT-анализ

В целях оценки сильных и слабых сторон разработки технологии изготовления фланца редуктора, как во внутренней, так и во внешней среде проведем SWOT-анализ проекта.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 3.2:

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
C1 – Наличие высоко спроса на продукт;	Сл1 – Недостаточно короткий срок выхода на рынок;
C2 – Гибкая ценовая политика;	Сл2 – Высокая доля постоянных расходов;
C3 – Удобство в эксплуатации;	Сл3 – Высокая стоимость оборудования;
C4 – Высокая технологичность проекта;	Сл4 – Узкоспециальное назначение разработки;
C5 – Высокая производительность труда.	Сл5 – Необходимость повышения квалификации кадров.
Возможности	Угрозы
B1 – Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;	У1 – Срыв проекта из-за отсутствия исполнителей;
B2 – Получение государственных заказов;	У2 – Развитие новых технологий;
B3 – Партнерские отношения с рядом ведущих машиностроительных предприятий;	У3 – Развитая конкуренция технологий производства;
B4 – Внедрение новых технологий и оборудования;	У4 – Неплатежеспособный спрос потребителей из-за сложившейся санитарно-эпидемиологической обстановки (пандемии);
B5 – Повышение стоимости конкурентных разработок.	У5 – Рост цен на сырье.

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надёжность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3,3–3,6:

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

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	-	+	+
	B2	-	+	+	+	+
	B3	+	+	+	-	+
	B4	-	+	+	+	+
	B5	-	-	-	+	+

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

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

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

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	-	-	-
	У2	-	-	+	+	+
	У3	+	-	-	-	+
	У4	-	-	+	+	+
	У5	-	+	-	+	-

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

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

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в работе (табл. 3.7).

Таблица 3.7 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1 – Наличие высоко спроса на продукт; С2 – Гибкая ценовая политика; С3 – Удобство в эксплуатации; С4 – Высокая технологичность проекта; С5 – Высокая производительность труда.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1 – Недостаточно короткий срок выхода на рынок; Сл2 – Высокая доля постоянных расходов; Сл3 – Высокая стоимость оборудования; Сл4 – Узкоспециальное назначение разработки; Сл5 – Необходимость повышения квалификации кадров.
Возможности: В1 – Использование инновационной инфраструктуры ТПУ; В2 – Получение государственных заказов; В3 – Партнерские отношения с рядом ведущих машиностроительных предприятий; В4 – Внедрение новых технологий и оборудования; В5 – Повышение стоимости конкурентных разработок.	Для укрепления сильных сторон проекта следует использовать возможности получения государственных контрактов.	Чтобы компенсировать недостатки проекта, пришлось внедрять новые технологии и оборудование.
Угрозы: У1 – Срыв проекта из-за отсутствия исполнителей; У2 – Развитие новых технологий; У3 – Развитая конкуренция технологий производства; У4 – Неплатежеспособный спрос потребителей из-за сложившейся санитарно-эпидемиологической обстановки (пандемии); У5 – Рост цен на сырье.	Несмотря на более низкие затраты на разработку у наших конкурентов, наши продукты обладают лучшими механическими свойствами и являются более перспективными. Наша продукция обладает лучшими механическими свойствами и более привлекательна для мирового рынка.	Машиностроительным предприятиям (исполнителям проекта) необходимо воспользоваться всеми льготами и гарантиями, предоставляемыми российским правительством, направленными на сохранение рабочих мест, а также на мотивацию персонала к повышению квалификации (знаний, умений, профессиональных навыков и уровня опыта работы работников).

В ходе анализа были рассмотрены все сильные и слабые стороны научного проекта, а также разъяснены все его последствия. Как позитивные,

так и негативные – возможности и угрозы. Обобщая матрицу SWOT-анализа, можно сделать следующие выводы.

- Для того, чтобы использовать сильные стороны проекта и максимально использовать возможности, необходимо поддерживать и, по возможности, повышать производительность. Убедитесь, что проект имеет высокий уровень технологичности. Поскольку существует высокий спрос на продукцию, а конкурентоспособность проекта показывает слабую корреляцию с возможностями проекта, необходимо выйти на новые рынки, приобрести современное оборудование и расширить партнерские отношения с некоторыми ведущими машиностроительными компаниями, о чем говорилось ранее.

- Для минимизации угроз необходимо было снизить постоянные затраты на проект, повысить квалификацию персонала и сосредоточиться на сильных сторонах проекта - простоте использования и надежности фланцевой технологии.

- Для снижения влияния угроз на реализацию проекта необходимо проанализировать затраты, в том числе на приобретение оборудования, и снизить долю постоянных затрат, также необходимо проанализировать возможность реализации проекта за пределами Томской области.

3.2. Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

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

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.8:

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка темы диссертации	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения диссертации.	Инженер, Научный руководитель
Теоретические исследования	3	Изучение академической литературы и конкурентных решений в данной сфере	Инженер
	4	Изучение программного обеспечения для расчетов	Инженер
Экспериментальные исследования	5	Технический расчет деталей	Инженер
	6	Первая компоновка и проектирование	Инженер, Научный руководитель
	7	Детализовка и выпуск конструкторской документации	Инженер
	8	Детальный расчет деталей	Инженер
	9	Окончательная компоновка	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки.	Инженер

3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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

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

$$t_{ожи} = \frac{(3t_{mini} + 2t_{maxi})}{5}, \text{ чел. - дн.}, \quad (3.2)$$

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i}, \quad (3.3)$$

Где:

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

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

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел;

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3.4)$$

Где:

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48, \quad (3.5)$$

Где:

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

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

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

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 3.9:

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования.

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

На основании произведенных расчетов, представленных в таблице 3.9, построим календарный план-график – график Ганта, представленный в таблице 3.10, в котором:

Таблица 3.10 – Диаграмма Ганта.

Содержание работ	Должность исполнителя	T_{ki}	Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Составление и утверждение тем диссертации, утверждение плана-графика.	Научный руководитель	2														
2. Календарное планирование выполнения диссертации.	Инженер, Научный руководитель	3														
3. Изучение академической литературы и конкурентных решений в данной сфере	Инженер	21														
4. Изучение программного обеспечения для расчетов	Инженер	21														
5. Технический расчет деталей	Инженер	9														
6. Первая компоновка и проектирование	Инженер, Научный руководитель	13														
7. Детализовка и выпуск конструкторской документации	Инженер	9														
8. Детальный расчет деталей	Инженер	25														
9. Окончательная компоновка	Инженер, Научный руководитель	9														

3.3. Бюджет научно-технического исследования.

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

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

3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

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

Таблица 4.11 – Материальные затраты.

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Картридж	1 500,00	1	1 500,00
Бумага для принтера	280,00	2	560,00
Ручка шариковая	58,00	6	348,00
Карандаш чертежный	16,00	4	64,00
Коническая оправка	2 500,00	1	2 500,00
Штангенциркуль	2 910,00	1	2 910,00
Нутромер	13 163,00	1	13 163,00
Итого:			21 045,00

Таким образом, материальные затраты на разработку технологии изготовления фланца редуктора составили 21 045,00 руб.

3.3.2. Расчет амортизации специального оборудования

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

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

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

Где: n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

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

Где:

I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 3.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Норма амортизации	Цены единицы оборудования, руб.	Общая сумма амортизационных отчислений, руб.
1	Токарный станок ИТ42 с ЧПУ	1	10	0,1	1 600 000,00	67 000,00
2	Вертикально-сверлильный станок 2М112	1	20	0,05	120 000,00	2 500,00
Итого			1 720 000,00			69 500,00

3.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы

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

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

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

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

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

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

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}}, \quad (3.9)$$

где: $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

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

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

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

$k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Дополнительная заработная плата:

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

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

Расчет заработной платы у руководителя:

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

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}} = \frac{52650 \cdot 8,1}{247} = 1726,6 \text{ руб.};$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p = 1726,6 \cdot 13 = 22455,5 \text{ руб.};$$

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 22455,5 = 2266,8 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы у инженера:

$$З_{м} = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_{р} = 13000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 25350 \text{ руб.};$$

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}} = \frac{25350 \cdot 8,1}{247} = 831,3 \text{ руб.};$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_p = 831,3 \cdot 92 = 76479,6 \text{ руб.}$$

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 76479,6 = 11471,9 \text{ руб.}$$

Представим результаты расчетов в итоговой таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{тс},$ руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$Z_m,$ руб.	$Z_{дн},$ руб.	$T_p,$ раб. дн.	$Z_{осн},$ руб.	k_d	$Z_{доп},$ руб.	Итого, руб.
Руководитель	27000	0,3	0,2	1,3	52650	1726,6	13	22455,5	0,15	2266,8	24722,2
Инженер	13000				25350	831,3	92	76479,6		11471,9	87951,5
Итого											112673,7

3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) \quad (3.12)$$

– для руководителя:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times 24722,2 = 7416,7 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times 87951,5 = 26385,5 \text{ руб}$$

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

3.3.5. Накладные расходы

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

Величина накладных расходов определяется по формуле 3.13:

$$З_{нак} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр}, \quad (3.13)$$

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

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

3.3.6. Бюджетная стоимость НИР

Группировка затрат по статьям представляется в таблице 4.15:

Таблица 3.15 – Группировка затрат по статьям.

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Материалы, руб	Амортизация, руб	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб	Отчисления на социальные нужды, руб	Итого без накладных расходов, руб	Накладные расходы, руб	Стоимость бюджета, руб
21045	69 500	98935,1	13738,7	33802,2	167521	26803,4	194324,4

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

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается по формуле 3.14:

$$I_{\text{исп.}i/\text{финр}} = \Phi_{pi} / \Phi_{\text{max}}, \quad (3.14)$$

где $I_{\text{исп.}i/\text{финр}}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта.

По перечисленным вычислениям определяются общие затраты для всех вариантов:

$$I_{\text{текущ. проект}} = \Phi_{\text{текущ. проект}} / \Phi_{\text{max}} = 194\,324,4 / 226\,403,00 = 0,86;$$

$$I_{\text{исп.1/финр}} = \Phi_{p1} / \Phi_{\text{max}} = 226\,403,00 / 226\,403,00 = 1;$$

$$I_{\text{исп.2/финр}} = \Phi_{p2} / \Phi_{\text{max}} = 219\,638,70 / 226\,403,00 = 0,97.$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки технологии изготовления фланца редуктора настоящего исследования отражает численное удешевление стоимости разработки в размах по сравнению с имеющимися технологическими процессами.

Интегральные показатели ресурсоэффективности всех вариантов определяются путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Сравнительная оценка характеристик всех вариантов.

Объекты исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1. Безопасность при использовании установки	0,3	5	5	4
2. Стабильность работы	0,15	4	4	5
3. Технические характеристики	0.2	5	4	4
4. Надежность	0,2	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	5	4
ИТОГО	1	4,85	4,45	3,95

В результате расчетов интегральных показателей ресурсоэффективности по трем вариантам разработки текущий проект с большим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения ресурсной эффективности.

Интегральные показатели эффективности всех вариантов вычисляются на основании показателей ресурсоэффективности и интегральных финансовых показателей по формуле 3.15:

$$I_{эф.i} = \frac{I_{р}^{исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}}, \quad (3.15)$$

Где:

$I_{эф.i}$ – интегральный показатель эффективности i-ого варианта разработки;

$I_{р}^{исп.i}$ – интегральный показатель ресурсной эффективности i-ого варианта разработки;

$I_{финр}^{исп.i}$ - интегральный финансовый показатель i-ого варианта разработки;

Сравнение значений интегральных показателей эффективности разработки технологии изготовления фланца в настоящем исследовании

относительно технологий изготовления фланца в ООО «Сибмаш» и АО НПФ «Микран» представлены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Сравнительные эффективности разработок.

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,86	1	0,97
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,45	3,95
3	Интегральный показатель эффективности	5,64	4,45	4,07
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,79	0,72

Сравнение среднего композитного индекса сравниваемых вариантов приводит к выводу, что наиболее финансово и ресурсоэффективным вариантом является текущий проект. По сравнению с нашими конкурентами, наш проект более эффективен.

Вывод:

В ходе работы был проведен экономический анализ проекта, рассчитаны различные виды затрат, вычтена заработная плата, проведен SWOT-анализ, определены сильные и слабые стороны проекта, определены и сравнены конкуренты по мере развития аналогичной конкуренции, разработана схема календарного рейтинга с учетом трудозатрат, а также построена диаграмма Ганта на основе этих данных.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Группа	ФИО
154A81	Мэн Сянцзюнь

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

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления детали "Фланец редуктора"

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение - Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. - Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации.	Объект исследования: процесс разработки технологии изготовления фланца редуктора, воздействие процесса и рабочей зоны на организм человека и окружающую среду.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации (нужное оставить) - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Нормативные документы: ТК РФ, Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ, Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации - Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов.	Вредные и опасные факторы: 1. Отклонение показателей микроклимата; 2. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума; 3. Недостаток необходимого естественного и искусственного освещения; 4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; 5. Неудобная рабочая поза.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации	Область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу: безотходная или малоотходная технология производства; раздельный сбор мусора, утилизация средств освещения.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	- возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения: подтопление и затопление в весеннее половодье, пожар; - реальная ЧС: режим «Повышенная готовность».

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
154A81	Мэн Сянцзюнь		05.05.2022 г.

4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объектом исследования в настоящем разделе выпускной квалификационной работы, является процесс разработки технологии изготовления фланца редуктора и влиянию процесса и рабочей зоны на человека и окружающую среду. Под этим разделом рабочей зоны было принято рабочее место инженера-технолога, а также производственный цех с имеющимися машинами и оборудованием, задействованными в изготовлении фланца редуктора.

Фланец редуктора широко используется в автомобилях. В моделях с задним приводом он широко используется для подсоединения редуктора заднего моста.

Развитие технологии производства фланцев будет проанализировано с точки зрения социальной ответственности. С этой целью в данной части изложены специальные трудовые нормы, применимые к технологии изготовления детали, с учетом эргономических требований к рабочему пространству и, в частности, создания комфортной планировки рабочей среды. Проанализированы возможные источники воздействия опасных и вредных факторов на производственных рабочих при изготовлении фланцев и предложены методы минимизации воздействия этих факторов. Также определяется влияние процесса проектирования на окружающую среду, выбираются меры по обеспечению экологической безопасности, анализируются возможные аварийные ситуации, из которых выбираются наиболее вероятные и разрабатываются меры по предотвращению их возникновения.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Процесс разработки технологии изготовления фланцев редуктора является трудовой функцией работников (физических лиц), на производстве обычно выполняемых инженерами-технологами.

Специальная оценка условий труда является унифицированным и комплексным мероприятием по выявлению вредных и (или) опасных факторов производственной среды и процессов труда, а также по оценке степени их воздействия на работников с учетом их фактического значения и разрешенных Правительством Российской Федерации Отклонения от установленных федеральными органами исполнительной власти норм условий труда (санитарных норм) и применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников. По результатам специальной оценки условий труда определяется класс (подкласс) условий труда. В соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации и Федеральным законом Российской Федерации «О специальной оценке условий труда» работники категории «А» пользуются следующими льготами.

1) Сокращенный рабочий день [ТК РФ ст.92]: За условиями труда на рабочем месте работников, отнесенных к 3 или 4 классу вредных условий труда или вредных условий труда более 36 часов.

2) Обеспечить работников средствами индивидуальной защиты и оборудовать рабочее место средствами коллективной защиты [статья 221 ТК РФ].

3) Обеспечить работникам гарантии и компенсации в соответствии с положениями Трудового кодекса [статья 28 ТК РФ].

4) Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск [статья 117 ТК РФ].

Дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется ежегодно работникам, условия труда которых конкретно оцениваются как вредные (2, 3 или 4 степени) или вредные.

Время дополнительного ежегодного оплачиваемого отпуска для конкретного работника определяется трудовым договором на основании

отраслевых (межотраслевых) соглашений и коллективных договоров с учетом результатов специальной оценки условий труда.

5) Предварительные и периодические медицинские осмотры [ТК РФ 213]: работники, работающие на вредных и (или) вредных работах, ежегодно проходят медицинские осмотры для определения их пригодности к возложенной на них работе.

Помимо ТК РФ, на разработку фланцевой технологии действуют различные СНиП, СанПиН и ГОСТ. Эти нормативные документы необходимы для обеспечения безопасности и создания комфортных условий труда для работников.

4.2. Производственная безопасность

На основании «ГОСТ 12.0.003-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (введен в действие Приказом Росстандарта от 09.06.2016 N 602-ст) [22] были идентифицированы потенциальные вредные и опасные факторы, характерные для разработки технологии изготовления фланца редуктора. Перечень выявленных возможных вредных и опасных факторов представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Возможные вредные и опасные факторы, характерные для разработки технологии изготовления фланца редуктора

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 N 3388) (ред. от 20.06.2000) [23]
2. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности (введен в действие Приказом Росстандарта от 29.12.2014 N 2146-ст) [24] СН 2.2.4/2.1.8.562-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 N 36)[25]
3. Недостаток необходимого естественного и искусственного освещения	+	+	+	СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.08.2016 N 43153) [26]
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 18.06.2003 N 4710) [27] ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1) [28]
5. Неудобная рабочая поза	+	+	+	«Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005) [29]

1) Отклонение показателей микроклимата.

Основными параметрами, характеризующими микроклимат на рабочем месте являются: температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение. Несоответствие параметров микроклимата рабочей зоны допустимым ведет к снижению комфорта работников, качества выполняемой работы, приводит к высокой утомляемости, а при длительном несоответствии требуемым приведет к проблемам со здоровьем.

Допустимые нормы микроклимата в производственных помещениях регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ, оптимальные параметры представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Микроклимат в производственных условиях [23]

Период года	Категория работ	Температура, °С			Относительная влажность, %	
		Оптимальная	Допустимая		Оптимальная	Допустимая, не более
			Верхняя граница	Нижняя граница		
Холодный	Легкая	21-23	24	20	40-60	75
	Средней тяжести	17-19	21	23	40-60	75
Теплый	Легкая	22-24	28	30	40-60	60 (при 27°С)
	Средней тяжести	20-22	27	16	40-60	70 (при 25°С)

Для достижения необходимых параметров микроклимата рабочей зоны необходимо обеспечить надлежащий тепло- и воздухообмен, вентиляцию помещения в теплое время года и отопление в холодное, изолировать источники высокой и низкой температуры.

2) Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума.

Основными источниками шума при изготовлении фланца редуктора являются: Ножовочный отрезной станок ON-280, Токарный станок с ЧПУ ИТ42, Вертикально-сверлильный станок 2М112. В соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.56296.2.2.4, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ [25]. Его превышение влечет за собой

не только тугоухость при длительных воздействиях, но и снижает скорость реакций, что резко повышает вероятность несчастного случая на производстве.

К средствам индивидуальной защиты от воздействия шума относятся одноразовые или многоразовые вкладыши (беруши), защитные наушники с пассивной защитой или активным шумоподавлением. Коллективная защита заключается в планировке помещения, позволяющей снизить воздействие шума и изменить его направленность.

3) Недостаток необходимого естественного и искусственного освещения рабочей зоны.

Освещение рабочей зоны должно быть оптимальным по величине, а его спектр должен быть максимально приближен к дневному (солнечному) освещению, лучше всего соответствующему физиологии человека. Чрезмерно высокая освещенность так же, как и недостаточная, вызывает быстрое утомление глаз, снижение видимости. Освещение должно быть достаточно равномерным по площади, так как при переводе взгляда с менее освещенных на ярко освещенные поверхности и наоборот происходит снижение остроты зрения на некоторый период времени, связанный с переадаптацией глаз.

Мерой защиты от данного фактора является подбор оптимального освещения в зависимости от вида работ. Кроме того, освещенность может быть повышена на тех участках рабочей зоны, где это оправдано или приведет к более комфортной работе.

4) Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Источником опасности в производственном цехе (рабочей зоне) в процессе изготовления детали «Фланец редуктор» может стать случайное прикосновение к токоведущим частям, появление напряжения на металлических конструкциях оборудования из-за нарушения изоляции, появление напряжения на отключенных токоведущих частях в случае ошибочного включения установки и возникновение шагового напряжения в случае замыкания провода на землю.

При прохождении через тело человека ток вызывает три вида поражений: термическое, электролитическое и биологическое. В таблице 4.3 представлены предельно допустимые уровни токов и напряжения, регламентирующиеся «ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ.Предельнодопустимые значения напряжений прикосновения и тока».

Таблица 4.3 – Допустимые уровни токов и напряжения [28]

Ток	U, В не более	I, А не более
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

К индивидуальным средствам защиты можно отнести: диэлектрические перчатки с защитой до 7500В, диэлектрические боты, коврики, изолирующие приспособления, специальная одежда и обувь с защитой от поражения электродугой. К коллективным средствам защиты от поражения электрическим током относят следующие средства:

- защитное разделение сети, применение двойной изоляции, защитное заземление;
- зануление, выравнивание потенциала и организация безопасной эксплуатации электроустановок.

5) Неудобная рабочая поза

Характер рабочей позы обусловлен организацией технологического процесса и рабочего места. При разработке технологии изготовления фланца редуктора, оценивая характер рабочей позы следует иметь ввиду, что:

- свободная поза комфортна и может быть изменена в любой момент по усмотрению работника;
- фиксированная поза (очевидно, сидя для инженера-технолога), может иметь место в условиях, когда рабочее место достаточно эргономично, но технологический процесс не позволяет ее покинуть.

Неудобное положение тела, возникающее вследствие конструктивных недостатков промышленного оборудования и производственной мебели, легко может привести к усталости и появлению патологических изменений в

организме вплоть до развития тяжелейшего поясничного синдрома, базирующегося на выпячивании студнеобразного ядра межverteбральных дисков.

Для работающих сидя, рекомендуется менять позы, а также предусмотреть оптимальное использование производственной мебели и оборудования. Это способствует облегчению и сохранению компенсаторных возможностей организма путем уменьшения значимости невыгодных моментов сидения.

4.3. Экологическая безопасность

В соответствии со статьей 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ [31] экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. Наиболее активная форма экологической безопасности – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходному производству при разработке технологии изготовления фланца необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров и, соответственно, бумаги. Также необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового и производственного характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Необходимо заключить договор с организацией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов компаниям, занимающимся переработкой отходов. Также необходимо утилизировать средства освещения. В г. Томске принимают энергосберегающие лампы на утилизацию Научнопроизводственное предприятие «ЭКТОМ» и ОАО «Полигон».

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные чрезвычайные ситуации на производстве могут включать взрывы, природные и техногенные аварии, поражение электрическим током и несчастные случаи, связанные с эксплуатацией оборудования.

Возможные ЧС техногенного характера включают пожары в цехе/производственной зоне при несоблюдении предписанных правил пожарной безопасности или из-за короткого замыкания или проблем с токоведущим оборудованием.



Рис. 4.1. План эвакуации из здания

Поэтому профилактические меры на месте должны включать :

- Правильное использование техники, надлежащее содержание территорий и противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- Соблюдение противопожарных норм, правил по оборудованию, отоплению и освещению, а также правильное размещение оборудования;
- Огнеопасные работы в незадымляемых помещениях, сварочные работы и другие пожароопасные помещения;
- своевременный профилактический осмотр, техническое обслуживание и тестирование технического оборудования;
- Использование автоматического оборудования для обнаружения пожара;

- Повышение огнестойкости зданий и сооружений путем покрытия или тиснения металлических конструкций;

- Необходимо предоставить инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий и планы эвакуации, а также вывесить в удобных местах номера телефонов для сообщения о чрезвычайных ситуациях;

- Должна быть предусмотрена звуковая пожарная сигнализация;

- Система пожарной сигнализации интегрирована в общезаводскую/цеховую систему пожарной сигнализации с помощью кольцевого громкоговорителя.

- Противопожарное оборудование. Для обеспечения личной безопасности в случае пожара в производственных помещениях должны быть оборудованы пути эвакуации и устройства дымоудаления (дымовые люки и т.д.).

Вывод:

В ходе выполнения данной работы проанализированы нормативные правовые акты, регулирующие безопасность разработки технологии изготовления фланцев редуктора, выявлены специальные нормы трудового законодательства, регламентирующие деятельность инженера-технолога.

Проанализированы вредные факторы в процессе изготовления фланца редуктора и отклонение этих факторов от спецификации. Также анализируется влияние производства на окружающую среду.

Кроме того, разработаны меры предосторожности для технологов, разрабатывающих технологии изготовления фланцев редуктора в режиме «повышенной готовности».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы по теме «Разработка технологии изготовления фланца», в технологической части, решены следующие задачи:

- определён тип производства;
- выбрана заготовка и разработан маршрут технологии изготовления фланца редуктора;
- рассчитаны допуски технологических размеров и технологические размеры;
- рассчитаны режимы резания для всех переходов;
- прономерованы все технологические операции.

Решение вышеперечисленных задач позволило получить технологию изготовления фланца, которую можно применить практически на любой производственной площадке, так как большинство производственных площадок оснащено универсальным оборудованием, следовательно, у разработанной технологии широкий круг применения.

В ходе выполнения конструкторской части было разработано специальное приспособление для одной из операций – кондуктор с пневматическим зажимом для сверления отверстий.

В результате выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его слабые и сильные стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта, в результате которого был установлен срок реализации проекта – 130 календарных дней.

Бюджет затрат на реализацию разработки технологии изготовления фланца редуктора настоящего исследования составил 194 324,4 руб. Показатель финансовой эффективности разработки технологии изготовления фланца редуктора настоящего исследования отражает численное удешевление

стоимости разработки в размах по сравнению с имеющимися технологическими процессами и равен 0,86. Показатель ресурсоэффективности разработки технологии изготовления фланца настоящего исследования по пятибалльной шкале равен 4,85, что значительно выше показателей ресурсоэффективности имеющихся технологических процессов.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что разработанная технология изготовления фланца редуктора настоящего исследования является более эффективной, чем существующие технологические процессы. Данная технология является экономически целесообразной и может использоваться на предприятии взамен существующим.

В результате выполнения раздела «Социальная ответственность» проведен анализ нормативно-правовых актов РФ, регулирующих безопасность при разработке технологии изготовления фланца редуктора, выявлены специальные нормы трудового законодательства, регламентирующие деятельность инженера-технолога.

Выявлены потенциально вредные и опасные факторы, проведен их анализ и разработаны решения, обеспечивающие снижение влияния выявленных вредных и опасных факторов, оказывающих негативное влияние на инженера-технолога, определены средства индивидуальной и коллективной защиты, снижающие или устраняющие влияние вредных и опасных факторов.

Проведен анализ воздействия разработки технологии изготовления фланца редуктора на окружающую среду, в результате которого разработаны мероприятия по экологической безопасности, сокращающие негативное воздействие на нее. Кроме того, разработаны профилактические мероприятия для инженера-технолога, разрабатывающего технологию изготовления фланца редуктора в режиме «Повышенная готовность».

Таким образом, можно утверждать, что настоящий проект соответствует требованиям и нормам безопасности и может реализовываться на производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. 2-е изд. –Томск: Изд. ТПУ, 2009. -91 с.
3. 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. 1985. 496 с., ил.
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., ил.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
6. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
7. Ансеров, М.А. Приспособление для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – 4-е изд., испр. и доп. – Л.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
8. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И.М. Чернин и др.— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1988. — 416 с.: ил.
9. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные.

10. ГОСТ 5950-73 Прутки и полосы из инструментальной легированной стали.

11. РД 37.001.131-89 Затяжка резьбовых соединений. Нормы затяжки и технические требования.

12. Баловнев Н.П. Расчёт резьбовых соединений и винтовых механизмов. Методические указания. – М.: МАМИ, 1999, 39 с.

13. Положение об оплате труда в Томском политехническом университете

14. Положение об оплате труда Томский РВПиС

15. Штатное расписание Томский РВПиС

16. Федеральный закон от 01.04.2020 N 102-ФЗ «О внесении изменений в части первую и вторую Налогового кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации»

17. Приказ ФНС России от 18.09.2019 N ММВ-7-11/470@ «Об утверждении формы расчета по страховым взносам, порядка ее заполнения, а также формата представления расчета по страховым взносам в электронной форме и о признании утратившим силу приказа Федеральной налоговой службы от 10.10.2016 N ММВ-7-11/551@»

18. Налоговый кодекс Российской Федерации (подпункт 7 пункта 1 статьи 427)

19. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020)

20. Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 01.04.2020) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»

21. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н (ред. от 13.12.2019) «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда»

22. ГОСТ 12.0.003-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (введен в действие Приказом Росстандарта от 09.06.2016 N 602-ст)

23. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 N 3388) (ред. от 20.06.2000)

24. ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности (введен в действие Приказом Росстандарта от 29.12.2014 N 2146-ст)

25. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 N 36)

26. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.08.2016 N 43153)

27. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 18.06.2003 N 4710)

28. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)

29. Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005)

30. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ

31. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ

32. Распоряжение Администрации Томской области от 18.03.2020 № 156-ра «О введении режима функционирования «повышенная готовность» для органов управления и сил звеньев территориальной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на территории Томской области»

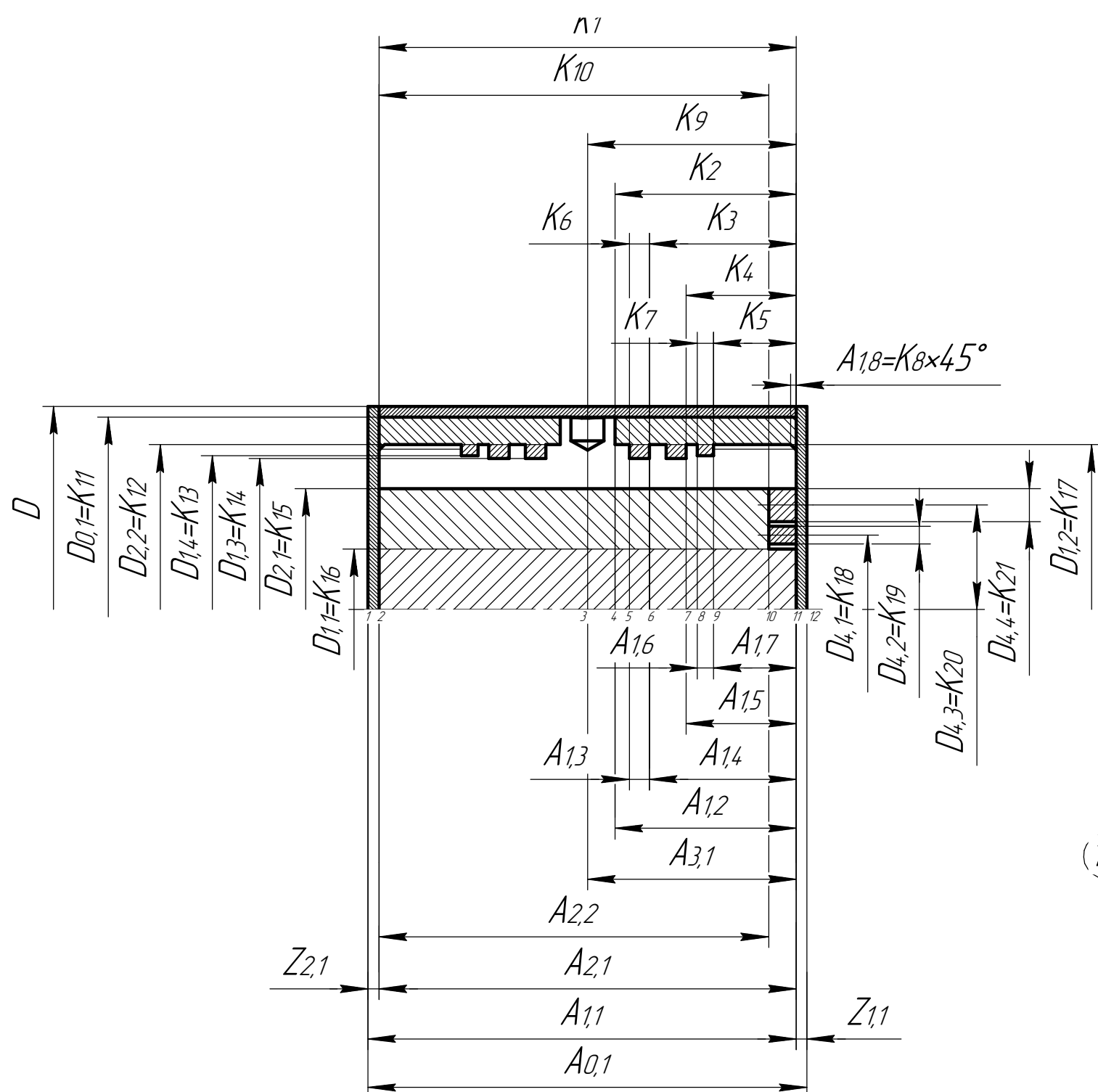
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Чертёж детали

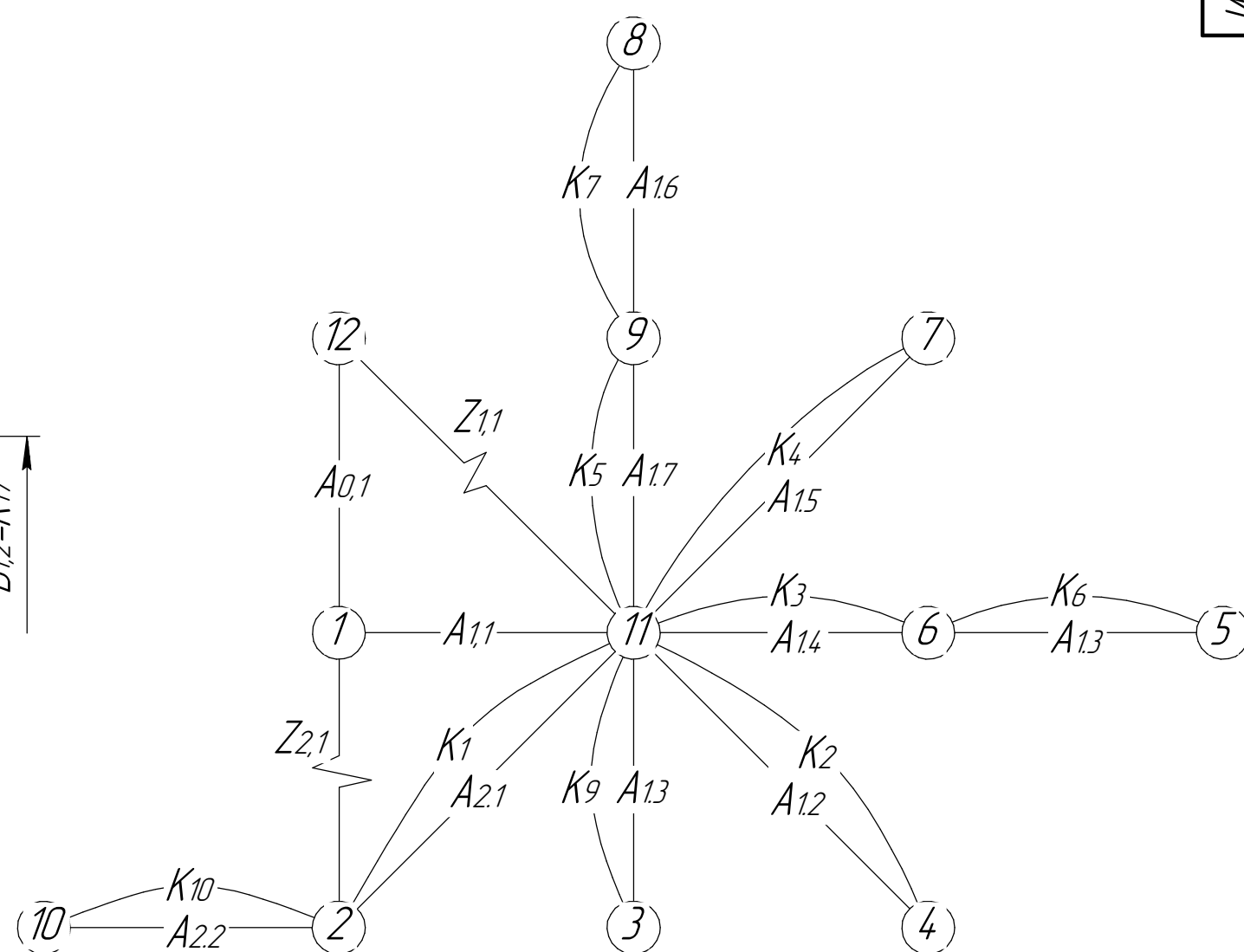
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Размерный анализ

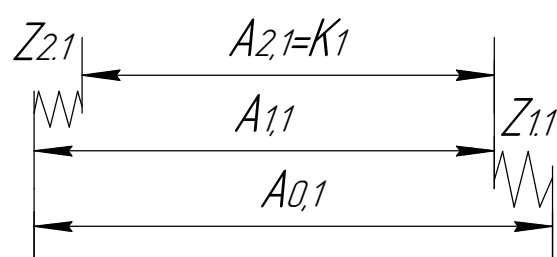
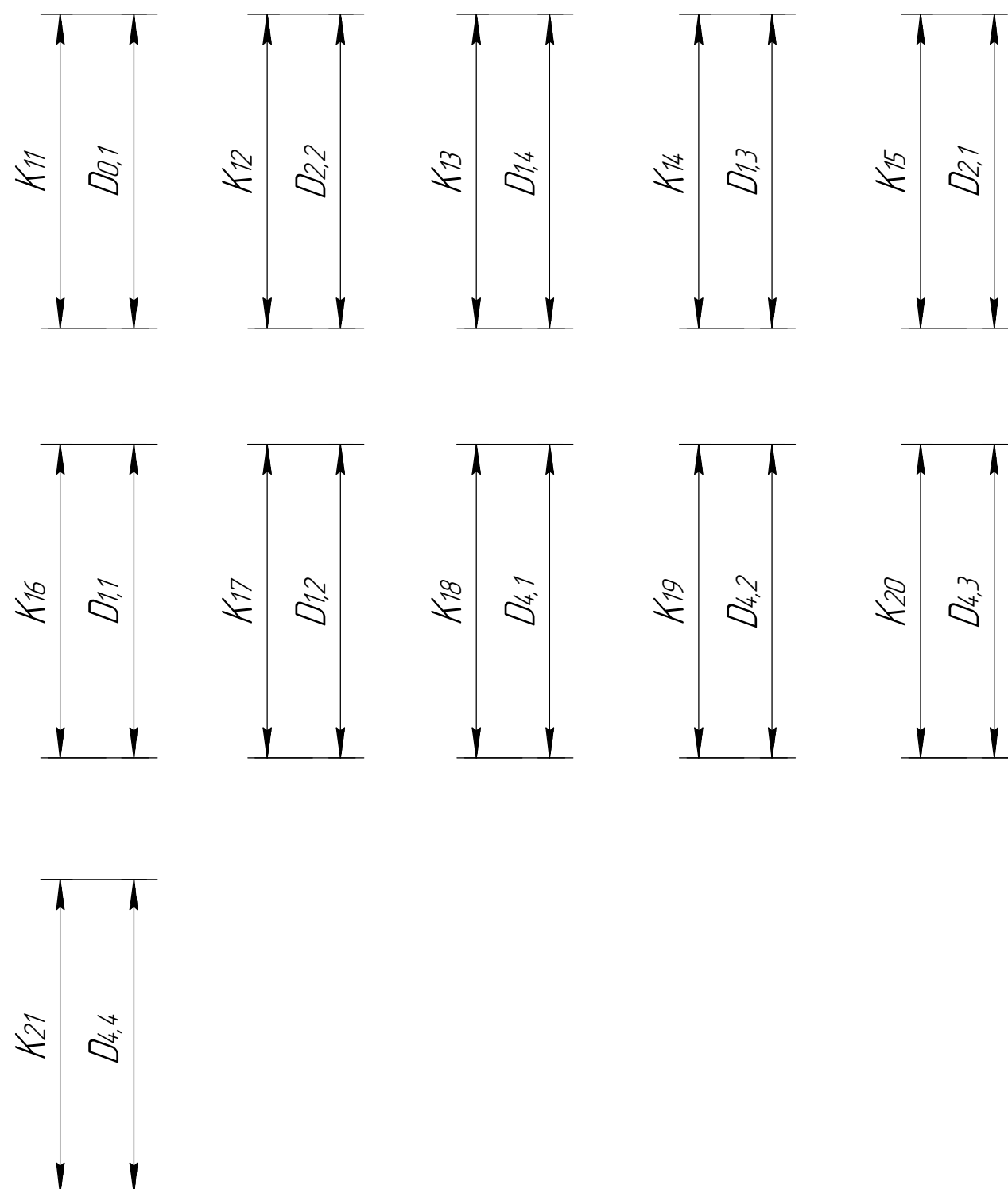
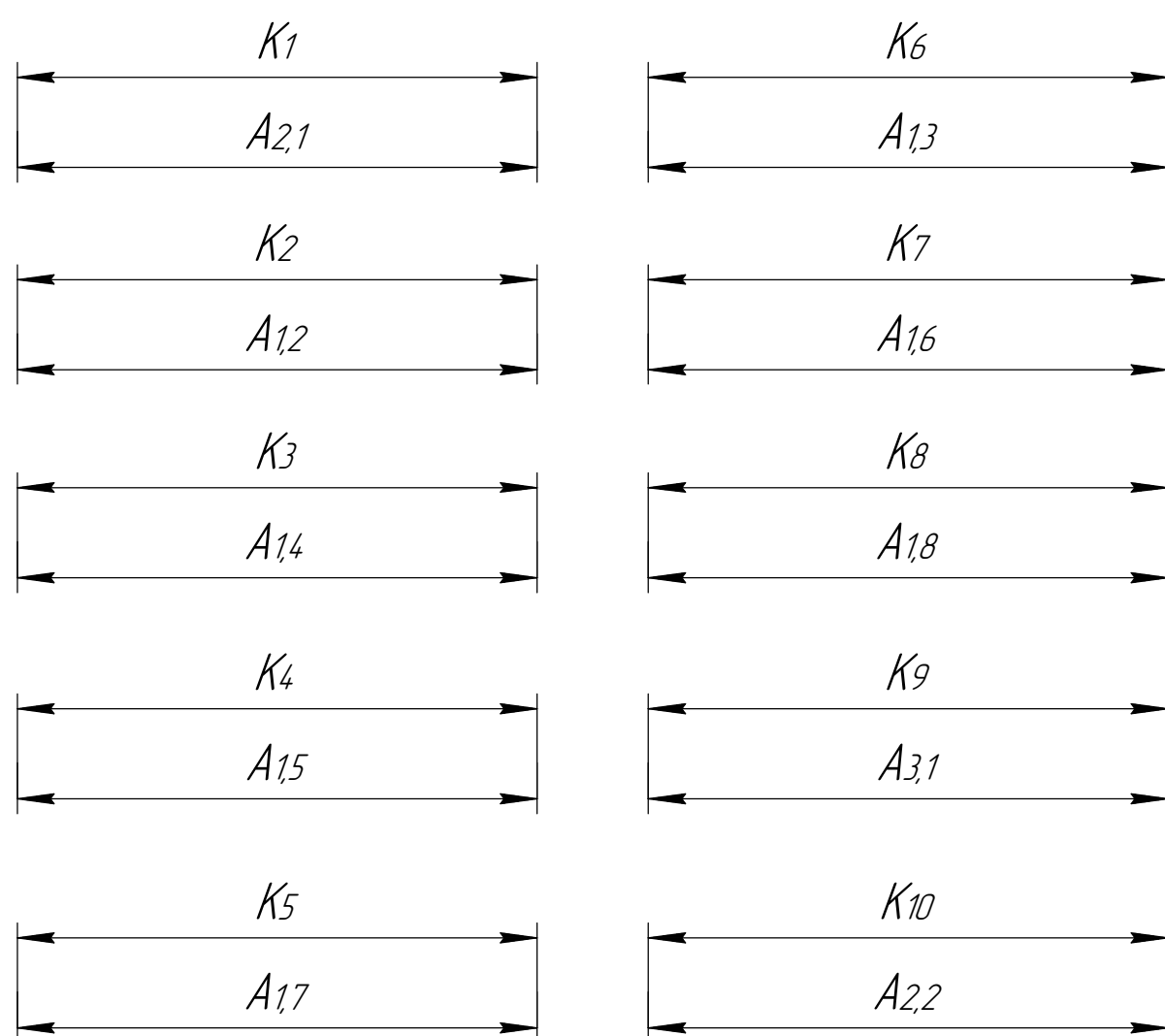
Размерная схема



*Граф технологических
размерных цепей*



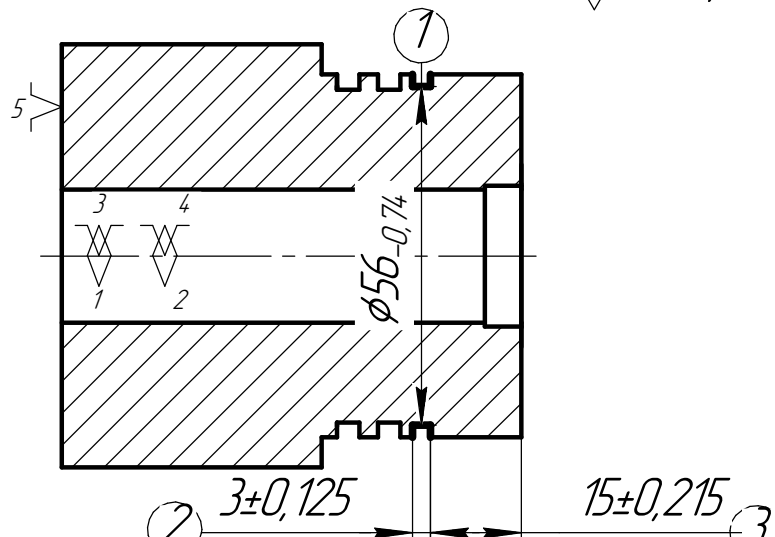
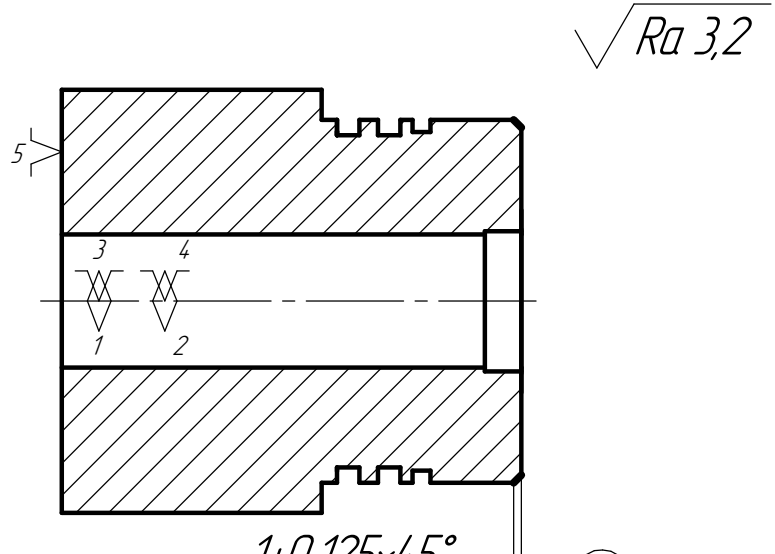
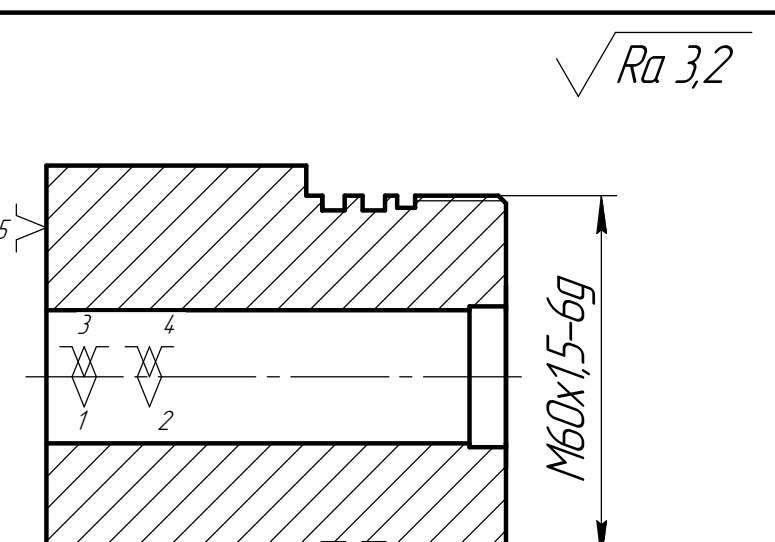
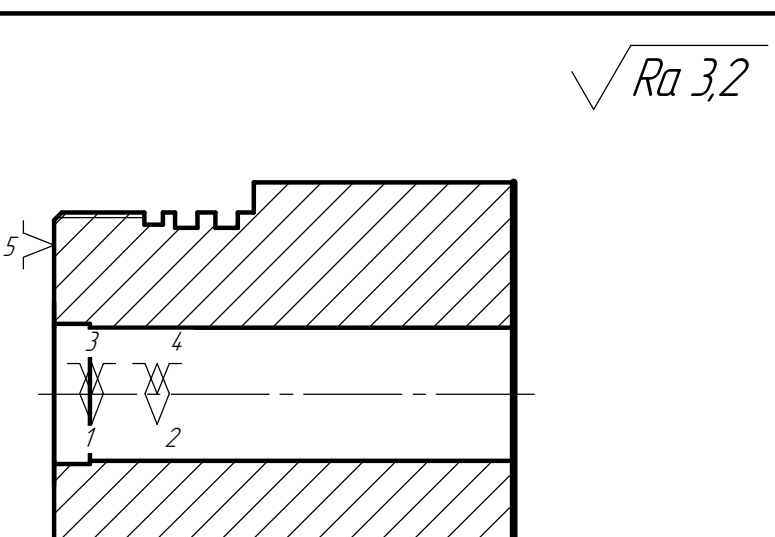
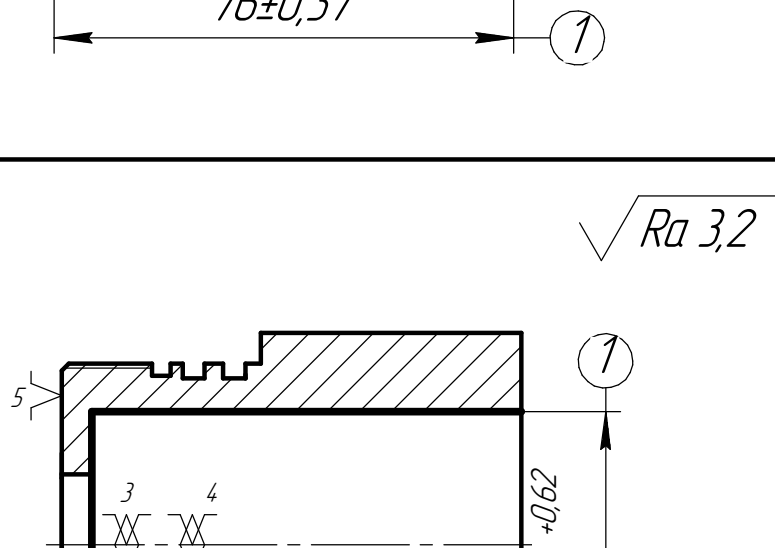
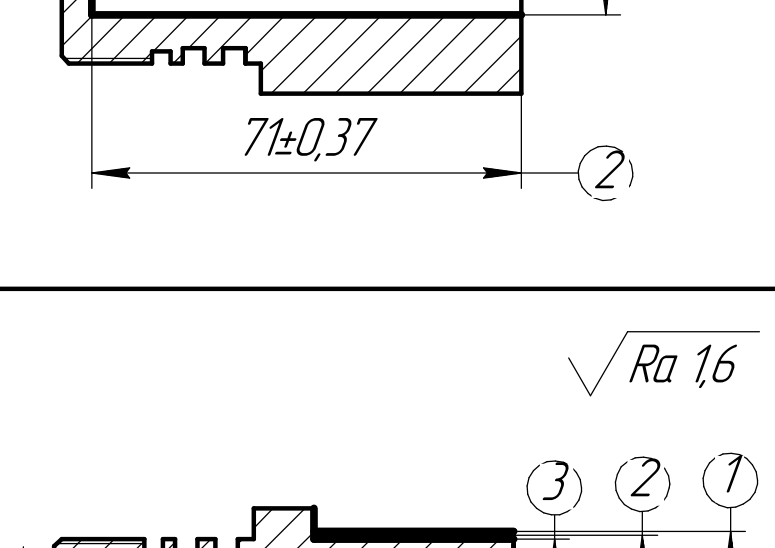
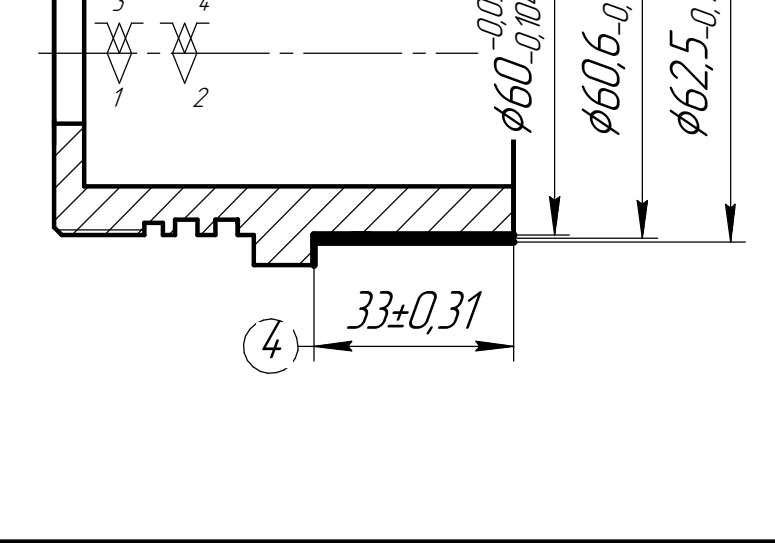
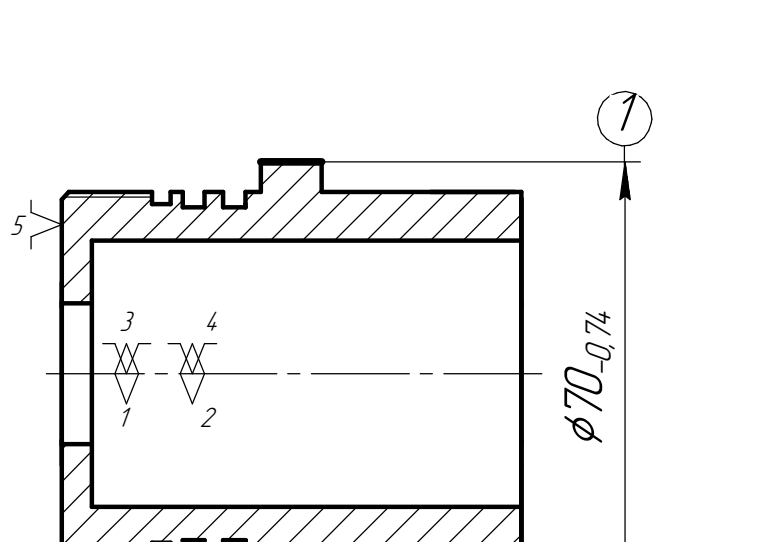
Размерные цепи



					ИШНПТ-154А0008.00.00.02			
Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	Размерный анализ		Лит.	Масса	Масштаб
Разработ.	Мэн Сянцзюнь							
Пров.	Кубишинов К.А.							
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.						ТПУ ИШНПТ		
Утв.						Группа 154А81		

ПРИЛОЖЕНИЕ В

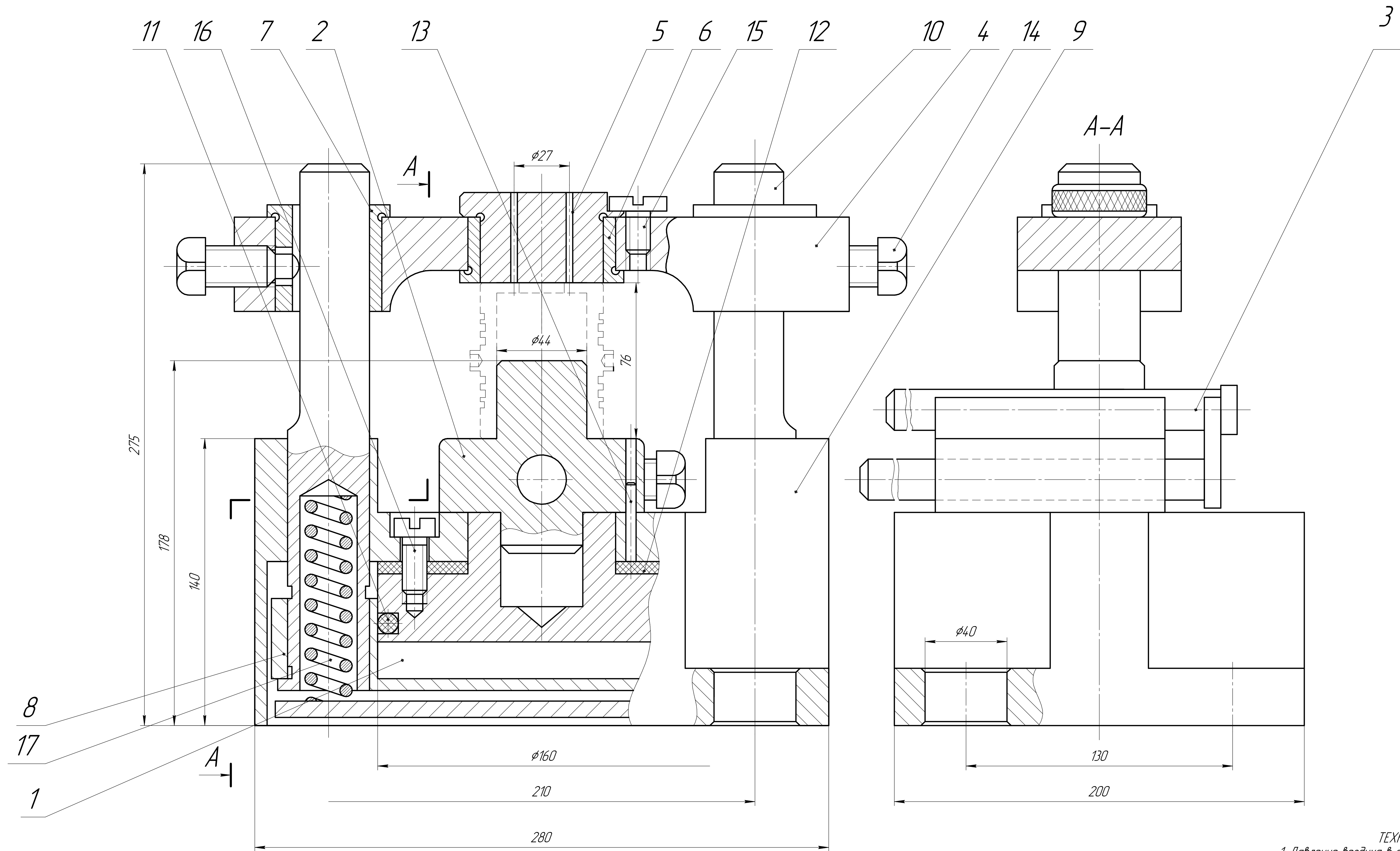
Операционная карта

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие обработан адаб. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении обработки, мм	Длина в направ- лении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин										
операций	перехода					режущий	измери- тельный						Подача		Частота, об/мин	Скорость ре- ад/мин	То	Твс	Тпз	Тшт	Тшт.к	Разряд работы			
													мм/об	мм/мин											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	ИШНПТ-154.40008.00.00.03		
	14	Точить канавку диаметром 1 до ширины 2, выдерживая размеры 3.				Резец токарный, отрезной из быстрорежущей стали Р6М5 ГОСТ 18874-73	Микрометр МК 200-1 ГОСТ 6507-90, Индикаторный нутромер ЦИ 50-160		1	60	2	3	0,6		650	112	0,017								
	15	Точить фаску, выдерживая размер 1.				Резец проходной угловой отогнутый Т15К6 ГОСТ 18879-73 с углом в плане 45°	Шаблон фасочный		1	60	1	1	0,6		650	125	0,018								
	16	Нарезать резьбу 1.				Резец резьбовой Т15К6 ГОСТ 18885-73	Калибр резьбовой		1	60	15	1299	0,7		600	114	0,05								
010	0	Установить и снять заготовку.				Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18868-73	Микрометр МК 200-1 ГОСТ 6507-90		1	75	39	1	0,2		500	118,2	0,12	0,89	8	10,045	10,056				
	1	Подрезать торец, выдерживая размер 1.				Резец расточной токарный Т15К6 ГОСТ 18883-73 с углом в плане 95°			5	44	71	2,6	0,8		700	96	0,68								
	2	Расточить отверстие до диаметра 1 на длину 2.							Микрометр МК 200-1 ГОСТ 6507-90		1	1	62,5	33	0,8	0,2	500							105	0,38
	3	Точить внешнюю поверхность до диаметра 1 на длину 4.																							
	4	Точить поверхность до диаметра 2.								1	62,5	33	0,8	0,2	500	105	0,38								
	5	Точить поверхность до диаметра 3.																						1	62,5
6	Точить внешнюю поверхность до диаметра 1.		Резец проходной угловой отогнутый Т15К6 ГОСТ 18879-73 с углом в плане 90°	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89			1	70	10	2,5	0,8		450	94	0,05										

					ИШНПТ-154А0008.00.00.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Специальное приспособление



ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

1. Давление воздуха в системе 0,1 МПа.
2. Сила на штоке ~2010 Н.
3. Ход штока до 20 мм.
4. Габариты 280x200x275 мм.
5. Масса приспособления 50 кг.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. Приспособление сверлильное предназначено для установки на столе вертикально-сверлильного станка 2М112.
2. Взаимно трущиеся поверхности приспособления смазать смазкой ЦИАМИТ-201 ГОСТ 6267-74.
3. Обеспечить плавность перемещения кондукторной плиты.
4. Покрытие наружных поверхностей, кроме установочных, Хим.окс.прм.

				ИШНПТ-154А0008.00.00.04 СБ		
				Специальное приспособление		
				Лист	Масса	Масштаб
						1:1
				ТПУ ИШНПТ		
				Группа 154А81		
				Формат А1		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
					ИШНПТ.154А00008.00.00.04 СБ	Сборочный чертеж		
				1	ИШНПТ-154А00008.01.001	Разжимной пневмоцилиндр		
						Детали		
				2	ИШНПТ-154А00008.001	Призма	1	
				3	ИШНПТ-154А00008.002	Переставной упор	1	
				4	ИШНПТ-154А00008.003	Кондукторная плита	1	
				5	ИШНПТ-154А00008.004	Крышка	1	
				6	ИШНПТ-154А00008.005	Гильза	1	
				7	ИШНПТ-154А00008.006	Гильза	2	
				8	ИШНПТ-154А00008.007	Стопор	2	
				9	ИШНПТ-154А00008.008	Корпус	1	
				10	ИШНПТ-154А00008.009	Корпус возвратной пружины	2	
				11	ИШНПТ-154А00008.010	Уплотнительное кольцо	1	
				12	ИШНПТ-154А00008.011	Прокладка	1	
				13	ИШНПТ-154А00008.012	Штифт	2	
						Стандартные изделия		
				14		Болт М20х30 ГОСТ 15589-70	3	
				15		Винт М12х16 ГОСТ 11738-84	1	
				16		Винт М12х30 ГОСТ 11738-84	2	
				17		Пружина 1086-1167 ГОСТ 18793-80	1	
						ИШНПТ-154А00008.00.00.04 СП		
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разраб.	Мэн Сянцзюнь					
		Пров.	Кувшинов К.А.					
		Н.контр.						
		Утв.						
						Специальное приспособление		
						Лит.	Лист	Листов
								1
						ТПУ ИШНПТ Группа 154А81		