

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологии изготовления детали «вал»</b>

УДК 621.824.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Хань Цзэли		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	К.Т.Н ДОЦЕНТ		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бознак А.О.	К.Т.Н		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н. В.	К.Ф.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Л. А.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>15.03.01 Машиностроени</b>	Ефременков Е.А.	К.Т.Н		

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

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

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
 (Подпись)                      (Дата)                      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

**Бакалаврской работы**

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Хань Цзэли

Тема работы:

**Разработка технологии изготовления детали «вал»**

Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.05.2019 , № 3480/с
---	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2019
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертёж детали «вал», годовая программа выпуска, техническое задание</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Разработка технологии изготовления детали «вал» (обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени); проектирование специального приспособления для сверлильной операции</p>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертёж детали - 1 лист;  Технологический процесс изготовления детали - 4 листа; 3D-модель детали - 1 лист  Размерный анализ - 1 лист;  Чертёж приспособления - 1 лист</p>
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Технологический раздел	Бознак А.О.
Конструкторский раздел	Бознак А.О.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н. В.
Социальная ответственность	Скачкова Л. А.

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


<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>25.12.2018</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель/ консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	к.т.н. доцент		
Ассистент	Базнок А.О.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Хань Цзэли		

*Планируемые результаты обучения*

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10) <sup>1</sup> , Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК-6; ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.	Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P4	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

<sup>1</sup> Указаны коды компетенций по ФГОС ВПО (направление 150700 – МАШИНОСТРОЕНИЕ), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 09.11.2009 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 глав, изложенных на 123 страницах печатного текста, и содержит 80 рисунков и 8 чертежей. При написании было использовано 4 источников.

Ключевые слова: разработка технологического процесса, деталь «вал», анализ технологичности, припуск, расчет режимов резания.

Объектом исследования является: деталь «вал».

Цель работы: разработать технологию изготовления детали «вал».

В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс ее изготовления, подобраны средства технологического оснащения, инструменты, рассчитаны режимы резания, а также разработан специальное приспособление для сверлильной операций.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в среднесерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Перевод на английский язык

The final qualifying paper consists of 4 chapters set out on 123 pages of printed text and contains 80 pictures and 8 drawings. When writing was used 4 sources.

Keywords: development of the technological process, detail “axis”, analysis of manufacturability, allowance, calculation of cutting conditions.

The object of the study is: detail "axis".

Objective: to develop the technology of manufacturing the axis part.

As a result of the study, an analysis of the technological design of the part was carried out, the technological process of its production was designed, the technological equipment and tools were selected, cutting modes were calculated, and a special tool for drilling operations was developed.

The degree of implementation: the results can be applied in medium-sized production.

Scope: mechanical engineering.

# Содержание

<b>Введение</b>	2
<b>I. Технологическая часть</b>	4
1. Исходные данные	5
2. Анализ технологичности конструкции детали	6
3. Определение типа производства	7
4. Выбор исходной заготовки	10
5. Разработка маршрута технологии изготовления детали вал	11
6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей	15
7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров	17
7.1 Допуски на конструкторские размеры	17
7.2 Допуски на технологические размеры	17
7.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	18
7.4. Расчет припусков на обработку заготовки	23
7.4.1 Расчет припусков на диаметральные размеры	23
7.5 Расчет диаметральных технологических размеров	26
7.6. Проверка обеспечения точности осевых конструкторских размеров	31
7.7. Расчет припусков на осевые размеры	37
7.8. Расчет осевых технологических размеров	39
8. Выбор оборудования и технологической процесса	46
9. Расчет и назначение режимов обработки на операциях	54
10. Расчет основного времени	61
<b>II. Конструкторская часть</b>	82
1. Техническое задание	83
2. Описание приспособления	84
<b>III. Экономическая часть</b>	86
1. Анализ конкурентных технических решений	88
2. SWOT-анализ проекта	90
3. Планирование проекта	93
4. Бюджет затрат на реализацию проекта	95
4.1. Расчет материальных затрат НТИ	96
4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	97
4.3. Основная заработная плата исполнителей темы	97
4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	99
4.5. Накладные расходы	100
5. Формирование затрат на реализацию проекта	100
6. Ресурсоэффективность	100
<b>IV. Социальная ответственность</b>	102
<b>введение</b>	105
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	106
2. Производственная безопасность	107
3. Экологическая безопасность	113
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	118
Список литературы	120

## Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствование технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

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

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут должен быть рассчитан так, чтобы возможности оборудования были максимально использованы.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В курсовом проекте решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий среднесерийного производства.

## Introduction

Mechanical engineering is traditionally the leading branch of the economy. The development of mechanical engineering is determined both by the development of fundamentally new machine designs and the improvement of their manufacturing technologies. Often it is the manufacturability of the design that determines whether it will be widely used.

In modern engineering technology development occurs in the following areas:

- improving the capabilities, quality and cost-effectiveness of technological equipment (high-performance machines, tools with increased durability, etc.);
- creation of the most efficient routes of technological processes;
- the use of an effective management system and production planning;
- complex automation of production, which includes the development of product designs, technological design, scheduling, etc.

Justified use of advanced equipment and tools can lead to a significant reduction in the cost of production and the complexity of its production. The use of perfect methods for producing blanks with minimal allowances for machining can lead to the same results. In some cases, it is advisable to reduce the manufacturability of the product to improve product quality, which can significantly improve the competitiveness of products and offset additional costs. The desire for manufacturability in any case should not lead to a deterioration of the properties of the product below the structurally specified.

Criteria for building effective routes of the process depends on the type of production and the capabilities of the enterprise. One of the most well-known criteria is the principle of constancy of bases. The route must be designed so that the equipment capabilities are maximized.

Automation of production at all stages allows to significantly reduce the time for preparation of production, introduction of new products, reduce and streamline the workflow, promptly make changes to existing technological processes. Nowadays, high-tech production (aircraft and automobile) cannot remain at a competitive level without integrated automation systems.

Course project solves the problem of creating an effective process of manufacturing parts. The technological process is developed for the conditions of medium production.

# **Технологическая часть**

# 1. Исходные данные

Разработка технологического процесса изготовления изделия, представлена на Рис. 1. Годовая программа выпуска 8000 штук

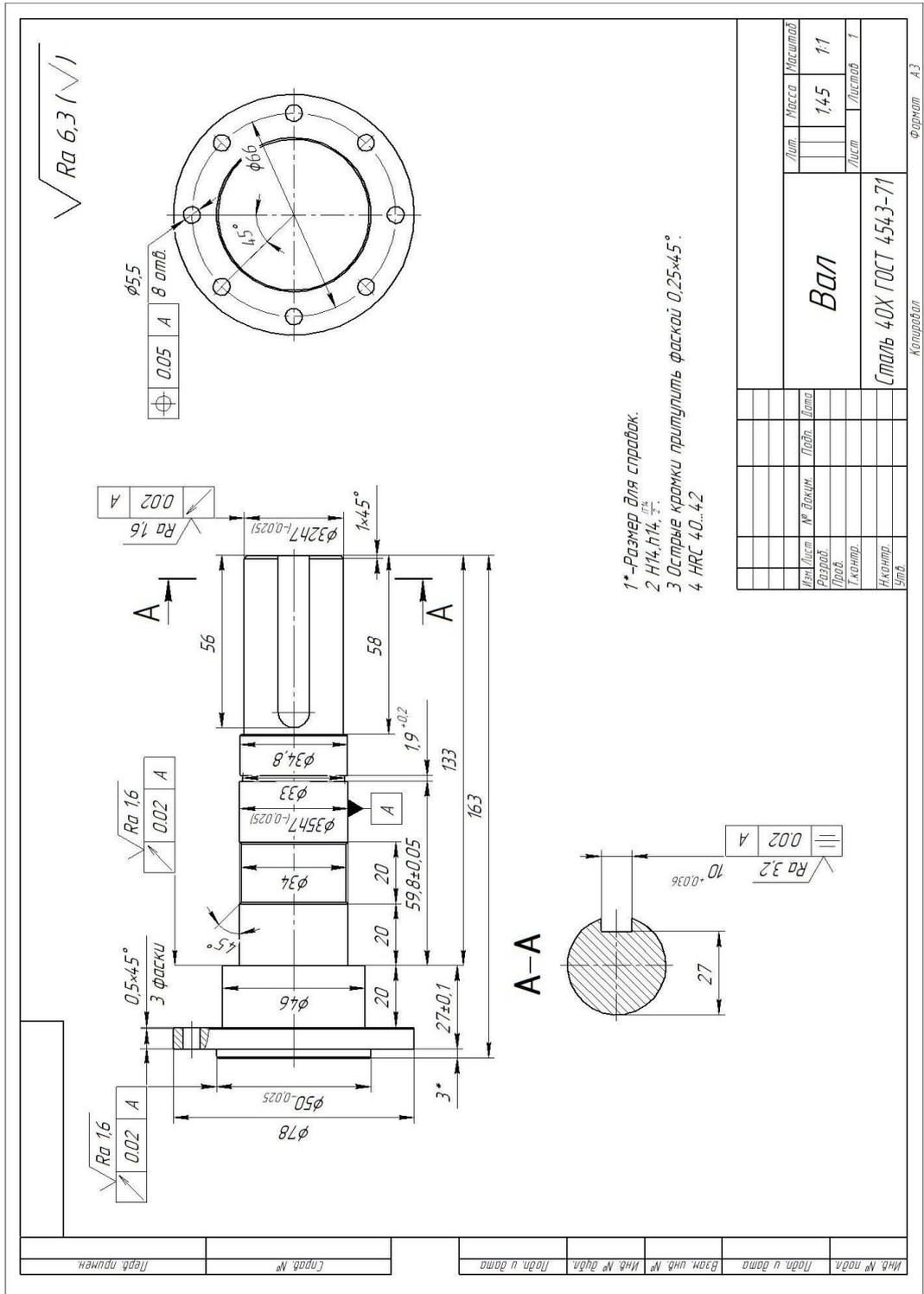


Рис. 1. Чертеж детали

## 2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – вал из стали 40Х ГОСТ 4543-71, Деталь имеет достаточно простую конструкцию, механическую обработку можно выполнять на станках с ЧПУ и использовать простой инструмент. Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Существуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов. Особые требования к точности и шероховатости размеров появляются на эти поверхности  $\varnothing 35h7_{(-0,025)}$   $R_a = 1,6$ , биение не более 0,02;

и  $\varnothing 32h7_{(-0,025)}$   $R_a = 1,6$ ;  $\varnothing 50h7_{(-0,025)}$   $R_a = 1,6$  биение не более 0,02; и 8 отверстия  $\varnothing 55$  с позиционным допуском менее 0,05.

Назначение стали 40Х втулки, оси, стержни, шариковые и роликовые подшипники и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости и работающие при температуре до 500 °С или подвергающиеся действию умеренных агрессивных сред. Сталь коррозионная мартенситного класса.

### Химический состав в% стали 40Х

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0,17-0,37
Медь (Cu), не более	до 0,30
Марганец (Mn)	0,50-0,80
Никель (Ni), не более	до 0,30
Фосфор (P), не более	до 0,035
Хром (Cr)	0,80-1,10
Сера (S), не более	0,035
Углерод (C)	0,36-0,44
Железо (Fe)	≈97

### 3. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [3, ст. 209]:

$$K_{зo} = \frac{t_d}{t_{шc}}$$

где  $t_d$  - такт выпуска детали,

$t_{шc}$  - среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется, как это отмечалось, по формуле  $t_d = \frac{60\Phi_d}{N}$ , где  $\Phi_d$  - Действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;  $N$  - годовой объем выпуска деталей. При двусменном режиме работы  $\Phi_d = 4015$  ч.

$$t_d = \frac{60 * 4015}{8000} = 30,11$$

Для определения среднего штучного времени можно воспользоваться данными из существующего на производстве технологического процесса изготовления аналогичной детали или выполнить укрупненное нормирования разрабатываемого технологического процесса. Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{шc} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{шi}}{n},$$

где  $t_{шi}$  - штучное время  $i$ -й операции изготовления детали;

$n$  - число основных операций в технологическом процессе.

$$t_{ш.i} = \varphi_{к.i} * T_{o.i}$$

Где

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

$T_{o.i}$  - основное технологическое время  $i$ -ой операции, мин.

Для токарных операций (токарных с ЧПУ):  $\varphi_{к.1} = 2,14$ ;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения [2, ст.19], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (подрезка торца начерно и начисто, точение поверхности начерно и начисто, (см. операционную карту):

$$T_{o.1} = 0,037(D^2 - d^2) \times 10^{-3} + 0,17dl \times 10^{-3} \text{ мин}$$

где

$D$  - наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

$d$  - наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

$l$  - длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу рис. 1.

Формула из [2, ст. 173]

**Отрезание:**

$$T_{0.0} = 0,00019 \times 82^2 = 1,2776 \text{ мин}$$

**Точения :**

$$T_{0.1} = 0,037(82^2 - 0^2) \times 10^{-3} + 0,00017 \times 82 \times 0 = 0,25 \text{ мин}$$

$$T_{0.2} = 0,00052 \times 6,3 \times 16 = 0,0046 \text{ мин}$$

$$T_{0.3} = 0,0001 \times 78 \times 170 = 1,326 \text{ мин}$$

$$T_{0.4} = 0,0001 \times 46 \times 153 = 0,7038 \text{ мин}$$

$$T_{0.5} = 0,0001 \times 35 \times 133 = 0,4655 \text{ мин}$$

$$T_{0.6} = 0,0001 \times 32 \times 58 = 0,1856 \text{ мин}$$

$$T_{0.7} = 0,0001 \times 34,8 \times 73,2 = 0,2548 \text{ мин}$$

$$T_{0.8} = 0,0001 \times 35 \times 133 = 0,4655 \text{ мин}$$

$$T_{0.9} = 0,0001 \times 34 \times 20 = 0,0680 \text{ мин}$$

$$T_{0.10} = 0,0001 \times 33 \times 2 = 0,0066 \text{ мин}$$

$$T_{0.11} = 0,0001 \times 35 \times 133 = 0,4655 \text{ мин}$$

$$T_{0.12} = 0,037(82^2 - 0^2) \times 10^{-3} + 0,00017 \times 82 \times 7 = 0,3476 \text{ мин}$$

$$T_{0.13} = 0,00052 \times 6,3 \times 14 = 0,0046 \text{ мин}$$

$$T_{0.14} = 0,0001 \times 50 \times 3 = 0,0150 \text{ мин}$$

**Фрезерование:**

$$T_{0.15} = 0,007 \times 10 = 0,07 \text{ мин}$$

**Сверление:**

$$T_{0.16} = 0,00052 \times 5,5 \times 5 = 0,0201 \text{ мин}$$

**Круглошлифование:**

$$T_{0.17} = 0,0025 \times 35 \times 20 = 1,75 \text{ мин}$$

$$T_{0.18} = 0,0025 \times 35 \times 20 = 1,75 \text{ мин}$$

$$T_{0.19} = 0,0025 \times 32 \times 58 = 4,64 \text{ мин}$$

$$T_{0.20} = 0,0025 \times 50 \times 3 = 0,375 \text{ мин}$$

$$t_{ш.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{0.i}$$

$$T_{ш.0} = \varphi_{к.0} \cdot T_{0.0} = 1,5 \times 1,2776 = 1,92 \text{ мин}$$

$$T_{ш.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 0,25 = 0,54 \text{ мин}$$

$$T_{ш.2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{0.2} = 2,14 \cdot 0,0046 = 0,01 \text{ мин}$$

$$T_{ш.3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{0.3} = 2,14 \cdot 1,326 = 2,84 \text{ мин}$$

$$T_{ш.4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{0.4} = 2,14 \cdot 0,7038 = 1,51 \text{ мин}$$

$$T_{ш.5} = \varphi_{к.5} \cdot T_{0.5} = 2,14 \cdot 0,4655 = 1,00 \text{ мин}$$

$$T_{ш.6} = \varphi_{к.6} \cdot T_{0.6} = 2,14 \cdot 0,1856 = 0,40 \text{ мин}$$

$$T_{ш.7} = \varphi_{к.7} \cdot T_{0.7} = 2,14 \cdot 0,2548 = 0,55 \text{ мин}$$

$$T_{ш.8} = \varphi_{к.8} \cdot T_{0.8} = 2,14 \cdot 0,4655 = 1,00 \text{ мин}$$

$$T_{ш.9} = \varphi_{к.9} \cdot T_{0.9} = 2,14 \cdot 0,0680 = 0,15 \text{ мин}$$

$$T_{ш.10} = \varphi_{к.10} \cdot T_{0.10} = 2,14 \cdot 0,0066 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{ш.11} = \varphi_{к.11} \cdot T_{0.11} = 2,14 \cdot 0,4655 = 1,00 \text{ мин}$$

$$T_{ш.12} = \varphi_{к.12} \cdot T_{0.12} = 2,14 \cdot 0,3476 = 0,74 \text{ мин}$$

$$\begin{aligned}
T_{ш.13} &= \varphi_{к.13} \cdot T_{0.13} = 2,14 * 0,0046 = 0,01 \text{ мин} \\
T_{ш.14} &= \varphi_{к.14} \cdot T_{0.14} = 2,14 * 0,0150 = 0,03 \text{ мин} \\
T_{ш.15} &= \varphi_{к.15} \cdot T_{0.15} = 1,84 * 0,07 = 0,13 \text{ мин} \\
T_{ш.16} &= \varphi_{к.16} \cdot T_{0.16} = 1,72 * 0,0201 = 0,04 \text{ мин} \\
T_{ш.17} &= \varphi_{к.17} \cdot T_{0.17} = 2,1 * 1,75 = 3,7 \text{ мин} \\
T_{ш.18} &= \varphi_{к.18} \cdot T_{0.18} = 2,1 * 1,75 = 3,7 \text{ мин} \\
T_{ш.19} &= \varphi_{к.19} \cdot T_{0.19} = 2,1 * 4,64 = 9,5 \text{ мин} \\
T_{ш.20} &= \varphi_{к.20} \cdot T_{0.20} = 2,1 * 0,375 = 0,79 \text{ мин}
\end{aligned}$$

$$T_{ш.I} = T_{ш.0} = 1,92 \text{ мин}$$

$$T_{ш.II} = \sum_{i=1}^{14} T_{ш.i} = 4,3131 \text{ мин}$$

$$T_{ш.III} = T_{ш.15} = 0,07 \text{ мин}$$

$$T_{ш.IV} = T_{ш.16} = 0,0201 \text{ мин}$$

$$T_{ш.V} = \sum_{i=17}^{20} T_{ш.i} = 8,515 \text{ мин}$$

$$t_{шс} = \sum_{i=I}^V \frac{t_{шi}}{n} = \frac{1,92 + 4,3131 + 0,07 + 0,0201 + 8,515}{5} = 2,97$$

$$K_{зо} = \frac{t_d}{t_{шс}} = \frac{30,11}{(291)} = 10,2$$

Так как  $K_{зо}$  находится в диапазоне от 10 до 20, тип производства данной детали - среднесерийный.

#### 4. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 40Х ГОСТ 4543-71), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (мелкосерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – стальной прокат, горячекатаный, круглый (Круг 40-В ГОСТ 2590-88).

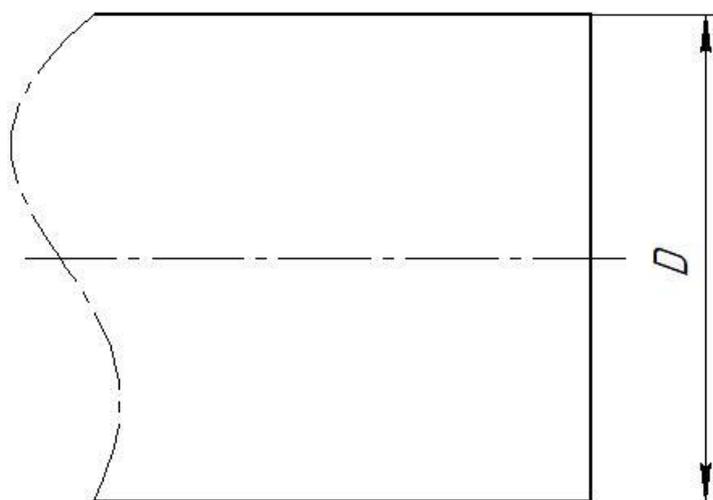
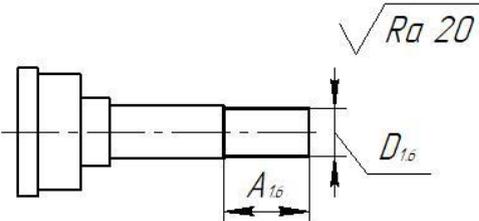
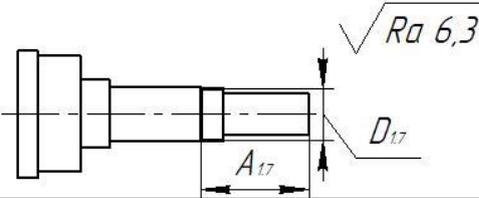
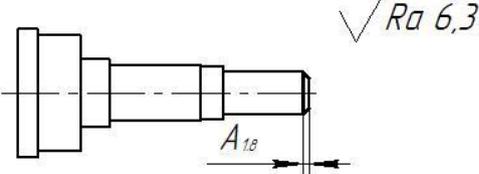
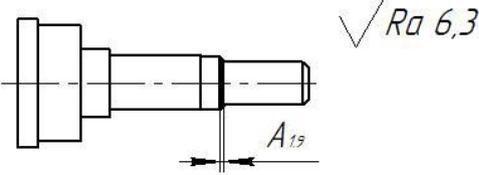
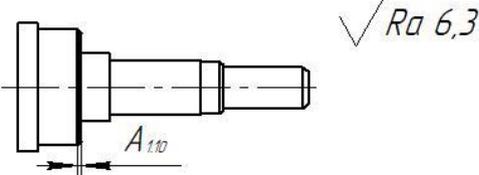
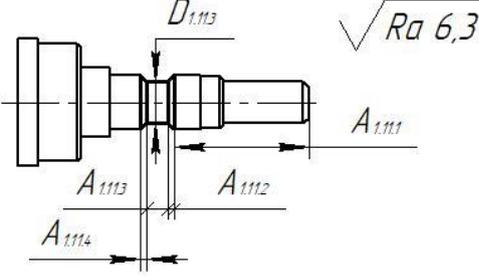
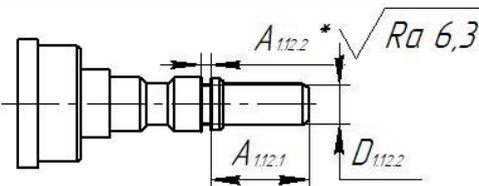
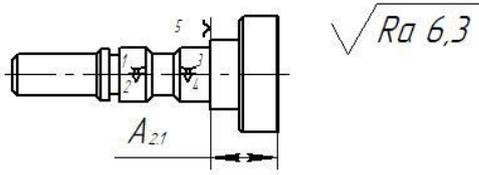
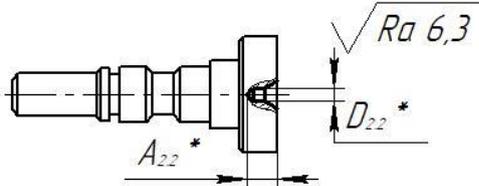
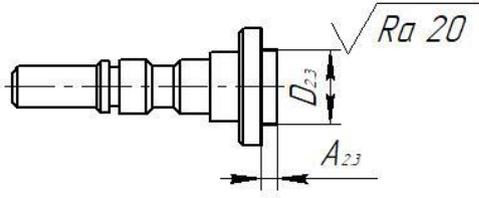
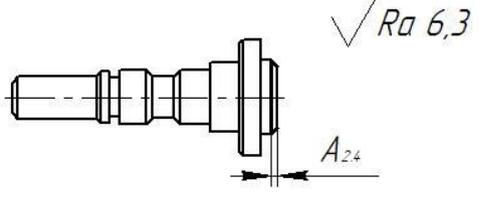
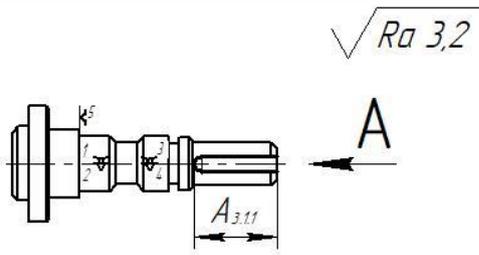
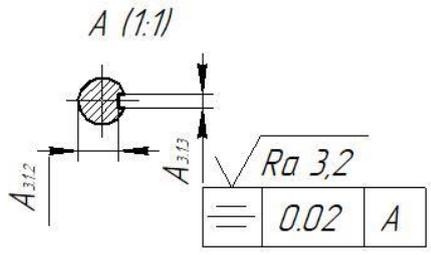


Рис 2. Эскиз заготовки

## 5.Разработка маршрута технологии изготовления корпуса вала

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
05	A	<u>Заготовительная</u> Установить и снять заготовку	
	1	Отрезать заготовку, выдерживая размеры $A_{0.1}, D_{0.1}$	
10	A	<u>Токарная</u> Установить и снять заготовку Точить, выдерживая размер $A_{11}$	
	2	Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размеры $A_{12}^*, D_{12}^*$	
	3	Точить, выдерживая размеры $A_{13}^*, D_{13}$	
	4	Точить, выдерживая размеры $A_{14}, D_{14}$	
	5	Точить, выдерживая размер $A_{15}, D_{15}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
10	6	Точить, выдерживая размеры $A_{16}, D_{16}$	
	7	Точить, выдерживая размеры $A_{17}, D_{17}$	
	8	Точить, выдерживая размеры $A_{18}$	
	9	Точить, выдерживая размер $A_{19}$	
	10	Точить, выдерживая размер $A_{110}$	
	11	Точить, выдерживая размеры $A_{111}, A_{112}, A_{113}, D_{113}, A_{114}$	
	12	Точить, выдерживая размеры $A_{112.1}, A_{112.2}^*, D_{112.2}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
15	A	<u>Токарная</u> Установить и снять заготовку	
	1	Точить, выдерживая размер $A_{21}$	
	2	Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размеры $A_{22}^*$ , $D_{22}^*$	
	3	Точить, выдерживая размер $A_{23}$ , $D_{23}$	
	4	Точить, выдерживая размер $A_{24}$	
20	A	<u>Фрезерная</u> Установить и снять заготовку	
	1	Фрезеровать, выдерживая размеры $A_{3.11}$ , $A_{3.12}$ , $A_{3.13}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
25	A 1	<u>Сверлильная</u> Установить и снять заготовку Сверлить, выдерживая размеры $D_{4.11}, D_{4.12}$	
30	A 1	<u>Термическая</u> Установить и снять заготовку 0	
35	A 1	<u>Круглошлифовальная</u> Установить и снять заготовку Шлифовать, выдерживая размер $D_{6.11}, A_{6.12}$	
	2	Шлифовать, выдерживая размер $D_{6.2}$	
	3	Шлифовать, выдерживая размер $D_{6.3}$	
40	A 1	<u>Круглошлифовальная</u> Установить и снять заготовку Шлифовать, выдерживая размеры $D_{7.1}$	

## 6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия [1, стр. 17].

На основании маршрута изготовления вала переходного, составляется расчётная схема (представлена на рис. 3), которая содержит все осевые и радиальные технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры.

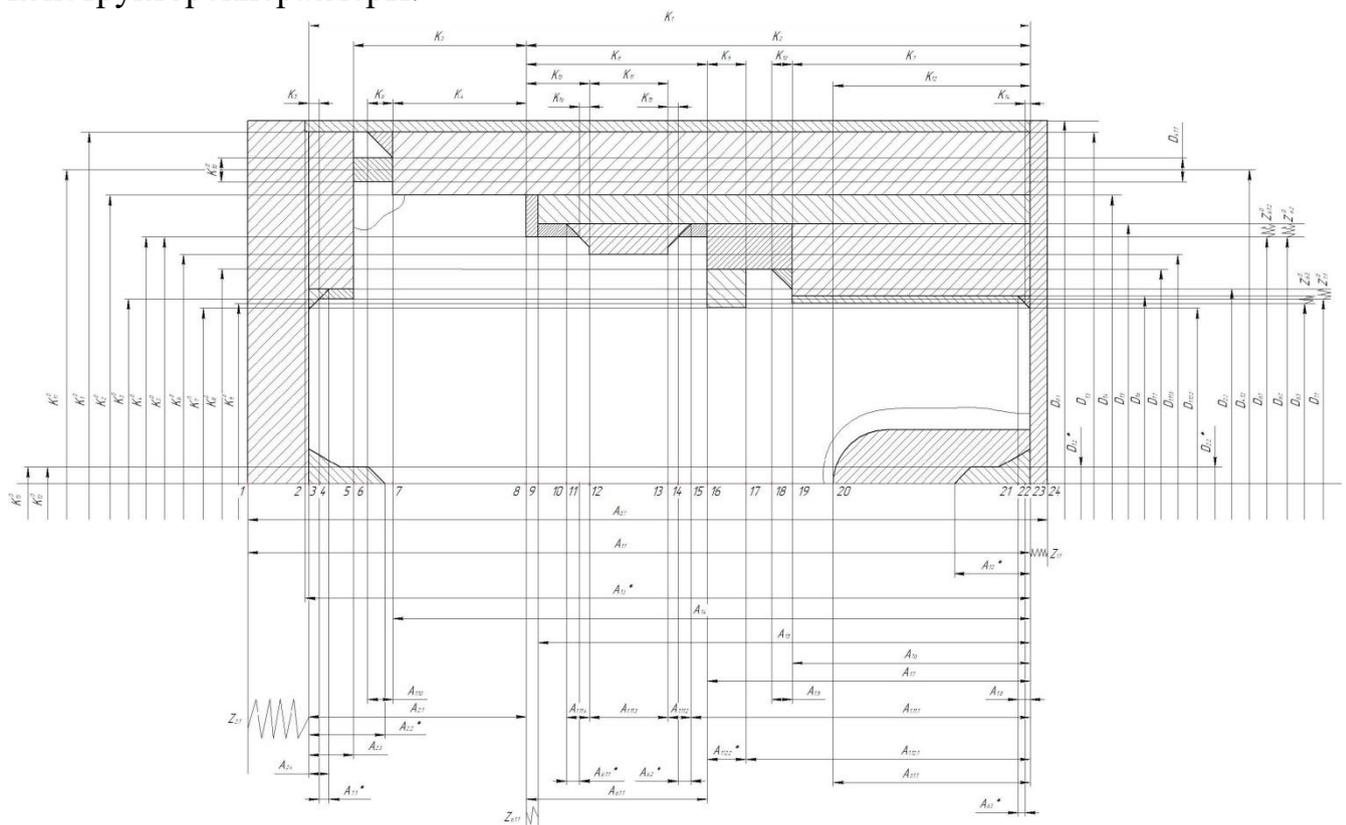


Рис. 3. Размерная схема

С целью облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Методика построения граф-дерева подробно излагается в [1, ст. 28]. Граф-дерево для расчётной схемы изготовления фланца переходного представлено на рис. 4.

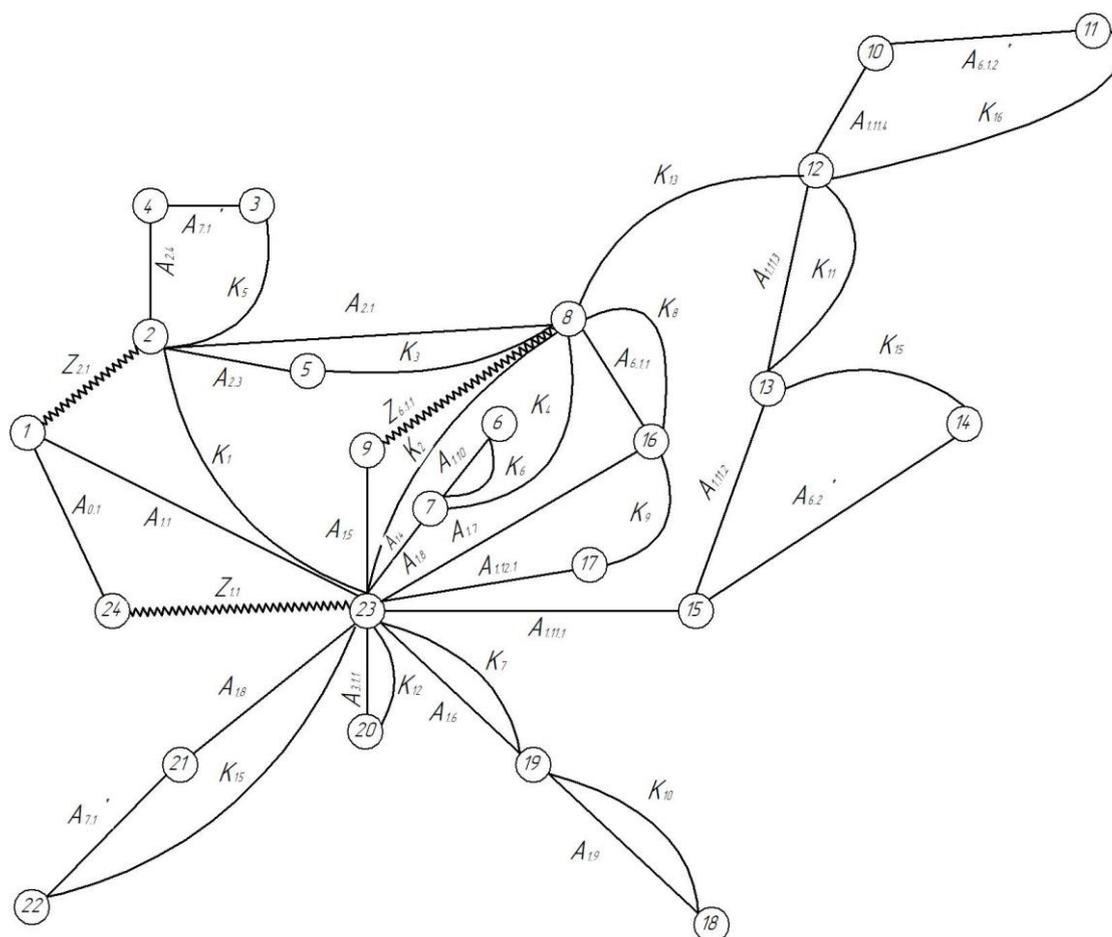


Рис. 4. Граф технологических размерных цепей

## 7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

### 7.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$\begin{aligned}TK_1 &= (164)_{-1} = 1 \text{ мм}; & TK_1^D &= (78,37)_{-0,74} = 0,74 \text{ мм}; \\TK_2 &= (134)_{-1} = 1 \text{ мм}; & TK_2^D &= (46,31)_{-0,62} = 0,62 \text{ мм}; \\TK_3 &= (27,1)_{-0,2} = 0,2 \text{ мм}; & TK_3^D &= (50)_{-0,025} = 0,025 \text{ мм}; \\TK_4 &= (20) \pm 0,26 = 0,52 \text{ мм}; & TK_4^D &= (35)_{-0,025} = 0,025 \text{ мм}; \\TK_5 &= (0,5) \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм}; & TK_5^D &= (35)_{-0,025} = 0,025 \text{ мм}; \\TK_6 &= (0,5) \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм}; & TK_6^D &= (34,31)_{-0,62} = 0,62 \text{ мм}; \\TK_7 &= (58) \pm 0,37 = 0,74 \text{ мм}; & TK_7^D &= (33,31)_{-0,62} = 0,62 \text{ мм}; \\TK_8 &= (59,8) \pm 0,05 = 0,10 \text{ мм}; & TK_8^D &= (35,11)_{-0,62} = 0,62 \text{ мм}; \\TK_9 &= (1,9)^{+0,2} = 0,20 \text{ мм}; & TK_9^D &= (32)_{-0,025} = 0,025 \text{ мм}; \\TK_{10} &= (0,5) \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм}; & TK_{10}^D &= (5,5)^{+0,3} = 0,3 \text{ мм}; \\TK_{11} &= (19,74)^{+0,52} = 0,52 \text{ мм}; & TK_{11}^D &= (66,37)_{-0,74} = 0,74 \text{ мм}; \\TK_{12} &= (56) \pm 0,37 = 0,74 \text{ мм}; & TK_{12}^D &= (6,12)^{+0,36} = 0,36 \text{ мм}; \\TK_{13} &= (20) \pm 0,26 = 0,52 \text{ мм}; & TK_{13}^D &= (6,12)^{+0,36} = 0,36 \text{ мм}; \\TK_{14} &= (1) \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм}; \\TK_{15} &= (0,5) \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм}; \\TK_{16} &= (0,5) \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм};\end{aligned}$$

### 7.2 Допуски на технологические размеры

#### 2.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_u + \varepsilon_\sigma [1, \text{с.34}]$$

Где  $\omega_{ci}$  – статистическая погрешность [1, с.65]

$\rho_u$  – пространственное отклонение измерительной базы

$\varepsilon_\sigma$  – погрешность базирования

$$TA_{0.1} = \omega_C + \rho_u + \varepsilon = 3 \text{ мм}$$

$$TA_{1.1} = \omega_C + \varepsilon = 0,2 + 1,8 = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.2}^* = \omega_C = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.6} = \omega_C = 0,74 \text{ мм}$$

$$TA_{1.8} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{1.10} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.2} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.4} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{1.12.2}^* = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3}^* = \omega_C = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.7} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.9} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.1} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.3} = \omega_C = 0,52 \text{ мм}$$

$$TA_{1.12.1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned}
TA_{2.1} &= \omega_c = 0,12\text{мм} \\
TA_{2.3} &= \omega_c = 0,12 \\
TA_{3.1.1} &= \omega_c = 0,74 \\
TA_{3.1.3} &= \omega_c = 0,036 \\
TA_{6.1.1} &= \omega_c = 0,1
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
TA_{2.2}^* &= \omega_c = 2\text{мм} \\
TA_{2.4} &= \omega_c = 0,4 \\
TA_{3.1.2} &= \omega_c = 0,52
\end{aligned}$$

## 2.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

$$TD_i = \omega_{ci}$$

где  $\omega_{ci}$  – статистическая погрешность

$$\begin{aligned}
TD_{0.1} &= \omega_c = 1,8\text{мм} \\
TD_{1.3} &= \omega_c = 0,74\text{мм} \\
TD_{1.5} &= \omega_c = 0,25\text{мм} \\
TD_{1.7} &= \omega_c = 0,62\text{мм} \\
TD_{1.12.2} &= \omega_c = 0,62\text{мм} \\
TD_{4.1.1} &= \omega_c = 0,3\text{мм} \\
TD_{6.1} &= \omega_c = 0,025\text{мм} \\
TD_{6.3} &= \omega_c = 0,025\text{мм}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
TD_{1.2}^* &= \omega_c = 0,36\text{мм} \\
TD_{1.4} &= \omega_c = 0,62\text{мм} \\
TD_{1.6} &= \omega_c = 0,25\text{мм} \\
TD_{1.11.3} &= \omega_c = 0,62 \\
TD_{2.3} &= \omega_c = 0,25 \\
TD_{4.1.2} &= \omega_c = 0,74\text{мм} \\
TD_{6.2} &= \omega_c = 0,025\text{мм} \\
TD_{7.1} &= \omega_c = 0,025\text{мм}
\end{aligned}$$

### 7.3. Проверка обеспечения точности диаметральных конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 60]:

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

3.1 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_3^D$  (рис. 1).

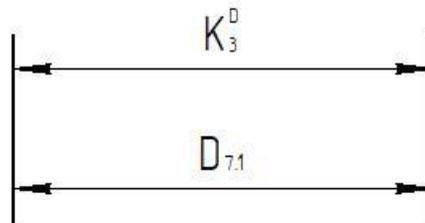


Рис. 1. Размерная цепь № 1

$$TK_3^D = 0,025\text{мм}; \quad TD_{7.1} = 0,025 \text{ мм}; \quad TK_3^D = TD_{7.1}$$

Размер  $K_3^D$  выдерживается.

3.2 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_9^D$  (рис. 2).

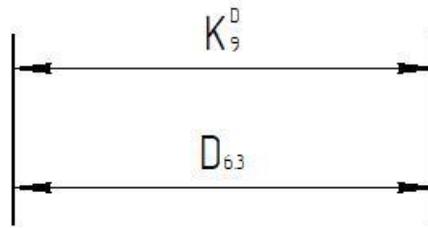


Рис. 2. Размерная цепь № 2

$$TK_9^D = 0,025\text{мм}; \quad TD_{6.3} = 0,025 \text{ мм} \quad TK_9^D = TD_{6.3}$$

Размер  $K_9^D$  выдерживается.

3.3 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_5^D$  (рис.3).

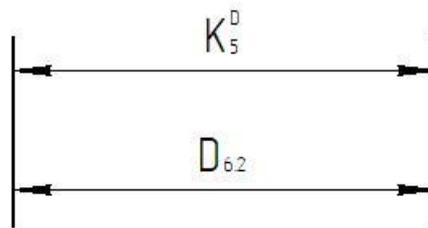


Рис. 3. Размерная цепь № 3

$$TK_5^D = 0,025\text{мм}; \quad TD_{6.2} = 0,025 \text{ мм} \quad TK_5^D = TD_{6.2}$$

Размер  $K_5^D$  выдерживается.

3.4 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_4^D$  (рис. 4).

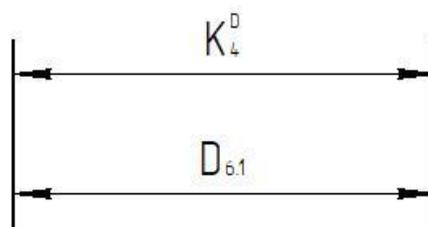


Рис.4. Размерная цепь № 4

$$TK_4^D = 0,025\text{мм}; \quad TD_{6.1} = 0,025 \text{ мм} \quad TK_4^D = TD_{6.1}$$

Размер  $K_4^D$  выдерживается.

3.5 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_7^D$  (рис. 5).

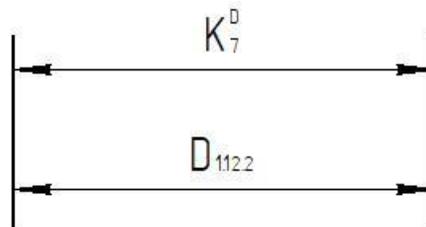


Рис.5. Размерная цепь № 5

$$TK_7^D = 0,62\text{мм}; \quad TD_{1.12.2} = 0,62 \text{ мм} \quad TK_7^D = TD_{1.12.2}$$

Размер  $K_7^D$  выдерживается.

3.6 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_6^D$  (рис. 6).

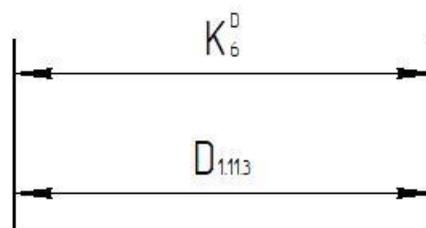


Рис.6. Размерная цепь № 6

$$TK_6^D = 0,62\text{мм}; \quad TD_{1.11.3} = 0,62 \text{ мм} \quad TK_6^D = TD_{1.11.3}$$

Размер  $K_6^D$  выдерживается.

3.7 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_9^D$  (рис. 7).

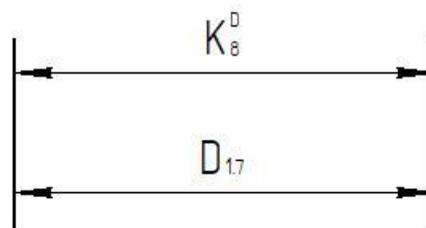


Рис.7. Размерная цепь № 7

$$TK_8^D = 0,62\text{мм}; \quad TD_{1.7} = 0,62 \text{ мм} \quad TK_8^D = TD_{1.7}$$

Размер  $K_8^D$  выдерживается.

3.8 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_2^D$  (рис. 8).

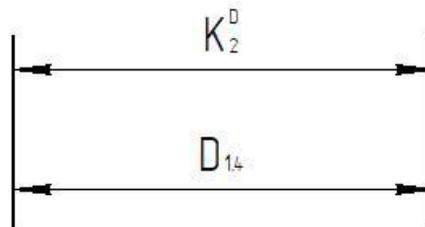


Рис.8. Размерная цепь № 8

$$TK_2^D = 0,62\text{мм}; \quad TD_{1.4} = 0,62 \text{ мм} \quad TK_2^D = TD_{1.4}$$

Размер  $K_2^D$  выдерживается.

3.9 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_1^D$  (рис. 9)

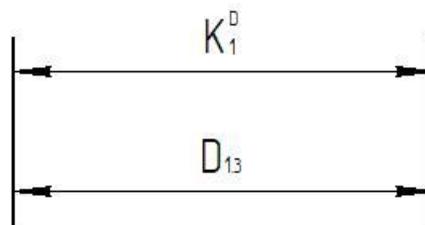


Рис.9. Размерная цепь № 9

$$TK_1^D = 0,74\text{мм}; \quad TD_{1.3} = 0,74 \text{ мм} \quad TK_1^D = TD_{1.3}$$

Размер  $K_1^D$  выдерживается.

3.10 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{10}^D$  (рис. 10)

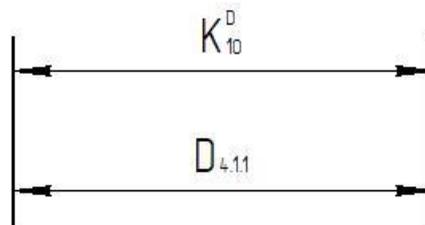


Рис.10. Размерная цепь № 10

$$TK_{10}^D = 0,3\text{мм}; \quad TD_{4.1.1} = 0,3 \text{ мм} \quad TK_{10}^D = TD_{4.1.1}$$

Размер  $K_{10}^D$  выдерживается.

3.11 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{11}^D$  (рис. 11)

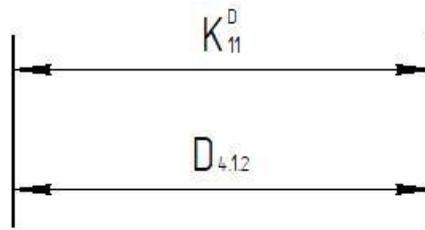


Рис.11. Размерная цепь № 11

$$TK_{11}^D = 0,3\text{мм}; \quad TD_{4.1.2} = 0,3\text{ мм} \quad TK_{11}^D = TD_{4.1.2}$$

Размер  $K_{11}^D$  выдерживается.

3.12 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{12}^D$  (рис. 12)

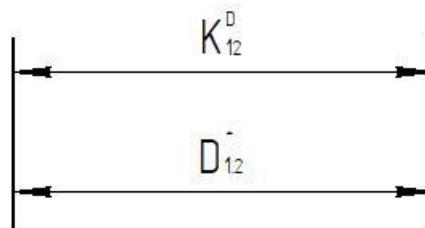


Рис.12. Размерная цепь № 12

$$TK_{12}^D = 0,36\text{мм}; \quad TD_{1.2}^* = 0,36\text{мм} \quad TK_{12}^D = TD_{1.2}^*$$

Размер  $K_{12}^D$  выдерживается.

3.13 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{13}^D$  (рис. 13)

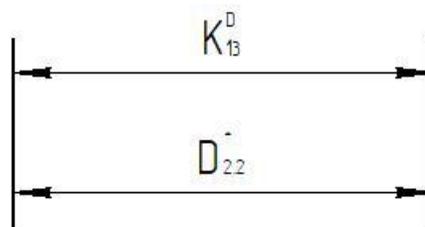


Рис.13. Размерная цепь № 13

$$TK_{13}^D = 0,36\text{мм}; \quad TD_{2.2}^* = 0,36\text{мм} \quad TK_{13}^D = TD_{2.2}^*$$

Размер  $K_{13}^D$  выдерживается.

## 7.4. Расчёт припусков на обработку заготовки

Установление оптимальных припусков на обработку и технологических допусков на размеры заготовок по всем переходам имеет существенное технико-экономическое значение при разработке технологических процессов изготовления деталей машин. Преувеличенные припуски вызывают перерасход материала при изготовлении деталей и необходимость введения дополнительных технологических переходов, увеличивают трудоемкость процессов обработки, расход энергии и режущего инструмента, повышают себестоимость обработки детали. В результате недостаточных припусков возрастает брак, что повышает себестоимость выпускаемой продукции.

На основе оптимальных припусков можно обоснованно определить массу исходных заготовок, режим резания, а также нормы времени на выполнение операций механической обработки.

Припуски на обработку заготовки выбираются в зависимости от экономически принятого способа обработки, конфигурации изделия и его веса. Расчет припусков может производиться статистическим и аналитическим методом.

Аналитический метод заключается в анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях выполнения обработки заготовки, определяет величины элементов, составляющие припуска и их суммирование.

Общий припуск – слой металла для обработки и получения необходимой геометрии и шероховатости изделия. Промежуточный припуск – слой металла для технологического перехода. Величина припуска должна быть достаточной чтобы удалить дефектный слой металла с заготовки, а так же для компенсации погрешности установки и базирования детали.

Расчетно-аналитический метод более приближает заготовку к размерам детали, уменьшая слой металла на припуск перед другими методами.

### 7.4.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 47]:

$$Z_i^{min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (8)$$

где  $Z_i^{min}$  - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$R_{Z_{i-1}}$  - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$h_{i-1}$  - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

$\rho_{i-1}$  - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\rho_i$  - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.  $\rho = \sqrt{\rho_{p.c.}^2 + \rho_{ф.ц.}^2}$

Так, при обточке цилиндрической поверхности заготовки, установленной в

центрах погрешность установки может быть принята равной нулю. Припуск на диаметр в этом случае определится по формуле

$$Z_i^{min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1})$$

#### 4.1.1 Рассмотрим припуски: $2Z_{7.1}^D$

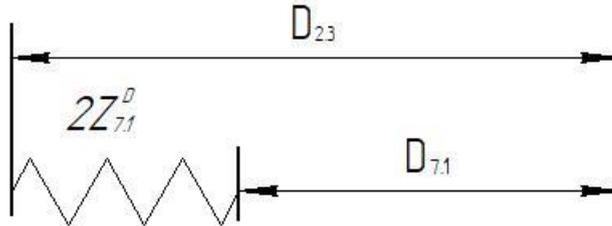


Рис.4.1.1. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{7.1}^{D min} = 2 \cdot (80 + 100 + \sqrt{40^2 + 100^2}) = 576 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{7.1}^{D max} = 2 \cdot Z_{7.1}^{D min} + TD_{7.1} + TD_{2.3} = 576 + 250 + 25 = 851 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{7.1}^{D cp} = \frac{2 \cdot Z_{7.1}^{D max} + 2 \cdot Z_{7.1}^{D min}}{2} = \frac{851 + 576}{2} = 713,5 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{7.1}^{D cp} = D_{2.3}^{cp} - D_{7.1}^{cp}$$

$$D_{2.3}^{cp} = D_{7.1}^{cp} + 2 \cdot Z_{7.1}^{D cp} = 49,9875 + 0,7135 = 50,701 \text{ мм}$$

$$D_{2.3} = 50,701 \pm 0,125 = 50,826_{-0,25} \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{2.3} = 50,9_{-0,25} \text{ мм}$

$$2 \cdot Z_{7.1}^{D max} = D_{2.3}^{max} - D_{7.1}^{min} = 50,9 - 49,975 = 0,925 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{7.1}^{D min} = D_{2.3}^{min} - D_{7.1}^{max} = 50,65 - 50 = 0,65 \text{ мм}$$

$$T2Z_{7.1}^D = 2 \cdot Z_{7.1}^{D max} - 2 \cdot Z_{7.1}^{D min} = 0,925 - 0,65 = 0,275 \text{ мм}$$

#### 4.1.2 Рассмотрим припуски: $2Z_{6.3}^D$

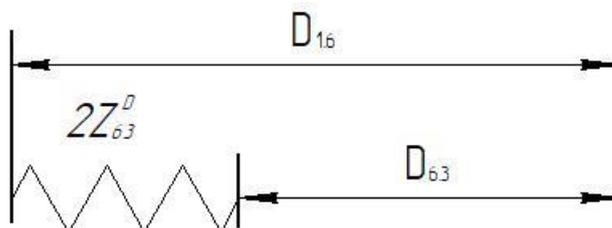


Рис.4.1.2. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{6.3}^{D min} = 2 \cdot (80 + 100 + \sqrt{40^2 + 100^2}) = 576 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{6.3}^{D max} = 2 \cdot Z_{6.3}^{D min} + TD_{1.6} + TD_{6.3} = 576 + 250 + 25 = 851 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{6.3}^D \text{ ср} = \frac{2 \cdot Z_{6.3}^{D \max} + 2 \cdot Z_{6.3}^{D \min}}{2} = \frac{851 + 576}{2} = 713.5 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{6.3}^D \text{ ср} = D_{1.6}^{\text{ср}} - D_{6.3}^{\text{ср}}$$

$$D_{1.6}^{\text{ср}} = D_{6.3}^{\text{ср}} + 2 \cdot Z_{6.3}^D \text{ ср} = 31,9875 + 0,7135 = 32,701 \text{ мм}$$

$$D_{1.6} = 32,701 \pm 0,125 = 32,826_{-0,25} \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{1.6} = 32,9_{-0,25} \text{ мм}$

$$2 \cdot Z_{6.3}^{D \max} = D_{1.6}^{\max} - D_{6.3}^{\min} = 32,9 - 31,975 = 0,925 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{6.3}^{D \min} = D_{1.6}^{\min} - D_{6.3}^{\max} = 32,65 - 32 = 0,65 \text{ мм}$$

$$T2Z_{6.3}^D = 2 \cdot Z_{6.3}^{D \max} - 2 \cdot Z_{6.3}^{D \min} = 0,925 - 0,65 = 0,275 \text{ мм}$$

4.1.3 Рассмотрим припуски:  $2Z_{6.2}^D$

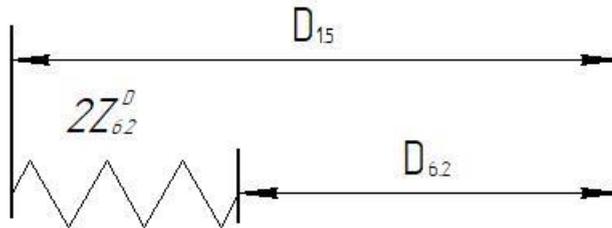


Рис.4.1.3. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{6.2}^{D \min} = 2 \cdot \left( 80 + 100 + \sqrt{40^2 + 100^2} \right) = 576 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{6.2}^{D \max} = 2 \cdot Z_{6.2}^{D \min} + TD_{1.5} + TD_{6.2} = 576 + 250 + 25 = 851 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{6.2}^D \text{ ср} = \frac{2 \cdot Z_{6.2}^{D \max} + 2 \cdot Z_{6.2}^{D \min}}{2} = \frac{851 + 576}{2} = 713.5 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{6.2}^D \text{ ср} = D_{1.5}^{\text{ср}} - D_{6.2}^{\text{ср}}$$

$$D_{1.5}^{\text{ср}} = D_{6.2}^{\text{ср}} + 2 \cdot Z_{6.2}^D \text{ ср} = 34,9875 + 0,7135 = 35,701 \text{ мм}$$

$$D_{1.5} = 35,701 \pm 0,125 = 35,826_{-0,25} \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{1.5} = 35,9_{-0,25} \text{ мм}$

$$2 \cdot Z_{6.2}^{D \max} = D_{1.5}^{\max} - D_{6.2}^{\min} = 35,9 - 34,975 = 0,925 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{6.2}^{D \min} = D_{1.5}^{\min} - D_{6.2}^{\max} = 34,65 - 35 = 0,65 \text{ мм}$$

$$T2Z_{6.2}^D = 2 \cdot Z_{6.2}^{D \max} - 2 \cdot Z_{6.2}^{D \min} = 0,925 - 0,65 = 0,275 \text{ мм}$$

4.1.4 Рассмотрим припуски:  $2Z_{6.1.2}^D$

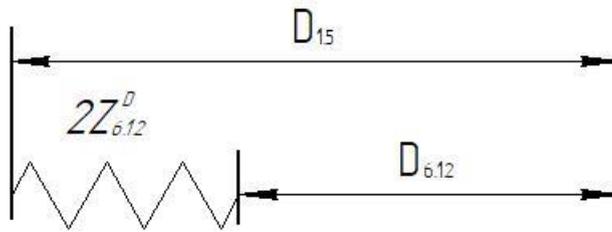


Рис.4.1.4. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \min} = 2 \cdot \left( 80 + 100 + \sqrt{40^2 + 100^2} \right) = 576 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \max} = 2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \min} + TD_{1.5} + TD_{6.1.2} = 576 + 250 + 25 = 851 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \text{cp}} = \frac{2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \max} + 2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \min}}{2} = \frac{851 + 576}{2} = 713.5 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \text{cp}} = D_{1.5}^{\text{cp}} - D_{6.1.2}^{\text{cp}}$$

$$D_{1.5}^{\text{cp}} = D_{6.1.2}^{\text{cp}} + 2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \text{cp}} = 34,9875 + 0,7135 = 35,701 \text{ мм}$$

$$D_{1.5} = 35,701 \pm 0,125 = 35,826_{-0,25} \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{1.5} = 35,9_{-0,25} \text{ мм}$

$$2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \max} = D_{1.5}^{\max} - D_{6.1.2}^{\min} = 35,9 - 34,975 = 0,925 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \min} = D_{1.5}^{\min} - D_{6.1.2}^{\max} = 34,65 - 35 = 0,65 \text{ мм}$$

$$TZ_{6.1.2}^D = 2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \max} - 2 \cdot Z_{6.1.2}^{D \min} = 0,925 - 0,65 = 0,275 \text{ мм}$$

## 7.5 Расчёт диаметральных технологических размеров

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

5.1 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{7.1}$  (рис. 5.1).

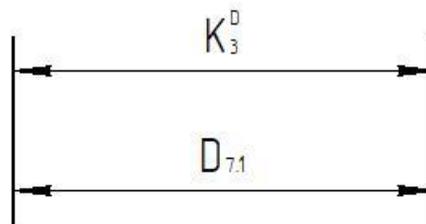


Рис. 5.1. Размерная цепь

$$D_{7.1} = K_3^D = 50_{-0,025} \text{ мм;}$$

5.2 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{6.3}$  (рис. 5.2).

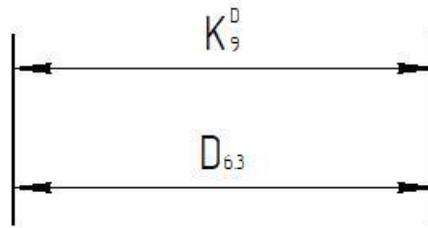


Рис. 5.2. Размерная цепь  
 $D_{6.3} = K_9^D = 32_{-0,025}$  мм

5.3 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{6.2}$ (рис.5.3).

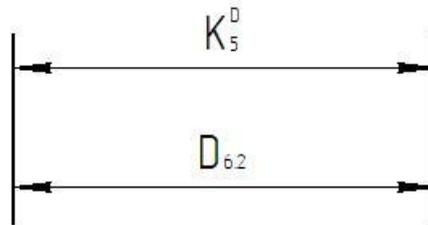


Рис. 5.3. Размерная цепь  
 $D_{6.2} = K_5^D = 35_{-0,025}$  мм

5.4 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{6.1}$  (рис.5. 4).

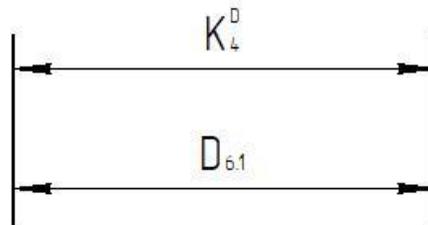


Рис. 5.4. Размерная цепь  
 $D_{6.1} = K_4^D = 35_{-0,025}$  мм

5.5 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.12.2}$  (рис. 5.5).

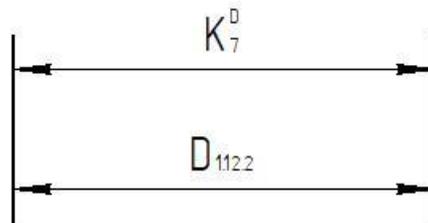


Рис.5.5 Размерная цепь  
 $D_{1.12.2} = K_7^D = 33,31_{-0,62}$  мм

5.6 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.11.3}$  (рис.5.6).

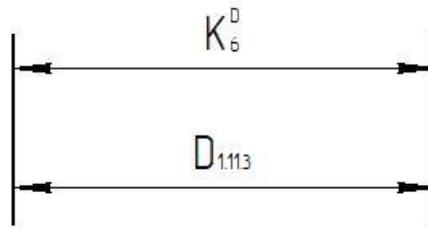


Рис. 5.6. Размерная цепь

$$D_{1.11.3} = K_6^D = 34,31_{-0,62} \text{ мм}$$

5.7 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.7}$  (рис. 5.7).

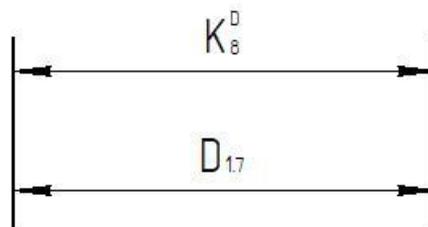


Рис. 5.7. Размерная цепь

$$D_{1.7} = K_8^D = 35,11_{-0,62} \text{ мм}$$

5.8 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.4}$  (рис. 5.8).

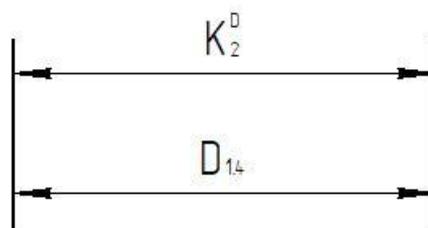


Рис. 5.8. Размерная цепь

$$D_{1.4} = K_2^D = 46,31_{-0,62} \text{ мм}$$

5.9 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.3}$  (рис. 5.9)

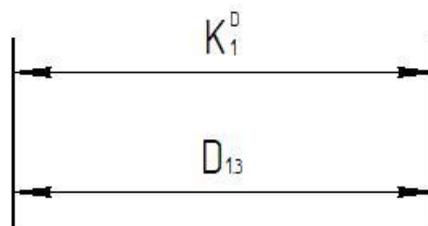


Рис. 5.9. Размерная цепь

$$D_{1.3} = K_1^D = 78,37_{-0,74} \text{ мм}$$

5.10 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{4.1.1}$  (рис. 5.10)

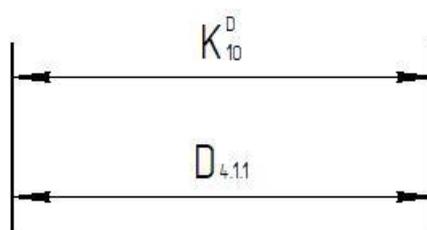


Рис. 5.10. Размерная цепь

$$D_{4.1.1} = K_{10}^D = 5,35^{+0,3} \text{ мм}$$

5.11 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{4.1.2}$  (рис. 5.11)

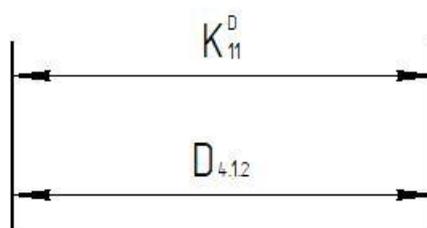


Рис. 5.11. Размерная цепь

$$D_{4.1.2} = K_{11}^D = 66 \pm 0,37 \text{ мм}$$

5.12 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.2}^*$  (рис. 5.12)

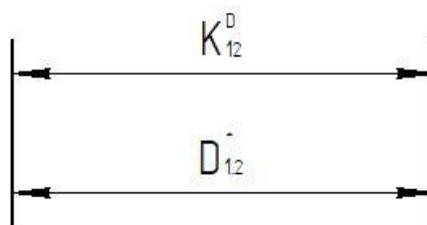


Рис. 5.12. Размерная цепь

$$D_{1.2}^* = K_{12}^D = 6,12^{+0,36} \text{ мм}$$

5.13 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{2.2}^*$  (рис. 5.13)

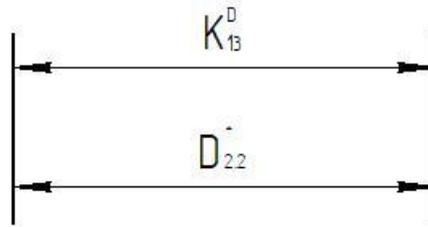


Рис. 5.13. Размерная цепь

$$D_{2.2}^* = K_{13}^D = 6,12^{+0,36} \text{ мм}$$

5.14 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{2.3}$  (рис. 5.14)

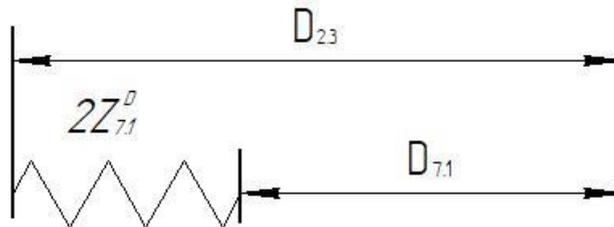


Рис. 5.14. Размерная цепь

$$D_{2.3}^{\text{cp}} = D_{7.1}^{\text{cp}} + 2 \cdot Z_{7.1}^D = 49,9875 + 0,7315 = 50,701 \text{ мм}$$

$$D_{2.3} = 50,701 \pm 0,125 = 50,826_{-0,25} \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{2.3} = 50,9_{-0,25} \text{ мм}$

5.15 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.6}$  (рис. 5.15)

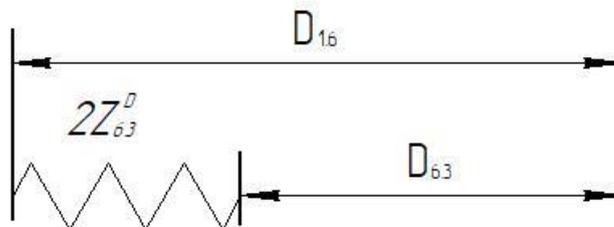


Рис. 5.15. Размерная цепь

$$D_{1.6}^{\text{cp}} = D_{6.3}^{\text{cp}} + 2 \cdot Z_{6.3}^D = 31,9875 + 0,7315 = 32,701 \text{ мм}$$

$$D_{1.6} = 32,701 \pm 0,125 = 32,826_{-0,25} \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{1.6} = 32,9_{-0,25} \text{ мм}$

5.16 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.5}$  (рис. 5.16)

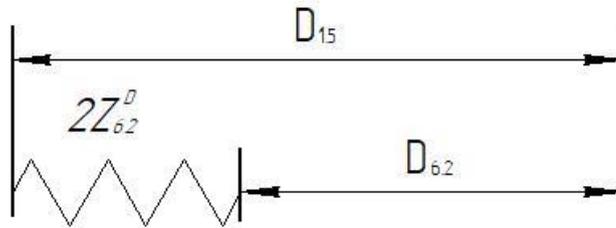


Рис. 5.16. Размерная цепь

$$D_{1.5}^{cp} = D_{6.2}^{cp} + 2 \cdot Z_{6.2}^D = 34,9875 + 0,7315 = 35,701 \text{ мм}$$

$$D_{1.5} = 35,701 \pm 0,125 = 35,826_{-0,25} \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{1.5} = 35,9_{-0,25} \text{ мм}$

5.17 Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{0.1}$  (рис. 5.17)

$$D_{0.1}^{min} = D_{1.3}^{max} + TD_{0.1} = 78,37 + 1,8 = 80,17 \text{ мм}$$

Принимаем:  $D_{0.1} = 82 \text{ мм}$  [2, стр. 90, таб.1]

## 7.6. Проверка обеспечения точности осевых конструкторских размеров

6.1 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{12}$  (рис. 6.1).

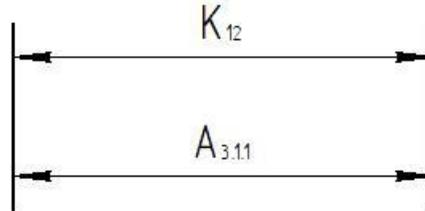


Рис. 6.1. Размерная цепь

$$TK_{12} = 0,74 \text{ мм}; \quad TA_{3.1.1} = 0,74 \text{ мм};$$

$$TK_{12} = 0,74 \text{ мм} = TA_{3.1.1} = 0,74 \text{ мм}$$

Размер  $K_{12}$  выдерживается.

6.2 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{15}$  (рис. 6.2).

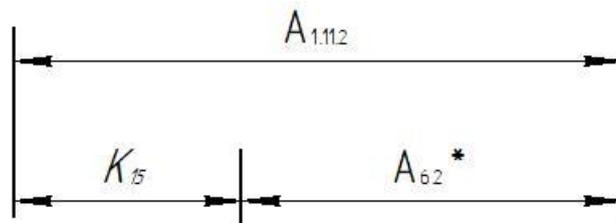


Рис. 6.2. Размерная цепь

$$TK_{15} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{6.2}^* = \frac{1}{2} T2Z_{6.2}^D = 0,1375 \text{ мм} \quad TA_{1.11.2} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_{15} = 0,4 \text{ мм} < TA_{6.2}^* + TA_{1.11.2} = 0,5375 \text{ мм}$$

Размер  $K_{15}$  не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем  $TA_{1.11.2} = 0,12$  мм

Тогда:  $TK_{15} = 0,4$  мм  $>$   $TA_{6.2}^* + TA_{1.11.2} = 0,2575$  мм

Размер  $K_{15}$  выдерживается.

6.3 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_9$  (рис. 6.3).

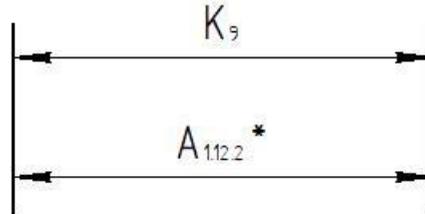


Рис. 6.3. Размерная цепь

$$TK_9 = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{1.12.2}^* = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_9 = 0,2 \text{ мм} = TA_{1.12.2}^* = 0,2 \text{ мм}$$

Размер  $K_9$  выдерживается.

6.4 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{16}$  (рис. 6.4).

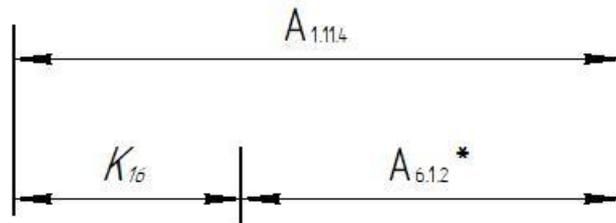


Рис. 6.4. Размерная цепь

$$TK_{16} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{6.1.2}^* = \frac{1}{2} T2Z_{6.2}^D = 0,1375 \text{ мм} \quad TA_{1.11.4} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_{16} = 0,4 \text{ мм} < TA_{6.1.2}^* + TA_{1.11.4} = 0,5375 \text{ мм}$$

Размер  $K_{16}$  не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем  $TA_{1.11.4} = 0,2$  мм

Тогда:  $TK_{16} = 0,4$  мм  $>$   $TA_{6.1.2}^* + TA_{1.11.4} = 0,3375$  мм

Размер  $K_{16}$  выдерживается.

6.5 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_6$  (рис. 6.5).

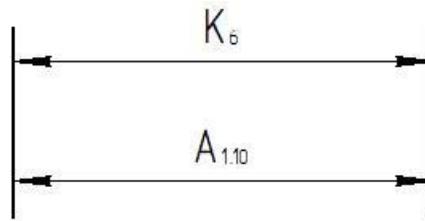


Рис. 6.5. Размерная цепь

$$TK_6 = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{1.10} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 0,4 \text{ мм} = TA_{1.10} = 0,4 \text{ мм}$$

Размер  $K_6$  выдерживается.

6.6 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{10}$  (рис. 6.6).

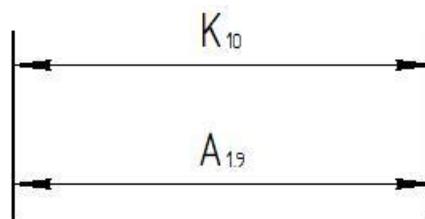


Рис. 6.6. Размерная цепь

$$TK_{10} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{1.9} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = 0,4 \text{ мм} = TA_{1.9} = 0,4 \text{ мм}$$

Размер  $K_{10}$  выдерживается.

6.7 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{14}$  (рис. 6.7).

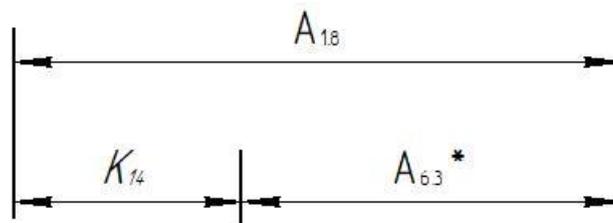


Рис. 6.7. Размерная цепь

$$TK_{14} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{6.3}^* = \frac{1}{2} T_{2Z_{6.3}^D} = 0,1375 \text{ мм} \quad TA_{1.8} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_{14} = 0,4 \text{ мм} < TA_{6.3}^* + TA_{1.8} = 0,5375 \text{ мм}$$

Размер  $K_{14}$  не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем  $TA_{1.8} = 0,2 \text{ мм}$

Тогда:  $TK_{14} = 0,4 \text{ мм} > TA_{6.3}^* + TA_{1.8} = 0,3375 \text{ мм}$

Размер  $K_{14}$  выдерживается.

6.8 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_7$  (рис. 6.8).

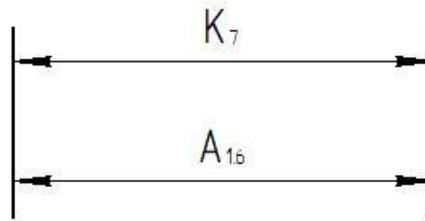


Рис. 6.8. Размерная цепь

$$TK_7 = 0,74 \text{ мм}; \quad TA_{1.6} = 0,74 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 0,74 \text{ мм} = TA_{1.6} = 0,74 \text{ мм}$$

Размер  $K_7$  выдерживается.

6.9 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_8$  (рис. 6.9).

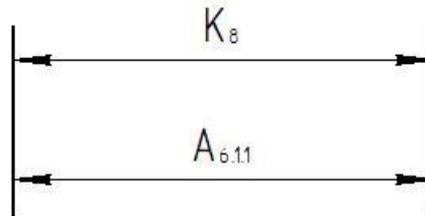


Рис. 6.9. Размерная цепь

$$TK_8 = 0,1 \text{ мм}; \quad TA_{6.1.1} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_8 = 0,1 \text{ мм} = TA_{6.1.1} = 0,1 \text{ мм}$$

Размер  $K_8$  выдерживается.

6.10 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_2$  (рис. 6.10).

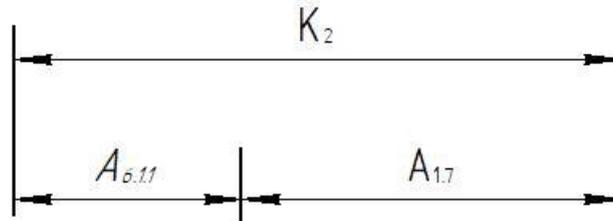


Рис. 6.10. Размерная цепь

$$TK_2 = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{6.1.1} = 0,1 \text{ мм} \quad TA_{1.7} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_2 = 0,4 \text{ мм} > TA_{6.1.1} + TA_{1.7} = 0,22 \text{ мм}$$

Размер  $K_2$  выдерживается.

6.11 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_3$  (рис. 6.11).

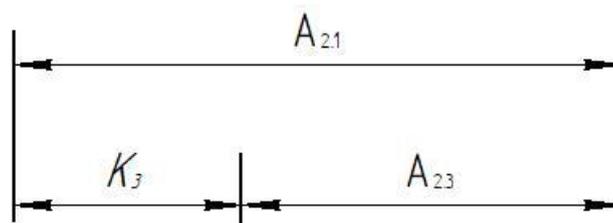


Рис. 6.11. Размерная цепь

$$TK_3 = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{2.3} = 0,12 \text{ мм} \quad TA_{2.1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_3 = 0,2 \text{ мм} < TA_{2.3} + TA_{2.1} = 0,24 \text{ мм}$$

Размер  $K_3$  не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем  $TA_{2.1} = 0,08 \text{ мм}$

Тогда:  $TK_3 = 0,2 \text{ мм} = TA_{2.3} + TA_{2.1} = 0,2 \text{ мм}$

Размер  $K_3$  выдерживается.

6.12 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{13}$  (рис. 6.12).

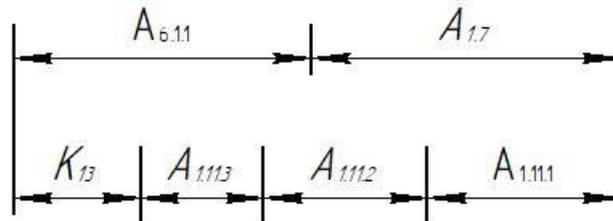


Рис. 6.12. Размерная цепь

$$TK_{13} = 0,52 \text{ мм}; \quad TA_{1.7} = 0,12 \text{ мм} \quad TA_{6.1.1} = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.3} = 0,52 \text{ мм}; \quad TA_{1.11.2} = 0,12 \text{ мм} \quad TA_{1.11.1} = 0,2 \text{ мм}$$

Когда составляющие звенья более 4-ех, используем метод вероятности

$$TK_{13} = 0,52 \text{ мм} < \sqrt{TA_{6.1.1}^2 + TA_{1.7}^2 + TA_{1.11.1}^2 + TA_{1.11.2}^2 + TA_{1.11.3}^2} = 0,59 \text{ мм}$$

Размер  $K_{13}$  не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем  $TA_{1.11.3} = 0,12 \text{ мм} \quad TA_{1.11.1} = 0,12 \text{ мм}$

Тогда

$$TK_{13} = 0,52 \text{ мм} >$$

$$\sqrt{TA_{6.1.1}^2 + TA_{1.7}^2 + TA_{1.11.1}^2 + TA_{1.11.2}^2 + TA_{1.11.3}^2} = 0,26 \text{ мм}$$

Размер  $K_{13}$  выдерживается.

6.13 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_5$  (рис. 6.13).

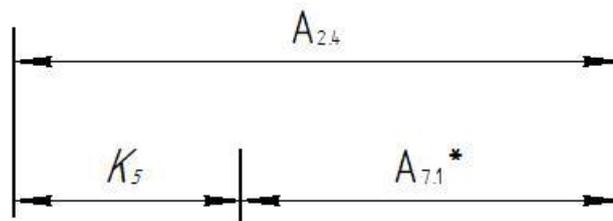


Рис. 6.13. Размерная цепь

$$TK_5 = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{7.1}^* = \frac{1}{2} T2Z_{7.1}^D = 0,1375 \text{ мм} \quad TA_{2.4} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_5 = 0,4 \text{ мм} < TA_{7.1}^* + TA_{2.4} = 0,5375 \text{ мм}$$

Размер  $K_5$  не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была низкой. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем  $TA_{2.4} = 0,2$  мм

Тогда:  $TK_5 = 0,4$  мм  $> TA_{7.1}^* + TA_{2.4} = 0,3375$  мм

Размер  $K_5$  выдерживается.

6.14 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_4$  (рис. 6.14).

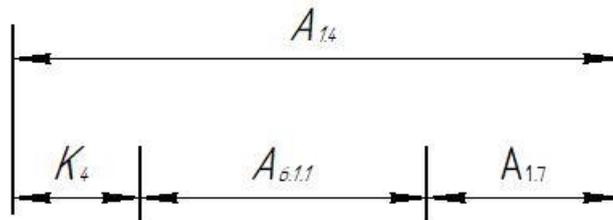


Рис. 6.14. Размерная цепь

$TK_4 = 0,52$  мм;  $TA_{6.1.1} = 0,1$  мм;  $TA_{1.7} = 0,12$  мм;  $TA_{1.4} = 0,2$  мм

$TK_4 = 0,52$  мм  $> TA_{6.1.1} + TA_{1.7} + TA_{1.4} = 0,42$  мм

Размер  $K_4$  выдерживается.

6.15 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{11}$  (рис. 6.15).

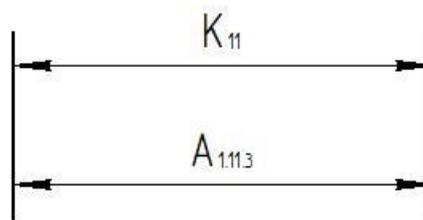


Рис. 6.15. Размерная цепь

$TK_{11} = 0,52$  мм;  $TA_{1.11.3} = 0,12$  мм;

$TK_{11} = 0,52$  мм  $> TA_{1.11.3} = 0,12$  мм

Размер  $K_{11}$  выдерживается.

6.16 Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_1$  (рис. 6.16).

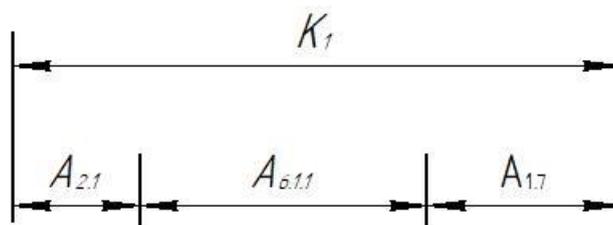


Рис. 6.16. Размерная цепь

$TK_1 = 1$  мм;  $TA_{6.1.1} = 0,1$  мм;  $TA_{1.7} = 0,12$  мм;  $TA_{2.1} = 0,12$  мм

$$TK_4 = 1 \text{ мм} > TA_{6.1.1} + TA_{1.7} + TA_{2.1} = 0,34 \text{ мм}$$

Размер  $K_1$  выдерживается.

Допуски после контроль

$$TA_{0.1} = \omega_C + \rho_u + \varepsilon = 3 \text{ мм}$$

$$TA_{1.1} = \omega_C + \varepsilon = 0,2 + 1,8 = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.2}^* = \omega_C = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.6} = \omega_C = 0,74 \text{ мм}$$

$$TA_{1.8} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.10} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.2} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.4} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.12.2}^* = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = \omega_C = 0,08 \text{ мм}$$

$$TA_{2.3} = \omega_C = 0,12$$

$$TA_{3.1.1} = \omega_C = 0,74$$

$$TA_{3.1.3} = \omega_C = 0,036$$

$$TA_{6.1.1} = \omega_C = 0,1$$

$$TA_{1.3}^* = \omega_C = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.7} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.9} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.1} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.3} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1.12.1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{2.2}^* = \omega_C = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2.4} = \omega_C = 0,2$$

$$TA_{3.1.2} = \omega_C = 0,52$$

## 7.7. Расчет припусков на осевые размеры

Минимальный припуск на обработку плоскости определяется по формуле из [2, стр. 47]:

$$Z_i^{min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i. \quad (8)$$

где  $Z_i^{min}$  - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$R_{Z_{i-1}}$  - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$h_{i-1}$  - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

$\rho_{i-1}$  - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

7.1 Рассмотрим припуски:  $Z_{1.1}$

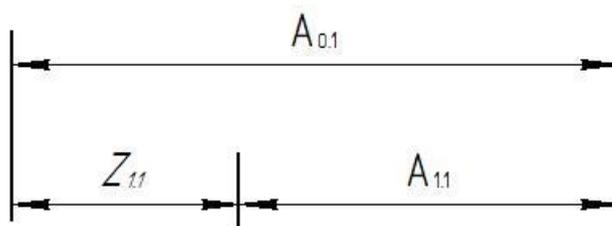


Рис.7.1. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1.1}^{min} = 0,08 + 0,10 + 1,5 + 0,14 = 1,82 \text{ мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1.1}^{max} = Z_{1.1}^{min} + TA_{1.1} + TA_{0.1} = 1,82 + 2 + 3 = 6,82 \text{ мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1.1}^{cp} = \frac{Z_{1.1}^{max} + Z_{1.1}^{min}}{2} = \frac{1,82 + 6,82}{2} = 4,32 \text{ мм.}$$

7.2 Рассмотрим припуски:  $Z_{2.1}$

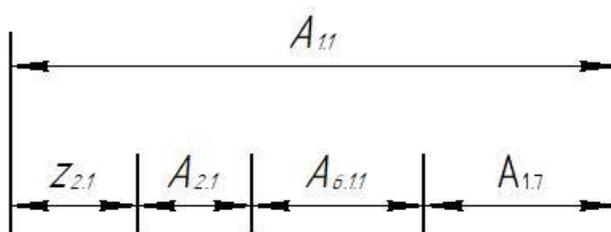


Рис.7.2. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2.1}^{min} = 0,08 + 0,10 + 1,5 + 0,14 = 1,82 \text{ мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2.1}^{max} = Z_{2.1}^{min} + TA_{1.1} + TA_{2.1} + TA_{6.11.1} + TA_{1.7} = 1,82 + 2 + 0,08 + 0,1 + 0,12 = 4,12 \text{ мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2.1}^{cp} = \frac{Z_{2.1}^{max} + Z_{2.1}^{min}}{2} = \frac{4,12 + 1,82}{2} = 3 \text{ мм.}$$

7.3 Рассмотрим припуски:  $Z_{6.1.1}$

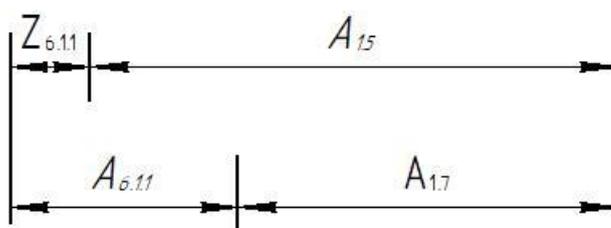


Рис.7.3. Размерная цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{6.1.1}^{min} = 0,08 + 0,10 + 0,21 + 0,13 = 0,52 \text{ мм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{6.1.1}^{max} = Z_{6.1.1}^{min} + TA_{1.5} + TA_{6.1.1} + TA_{1.7} = 0,52 + 0,2 + 0,1 + 0,12 = 1 \text{ мм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{6.1.1}^{cp} = \frac{Z_{6.1.1}^{max} + Z_{6.1.1}^{min}}{2} = \frac{1 + 0,52}{2} = 0,76 \text{ мм.}$$

## 7.8. Расчёт осевых технологических размеров

8.1 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{3.1.1}$  (рис. 8.1).

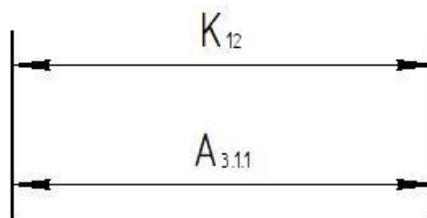


Рис. 8.1. Размерная цепь

$$A_{3.1.1}^{\text{cp}} = K_{12}^{\text{cp}} = 16 \text{ мм};$$

$$TA_{3.1.1} = 0,74 \text{ мм}$$

$$A_{3.1.1} = 56 \pm 0,37 \text{ мм}$$

8.2 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.4}$  (рис. 8.2).

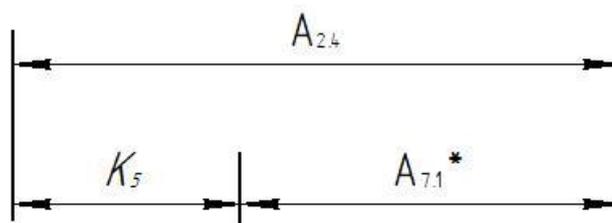


Рис. 8.2. Размерная цепь

$$K_5^{\text{cp}} = A_{2.4}^{\text{cp}} - A_{7.1}^{\text{cp}*}; \quad A_{7.1}^{\text{cp}*} = \frac{1}{2} 2Z_{7.1}^D \text{cp} = 0,35675 \text{ мм}$$

$$A_{2.4}^{\text{cp}} = K_5^{\text{cp}} + A_{7.1}^{\text{cp}*} = 0,5 + 0,35675 = 0,85675 \text{ мм}$$

$$A_{2.4} = 0,85675 \pm 0,1 = 0,9 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Принимаем:  $A_{2.4} = 0,9 \pm 0,1 \text{ мм}$

8.3 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{6.1.1}$  (рис. 8.3).

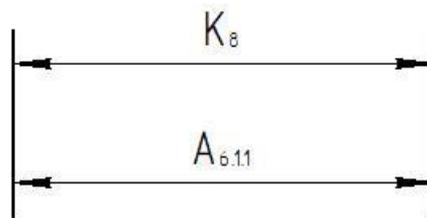


Рис. 8.3. Размерная цепь

$$A_{6.1.1}^{\text{cp}} = K_8^{\text{cp}} = 59,8 \text{ мм};$$

$$TA_{6.1.1} = 0,1 \text{ мм}$$

$$A_{6.1.1} = 59,8 \pm 0,05 \text{ мм}$$

8.4 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.7}$  (рис. 8.4).

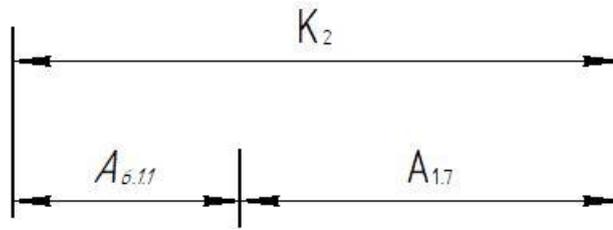


Рис. 8.4. Размерная цепь

$$K_2^{\text{cp}} = A_{6.1.1}^{\text{cp}} + A_{1.7}^{\text{cp}}$$

$$A_{1.7}^{\text{cp}} = K_2^{\text{cp}} - A_{6.1.1}^{\text{cp}} = 135,5 - 59,8 = 73,7 \text{ мм};$$

$$TA_{1.7} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{1.7} = 73,7 \pm 0,06 \text{ мм}$$

8.5 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.1}$  (рис. 8.5).

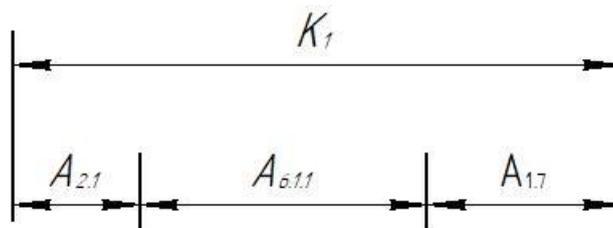


Рис. 8.5. Размерная цепь

$$K_1^{\text{cp}} = A_{2.1}^{\text{cp}} + A_{1.7}^{\text{cp}} + A_{6.1.1}^{\text{cp}};$$

$$A_{2.1}^{\text{cp}} = K_1^{\text{cp}} - A_{1.7}^{\text{cp}} - A_{6.1.1}^{\text{cp}} = 163,5 - 73,7 - 59,8 = 30 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = 0,08 \text{ мм}$$

$$A_{2.1} = 30 \pm 0,04 \text{ мм}$$

8.6 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.12.1}$  (рис. 8.6).

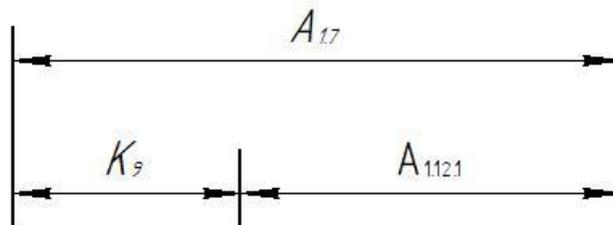


Рис. 8.6. Размерная цепь

$$K_9^{\text{cp}} = A_{1.7}^{\text{cp}} - A_{1.12.1}^{\text{cp}}$$

$$A_{1.12.1}^{\text{cp}} = A_{1.7}^{\text{cp}} - K_9^{\text{cp}} = 73,7 - 2 = 71,7 \text{ мм}$$

$$TA_{1.12.1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{1.12.1} = 71,7 \pm 0,06 \text{ мм}$$

8.7 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.11.4}$  (рис. 8.7).

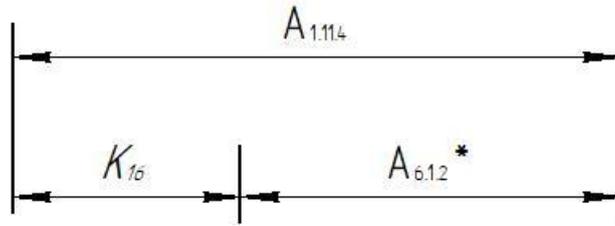


Рис. 8.7. Размерная цепь

$$K_{16}^{cp} = A_{1.11.4}^{cp} - A_{6.1.2}^{cp*}; \quad A_{6.1.2}^{cp*} = \frac{1}{2} 2Z_{6.1.2}^{Dcp} = 0,35675 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.4}^{cp} = K_6^{cp} + A_{6.1.2}^{cp*} = 0,5 + 0,35675 = 0,85675 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.4} = 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.4} = 0,85675 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Принимаем:  $A_{1.11.4} = 0,9 \pm 0,1 \text{ мм}$

8.8 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.11.3}$  (рис. 8.8).

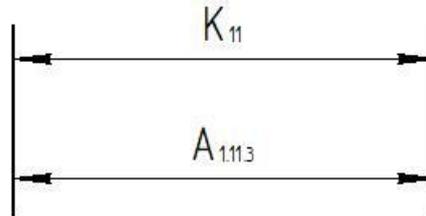


Рис. 8.8. Размерная цепь

$$A_{1.11.3}^{cp} = K_{11}^{cp} = 20 \text{ мм};$$

$$TA_{1.11.3} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.3} = 20 \pm 0,06 \text{ мм}$$

8.9 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.11.2}$  (рис. 8.9).

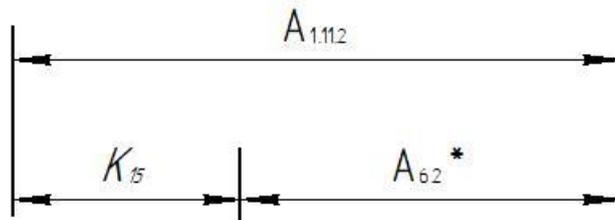


Рис. 8.9. Размерная цепь

$$K_{15}^{cp} = A_{1.11.2}^{cp} - A_{6.2}^{cp*}; \quad A_{6.2}^{cp*} = \frac{1}{2} 2Z_{6.2}^{Dcp} = 0,35675 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.2}^{cp} = K_6^{cp} + A_{6.2}^{cp*} = 0,5 + 0,35675 = 0,85675 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.2} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.2} = 0,85675 \pm 0,06 \text{ мм}$$

Принимаем:  $A_{1.11.2} = 0,9 \pm 0,06 \text{ мм}$

8.10 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.11.1}$  (рис. 8.10).

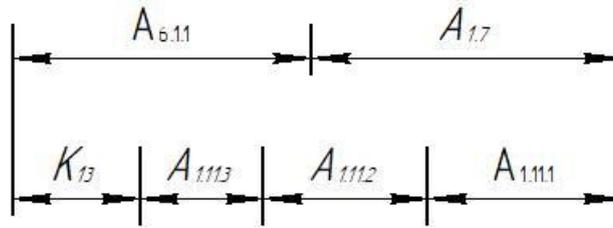


Рис. 8.10. Размерная цепь

$$K_{13}^{cp} = A_{1.7}^{cp} + A_{6.1.1}^{cp} - A_{1.11.3}^{cp} - A_{1.11.2}^{cp} - A_{1.11.1}^{cp}$$

$$A_{1.11.1}^{cp} = A_{1.7}^{cp} + A_{6.1.1}^{cp} - K_{13}^{cp} - A_{1.11.3}^{cp} - A_{1.11.2}^{cp} = 73,7 + 59,8 - 20 - 20 - 0,9$$

$$= 92,6 \text{ мм}$$

$$TA_{1.11.1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.1} = 92,6 \pm 0,06 \text{ мм}$$

8.11 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.10}$  (рис. 8.11).

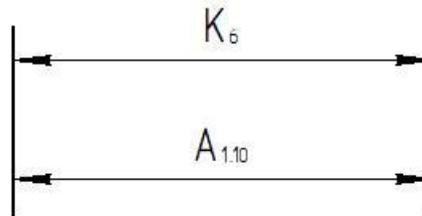


Рис. 8.11. Размерная цепь

$$A_{1.10}^{cp} = K_{16}^{cp} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TA_{1.10} = 0,4 \text{ мм}$$

$$A_{1.10} = 0,5 \pm 0,2 \text{ мм}$$

8.12 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.9}$  (рис. 8.12).

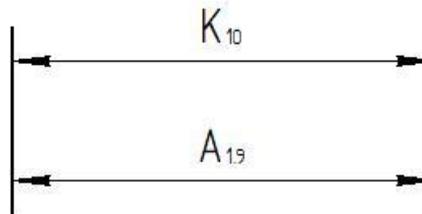


Рис. 8.12. Размерная цепь

$$A_{1.9}^{cp} = K_{10}^{cp} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TA_{1.9} = 0,4 \text{ мм}$$

$$A_{1.9} = 0,5 \pm 0,2 \text{ мм}$$

8.13 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.8}$  (рис. 8.13).

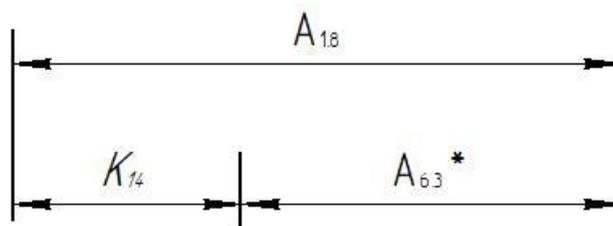


Рис. 8.13. Размерная цепь

$$K_{14}^{cp} = A_{1.8}^{cp} - A_{6.3}^{cp*}; \quad A_{6.3}^{cp*} = \frac{1}{2} 2Z_{6.3}^{Dcp} = 0,35675 \text{ мм}$$

$$A_{1.8}^{cp} = K_{14}^{cp} + A_{6.3}^{cp*} = 1 + 0,35675 = 1,35675 \text{ мм}$$

$$TA_{1.8} = 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.8} = 1,35675 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Принимаем:  $A_{1.8} = 1,4 \pm 0,1 \text{ мм}$

8.14 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.6}$  (рис. 8.14).

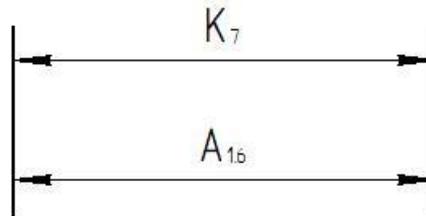


Рис. 8.14. Размерная цепь

$$A_{1.6}^{cp} = K_7^{cp} = 58 \text{ мм};$$

$$TA_{1.6} = 0,74 \text{ мм}$$

$$A_{1.6} = 58 \pm 0,37 \text{ мм}$$

8.15 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.5}$  (рис. 8.15).

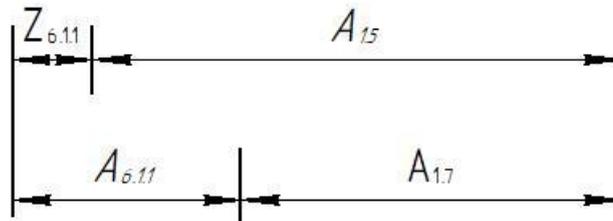


Рис. 8.10. Размерная цепь

$$Z_{6.1.1}^{cp} = A_{1.5}^{cp} - A_{6.1.1}^{cp} - A_{1.7}^{cp}; \quad Z_{6.1.1}^{cp} = 0,76 \text{ мм}$$

$$A_{1.5}^{cp} = A_{1.7}^{cp} + A_{6.1.1}^{cp} + Z_{6.1.1}^{cp} = 73,7 + 59,8 + 0,76 = 134,26 \text{ мм}$$

$$TA_{1.5} = 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.5} = 134,26 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Принимаем:  $A_{1.5} = 134,3 \pm 0,1 \text{ мм}$

8.16 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.4}$  (рис. 8.16).

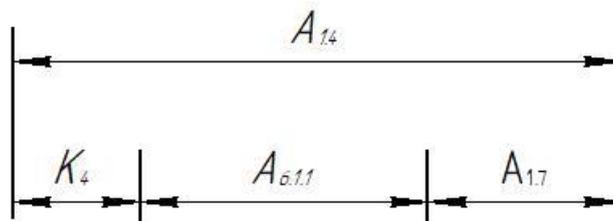


Рис. 8.16. Размерная цепь

$$K_4^{cp} = A_{1.4}^{cp} - A_{1.7}^{cp} - A_{6.1.1}^{cp}$$

$$A_{1.4}^{cp} = A_{1.7}^{cp} + A_{6.1.1}^{cp} + K_4^{cp} = 73,7 + 59,8 + 20 = 153,5 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.4} = 153,5 \pm 0,1 \text{ мм}$$

8.17 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.1}$  (рис. 8.17).

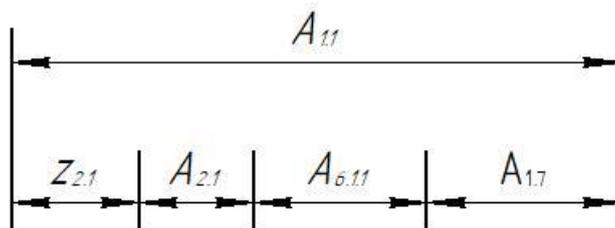


Рис. 8.17. Размерная цепь

$$Z_{2.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} - A_{2.1}^{cp} - A_{1.7}^{cp} - A_{6.1.1}^{cp}$$

$$A_{1.1}^{cp} = A_{1.7}^{cp} + A_{6.1.1}^{cp} + A_{2.1}^{cp} + Z_{2.1}^{cp} = 73,7 + 59,8 + 30 + 3 = 166,5 \text{ мм}$$

$$TA_{1.1} = 2 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 166,5 \pm 1 \text{ мм}$$

Принимаем:  $A_{1.1} = 167 \pm 1 \text{ мм}$

8.18 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{0.1}$  (рис. 8.18).

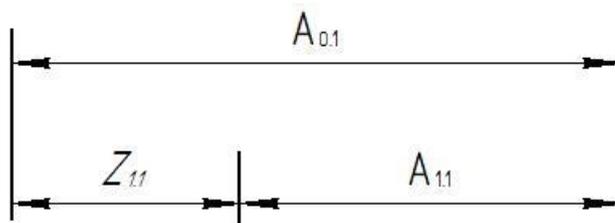


Рис. 8.18. Размерная цепь

$$Z_{1.1}^{cp} = A_{0.1}^{cp} - A_{1.1}^{cp}$$

$$A_{0.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} + Z_{1.1}^{cp} = 167 + 4,32 = 171,32 \text{ мм}$$

$$TA_{0.1} = 3 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 171,32 \pm 1,5 \text{ мм}$$

Принимаем:  $A_{0.1} = 171,4 \pm 1,5 \text{ мм}$

8.19 Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{0.1}$  (рис. 8.19).

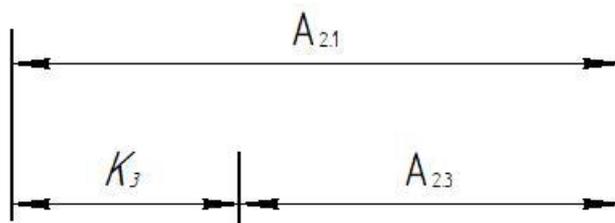


Рис. 8.19. Размерная цепь

$$K_3^{cp} = A_{2.1}^{cp} - A_{2.3}^{cp}$$

$$A_{2.3}^{cp} = A_{2.1}^{cp} - K_3^{cp} = 30 - 27 = 3 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned} TA_{2.3} &= 0,12 \text{ мм} \\ A_{2.3} &= 3 \pm 0,06 \text{ мм} \end{aligned}$$

Полученные технологические размеры:

$$A_{0.1} = 171,4 \pm 1,5 \text{ мм}$$

$$A_{1.4} = 153,5 \pm 0,1 \text{ мм}$$

$$A_{1.6} = 58 \pm 0,37 \text{ мм}$$

$$A_{1.8} = 1,4 \pm 0,1 \text{ мм}$$

$$A_{1.10} = 0,5 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.2} = 0,9 \pm 0,06 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.4} = 0,9 \pm 0,1 \text{ мм}$$

$$A_{2.1} = 30 \pm 0,04 \text{ мм}$$

$$A_{2.4} = 0,9 \pm 0,1 \text{ мм}$$

$$A_{6.1.1} = 59,8 \pm 0,05 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 167 \pm 1 \text{ мм}$$

$$A_{1.5} = 134,3 \pm 0,1 \text{ мм}$$

$$A_{1.7} = 73,7 \pm 0,06 \text{ мм}$$

$$A_{1.9} = 0,5 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.1} = 92,6 \pm 0,06 \text{ мм}$$

$$A_{1.11.3} = 20 \pm 0,06 \text{ мм}$$

$$A_{1.12.1} = 71,7 \pm 0,06 \text{ мм}$$

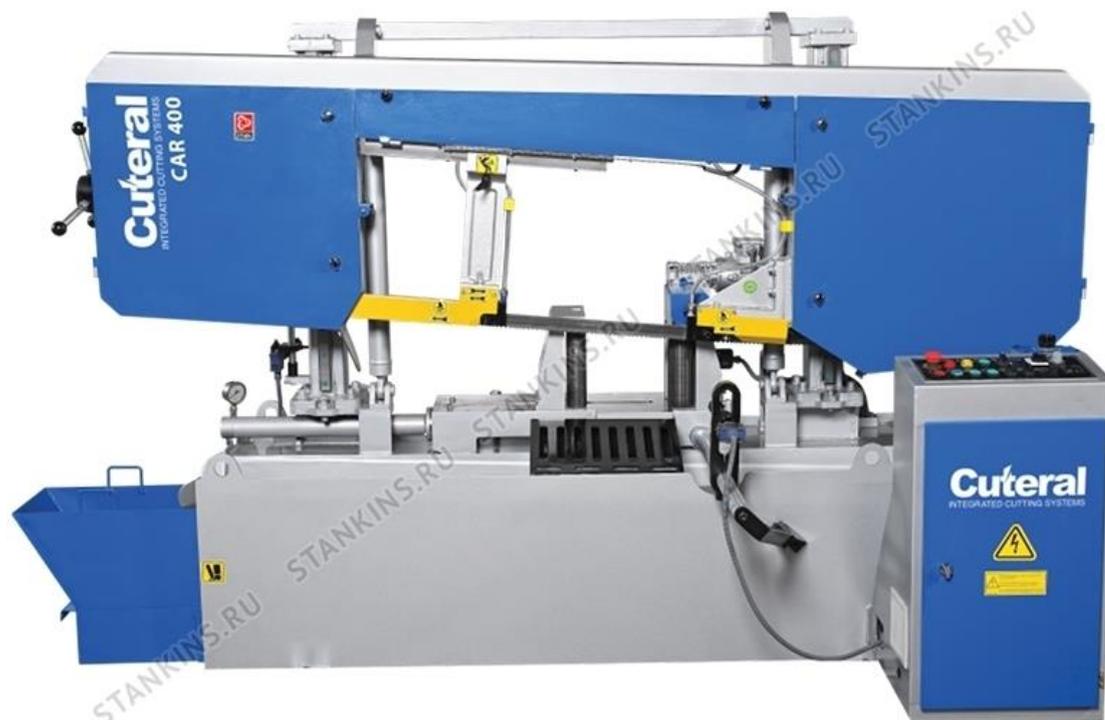
$$A_{2.3} = 3 \pm 0,06 \text{ мм}$$

$$A_{3.1.1} = 56 \pm 0,37 \text{ мм}$$

## 8. Выбор оборудования и технологической процесса

### Операция 05 Токарная

Ленточнопильный автоматический станок CAR 400 CUTERAL



Основные данные технические характеристики:

Мощность главного двигателя	4.0 кВт
Подключение	400 V
Мощность двигателя СОЖ	0,12 кВт
Мощность гидравлической системы	0.37 кВт
Размер ленточного полотна	41x1.3x5715
Скорость движения ленты	15-100м/мин (инвертор)
Тиски	гидравлические
Натяжение пилы	гидромеханическое
Вес станка	1250 кг
<b>Вид заготовки</b>	<b>90 °</b>

Круглое сечение	400
Квадратное сечение	400x400
Прямоугольное сечение	400x450

## Операция 10 Токарная

Токарный станок с ЧПУ серии KE-50D (DMTG)



Основные данные технические характеристики:

Модель	KE 50 D
Максимальный диаметр обработки над станиной, мм	500
Максимальный диаметр обработки над суппортом, мм	280
Диаметр патрона, мм	250
Максимальная длина обработки, мм	750
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	82
Диапазон скоростей вращения шпинделя, об/мин	7-135
Количество диапазонов вращения шпинделя	3 ступенчато
Ширина направляющих, мм	400
Перемещение по оси X, мм	280
Перемещение по оси Z, мм	680
Точность позиционирования, мкм	±5

Повторяемость, мкм	±3
Конус шпинделя	1:20
Мощность главного привода электропривода, кВт	11
Диаметр пиноли задней бабки, мм	75
Выдвижение пиноли задней бабки, мм	150
Габаритные размеры	
Длина, мм	2827
Ширина, мм	1749
Высота, мм	1620
Вес, кг	2600

### Операция 15 Токарная

Токарный станок с ЧПУ серии KE-36 (SMTCL)



Основные данные технические характеристики:

Модель	KE 36
Максимальный диаметр обработки над станиной, мм	360
Диаметр патрона, мм	200
Максимальная длина обработки, мм (с 4-х поз. гол.)	650

Максимальная длина обработки, мм	550
Максимальный диаметр обработки над суппортом, мм	180
Ширина направляющих станины, мм	324
Высота центров, мм	200
Перемещение по оси X, мм	220
Перемещение по оси Z, мм (с 4-х поз. гол.)	650
Перемещение по оси Z, мм (с 6-ти поз. револьверной гол.)	550
Диапазон скоростей вращения шпинделя, об/мин	200-3000
Конус шпинделя	A2-6
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	53
Мощность главного привода электропривода, кВт	5,5
Быстрые перемещения по осям X/Z, м/мин	6/10
Время смены инструмента, с	2,1
Сечение резца, мм	20×20
Диаметр пиноли задней бабки, мм	60
Ход пиноли задней бабки, мм	140
Конус пиноли задней бабки	Морзе 4
Общая потребляемая мощность, кВт	15
Точность обработки	IT6-IT7
<b>Габаритные размеры</b>	
Длина, мм	2520
Ширина, мм	1660
Высота, мм	2050
Вес, кг	1810

### **Операция 20 фрезерная**

Вертикальный обрабатывающий центр серии KVL 580 (SMTCL)



Основные данные технические характеристики:

<b>Модель</b>	<b>KVL580</b>
Размеры рабочего стола, мм	
Наибольшая нагрузка на стол, кг	300
Т-пазы стола	14 x 3
Перемещение по оси X, мм	580
Перемещение по оси Y, мм	420
Перемещение по оси Z, мм	520
Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	100 - 620
<b>Шпиндель</b>	
Обороты шпинделя, Мин <sup>-1</sup>	10000
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	7,5
Максимальный крутящий момент, Нм	35,8
<b>Точность</b>	
Точность позиционирования, мм	±0,005
Повторяемость, мм	±0,003
<b>Скорость перемещений</b>	
Быстрые перемещения по осям X / Y / Z, м/мин	48/48/48

Скорость подачи, м/мин	20
Время смены инструмента, сек.	1,8
<b>Габаритные размеры</b>	
Длина, мм	2500
Ширина, мм	2000
Высота, мм	2400
Вес, кг	3500

### Операция 25 сверлильная

Радиально сверлильный станок серии KR40 (KMT)



Основные данные технические характеристики:

<b>Модель</b>	<b>KR40</b>
Максимальный диаметр сверления, мм	40
Расстояние между осью шпинделя и колонной, мм	350-1250
Расстояние от торца шпинделя до поверхности основания, мм	350-1250
Перемещение шпинделя, мм	315
Горизонтальное перемещение шпиндельной бабки, мм	315

Конус шпинделя (Морзе №)	900
Мощность двигателя шпинделя, кВт	3
Максимальный момент на шпинделе, Нм	3
Диапазон скоростей шпинделя, об/мин	400
Количество скоростей шпинделя	25-2000
Диапазон подач шпинделя, об/мин	16
Количество подач шпинделя	0,04-3,2
Размеры стола, мм	16
<b>Габаритные размеры</b>	
Длина, мм	2200
Ширина, мм	1100
Высота, мм	2900
Вес, кг	3000
Мощность, кВт	7,5

**Операция 35,40 кругошлифовальная**  
**RSM 1000 C – Круглошлифовальный станок**



**Основные данные технические характеристики:**

<b>Рабочая зона</b>	
высота центров	180 мм
макс. длина шлифования	1000 мм
диаметр шлифования	8 - 320 мм

с неподвижным люнетом	60 мм
заготовка, макс. масса между центрами	150 кг
технологический ход шлифов. головки	250 мм
диаметр патрона	200 мм
диаметр внутр. шлифования с люнетом	35 - 100 мм
диаметр внутр. шлифования без люнета	30 - 100 мм
глубина внутр. шлифования	125 мм
диапазон поворота стола, макс.	-3 °/ +7 °
подача шлифов. диска (мин.)	0,0025 мм
скорость по окружности	35 м/сек/
частота вращения раб. шпинделя	50 Гц: 25-220 об./мин.
Мощность	5 кВт

## 9. Расчет и назначение режимов обработки на операциях

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. подача;
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.

### Заготовительная операция 05: Отрезание

(Переход  $A_{0,1}, D_{0,1}$  отрезать заготовку)

1. Подача на зубьев по таблице:  $s = 0,07$  мм/зуб,  $Z=30$
2. Скорость движения ленты  $V=60$  м/мин
3. Период стойкости инструмента принимаем:  $T=45$  мин.
4. Минутная подача  $S=25$  мм/мин
5. Ширина полотна  $t=1,3$  мм

### Токарная операция 10:

#### I. Подрезать торец (Переход $A_{1,1}$ )

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 181] - Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:  $t=3,45$  мм

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14. [4, ст. 366]  $S=0,3$  мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Среднее значение стойкости  $T$  при одноинструментальной обработке 15-60 мин. Выбираем  $T=25$  мин.

Значения коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $y$  и  $m$  приведены в табл. 17. [4, ст. 367]  $C_v=350$   $x=0,15$   $y=0,2$   $m=0,2$

Коэффициент  $K_v$ :  $K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv}$  [4, ст. 358]

Где  $K_{mv}$  - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала (табл. 1-4);

$K_{pv}$  - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки (табл. 5)

$K_{iv}$  - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента (табл. 6)

$K_{mv}$ -определяется по формуле:  $K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$

Где  $\sigma_B$ -фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.

$K_r$ -коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости.

Выбираем:  $\sigma_B=750$  Мпа  $K_r = 1,0$   $n_v = 1$   $K_{pv}=0,9$   $K_{iv}=1,15$

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1$$

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = 1 * 0,9 * 1,15 = 1,04$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{25^{0,2} * 3,45^{0,15} * 0,3^{0,2}} * 1,04 = 202 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 202}{3,14 * 82} = 780 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания.

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [4, \text{ст.371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [4,ст.372]

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

коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [4,ст.371]

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4,ст.374]

$$K_{fp} = 1,0 \quad K_{yp} = 1,0 \quad K_{lp} = 1,0 \quad K_{rp} = 0,93$$

$K_{mp}$ -определяется по формуле [4,ст.362]

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

Где  $\sigma_B=750$  МПа-фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл.9 [4,ст.362]

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

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 * 1 * 1 * 1 * 0,93 = 0,93$$

Силы резания

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 * 300 * 3,45^1 * 0,3^{0,75} * 202^{-0,15} * 0,93 = 1760 \text{ Н}$$

Мощность резания [4,ст.371]

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{1760 * 202}{1020 * 60} = 5,8 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,8}{0,75} = 7,8 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателей Токарный станок с ЧПУ серии KE-50D  $N_{ст}=11$   
кВт  $> N_{np}=7,8$  кВт

### II: Центрование (переход $A_{1.2} * D_{1.2}$ )

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178] - Т15К6. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания:  $t = 0,5D = 0,5 * 6,3 = 3,15$  мм

Полача:  $S = 0,1$  мм/об [4, ст. 381]

Скорость резания по формулу: [4, ст. 382]

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

коэффициенты  $C_v = 7,0$   $q = 0,4$   $y = 0,7$   $m = 0,2$  по табл. 38 [4, ст. 383]

$T=25$  по табл. 40 [4, ст. 384]

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv} = 0,85 * 1 * 1 = 0,85$$
 [4, ст. 385]

$$v = \frac{7 * 6,3^{0,4}}{25^{0,2} * 0,1^{0,7}} * 0,85 = 33 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 33}{3,14 * 6,3} = 1600 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент [4, ст. 385]

$$M_{кр} = 10 C_M D^q * S^y * K_p = 10 * 0,012 * 6,3^{2,2} * 0,1^{0,7} * 1 = 0,4 \text{ Н * М}$$
 из табл. 41  
Осевая сила [4, ст. 385]

$$P_0 = 10 C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 42 * 6,3^{2,2} * 0,1^{0,7} * 1 = 4806 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750}, [\text{кВт}]$$
$$N = \frac{0,4 * 1600}{9750} = 0,07 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,07}{0,75} = 0,1 \text{ кВт}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$

Мощность электродвигателей Токарный станок с ЧПУ серии KE-50D  $N_{ст}=11$   
кВт  $> N_{np}=0,1$  кВт

### III. точение поверхности (Переход $A_{1.3} * D_{1.3}$ )

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180] - Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания:  $t=2,64$  мм

Подача:  $S=0,3$  мм/об из табл.14 [4,ст.366]

Скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$C_v=350$   $x=0,15$   $y=0,2$   $m=0,2$  по табл.17 [4,ст.367]

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 2,64^{0,15} * 0,3^{0,2}} = 195 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 195}{3,14 * 82} = 750 \text{ об/мин}$$

Сила резания

$$P_z = 10 C_p * t^x * s^y * v^n * K_p \quad [4,ст.371]$$

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

$$P_z = 10 C_p * t^x * s^y * v^n * K_p = 10 * 300 * 2,64^1 * 0,3^{0,75} * 195^{-0,15} * 1 = 1456 \text{ Н}$$

Мощность резания [4,ст.371]

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{1456 * 195}{1020 * 60} = 4,7 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,7}{0,75} = 6,3 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателей Токарный станок с ЧПУ серии КЕ-50D  $N_{ст}=11$  кВт  $> N_{np}=6,3$  кВт

#### IV Прорезание (переход А<sub>1.12.2</sub>)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.180]-Т15К6.Марки твердых сплавов.

Глубина резания:  $t = 1,18$  мм

Подачу  $S$  назначаем по таблице 11. [4,ст.364]  $S = 0,3$  мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

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

Среднее значение стойкости  $T$  при одноинструментальной обработке 15-60мин.Принимаем  $T=25$ .

Значения коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $y$  и  $m$  приведены в табл.17. [4,ст.367]  $C_v = 47$   $y = 0,8$   $m = 0,2$   $K_v = 1,04$

Скорость резания:

$$v = \frac{47}{25^{0,2} * 0,3^{0,8}} * 1,04 = 67,3 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 67,3}{3,14 * 33} = 600 \text{ об/мин}$$

После расчета оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания.

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p \quad [4, \text{ст.371}]$$

При прорезании : t-длина лезвия резца

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [4,ст.372]

$$C_p = 408 \quad x = 0,72 \quad y = 0,8 \quad n = 0$$

коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [4,ст.371]

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

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4,ст.374]

$$K_{фp} = 1,08 \quad K_{yp} = 1,0 \quad K_{lp} = 1,0 \quad K_{rp} = 0,87$$

$K_{mp}$ -определяется по формуле[4,ст.362]

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

Где  $\sigma_B=750$  МПа-фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл.9[4,ст.362]

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

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1 * 1,08 * 1 * 1 * 0,87 = 0,94$$

Силы резания

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 * 408 * 2^{0,72} * 0,3^{0,8} * 67,3^0 * 0,94 = 2411 \text{ Н}$$

Мощность резания[4,ст.371]

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{2411 * 67,3}{1020 * 60} = 2,7 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,7}{0,75} = 3,6 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателей Токарный станок с ЧПУ серии KE-50D  $N_{ст}=11$  кВт  $> N_{np}=3,6$  кВт

## фрезерная операция 20 (переход А3.1.1)

### фрезерование шпоночного паза

Характеристика режущего инструмента:

Шпоночная фреза  $D_\phi = 10$  мм  $z = 2$   $B = 5$  мм

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$D_\phi = 10 \text{ мм} \quad t = 5 \text{ мм.}$$

2 . Определяем подачу фрезерования:  $S = 0,1$  мм/об .

3 . Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем:

$$T = 60 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов определены по таблице 81 [4, с.407].

$$C_v = 145 \quad q = 0,44 \quad x = 0,24 \quad y = 0,26 \quad u = 0,1 \quad p = 0,13 \quad m = 0,37$$

Коэффициент  $K_v$  определяется:

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{uv} = 1 * 0,9 * 1,15 = 1,04$$
$$v = \frac{145 * 10^{0,44}}{60^{0,37} * 5,26^{0,24} * 0,1^{0,26} * 10^{0,1} * 2^{0,13}} * 1,04 = 81 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 81}{3,14 * 10} = 2500 \text{ об/мин}$$

5. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p * t^x * s_z^y B^u * z}{D^q * n^w} * k_{mp}$$

Значения коэффициентов определены по таблице 83 [4, с.412].:

$$C_p = 12,5; \quad x = 0,85; \quad y = 0,75; \quad u = 1,0; \quad q = 0,73; \quad w = -0,13$$

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

Значение коэффициента  $n_v$  определен по таблице 2 [4, с.359].:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1$$
$$P_z = \frac{10 * 12,5 * 5,26^{0,85} * 0,1^{0,75} * 10^1 * 2}{10^{0,73} * 2318^{-0,13}} * 1 = 930 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{930 * 72,8}{1020 * 60} = 1,1 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,1}{0,75} = 1,5 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателей Вертикального обрабатывающего центра серии KVL 580  $N_{ст}=7,5 \text{ кВт} > N_{np}=1,5 \text{ кВт}$

### Сверлильная операция 25 (переход $D_{4.1.1}$ )

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст.178]-Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания:  $t = 0,5D = 0,5 * 5,5 = 2,75 \text{ мм}$

Подача:  $S=0,06 \text{ мм/об}$  [4, ст.381] табл.35

Скорость резания [4,ст.382]

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

$$C_v = 7,0 \quad q = 0,4 \quad y = 0,7 \quad m = 0,2 \quad \text{по табл 38 [4,ст.383]} \\ T=15 \quad \text{по табл.40 [4,ст.384]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv} = 1 * 1 * 1 = 1 \quad [4,ст.385]$$

$$v = \frac{7 * 5,5^{0,4}}{15^{0,2} * 0,06^{0,7}} * 1 = 58 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * 58}{\pi * D} = \frac{1000 * 39}{3,14 * 5,5} = 2200 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10C_M * D^q * S^y * K_p$$

$$C_M = 0,0345 \quad q = 2 \quad y = 0,8 \quad K_p = 1 \quad \text{из табл.42 [4,ст.385]}$$

$$M_{кр} = 10 * 0,0345 * 5,5^2 * 0,06^{0,8} * 1 = 1,1 \text{ Н * М} \quad \text{из табл.42}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p$$

$$C_p = 68 \quad q = 1 \quad y = 0,7 \quad K_p = 1 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10 * 68 * 5,5^1 * 0,06^{0,7} * 1 = 521,89 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{1,1 * 2200}{9750} = 0,25 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,25}{0,75} = 0,34 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателей радиального сверлильного станка серии KR40

$$N_{ст} = 7,5 \text{ кВт} > N_{пр} = 0,34 \text{ кВт}$$

### Круглошлифовальная операция 35 (переход D<sub>6.1</sub>, D<sub>6.2</sub>, D<sub>6.3</sub>, D<sub>7.1</sub>)

Диаметр D=35мм.

$$C_N = 1,3 \quad r = 0,75 \quad V = 20 \quad t = 0,2 \quad x = 0,24 \quad y = 0,7 \quad q = 0,4$$

$$S = 0,03 \text{ мм/об} \quad v = 20 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 20}{3,14 * 35} = 180 \text{ об/мин}$$

$$N = C_N v_3^r t^x s^y d^q = 1,3 * 20^{0,75} * 0,2^{0,24} * 0,03^{0,7} * 35^{0,4} = 3 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

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

Мощность электродвигателей ручного управления RSM 1000

$$N_{ст} = 7,5 \text{ кВт} > N_{пр} = 4 \text{ кВт}$$

## 10. Расчет основного времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{p.x.} \times i}{n \times S}, \text{мин} \quad (1.1)$$

где  $L_{p.x.}$  – длина рабочего хода, мм;  
 $i$  – число рабочих ходов;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;  
 $S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L_{p.x.} = l + l_{\text{подв}} + l_{\text{про}} \quad (1.2)$$

$l$  – длина резания, равна развернутой длине обрабатываемого профиля, мм

$l_{\text{подв}}$  – величина подвода инструмента

$l_{\text{про}}$  – перебег резца (1,0...2,0) мм

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{\text{всп.}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} \quad (1.3)$$

Где  $T_{\text{у.с.}}$  – время на установку и снятие детали;

$T_{\text{з.о.}}$  – время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{уп.}}$  – время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{изм.}}$  – время на промер детали;

$T_{\text{всп.}}$  – вспомогательное время

Оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = T_0 + T_{\text{всп.}} \quad (1.4)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% * T_{\text{опер.}} \quad (1.5)$$

Штучное время:

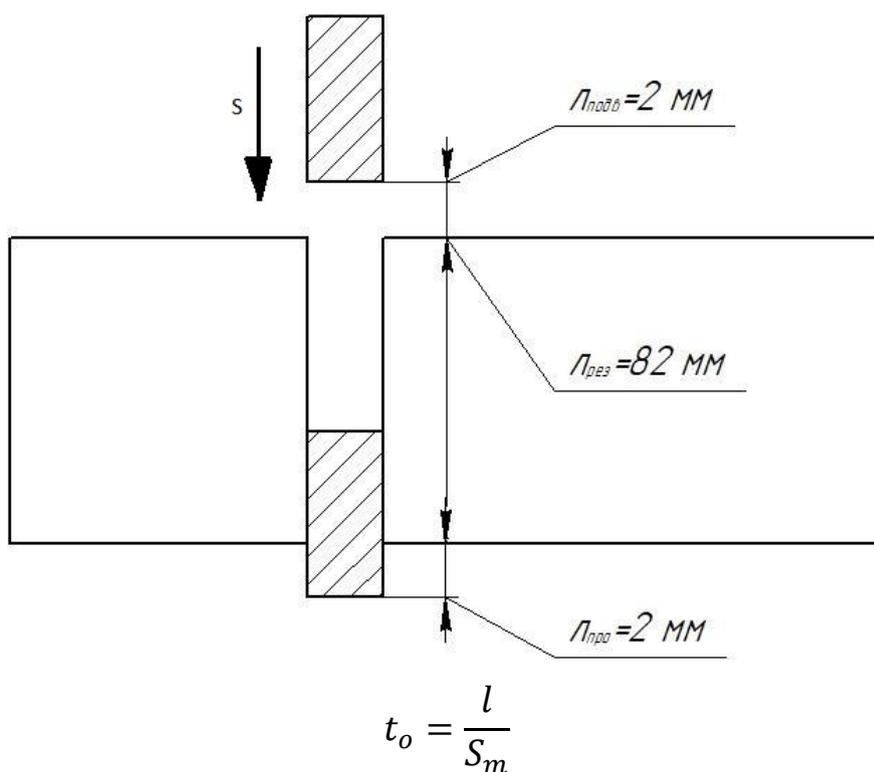
$$T_{\text{шт.}} = T_0 + T_{\text{всп.}} + T_{\text{о.о.}} \quad (1.6)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + (T_{\text{п.з.}}/n) \quad (1.7)$$

где  $n$  – количество деталей.

## Заготовительная операция 05



Где  $l$  - длина рабочего хода, мм;

$S_m$  - минутная подача, м/мин

$$l = l + l_1 + l_2$$

$$t_o = \frac{l}{S_m} = \frac{82 + 2 + 2}{30} = 2,87 \text{ мин}$$

$$T_{y.c.} = 0,2 \quad T_{з.о.} = 0,4 \quad T_{уп.} = 0,24 \quad T_{изм.} = 0,14$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,2 + 0,4 + 0,24 + 0,14 = 0,98 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время;

$$T_{опер} = 2,87 + 0,98 = 3,85 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 3,85 = 0,578 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

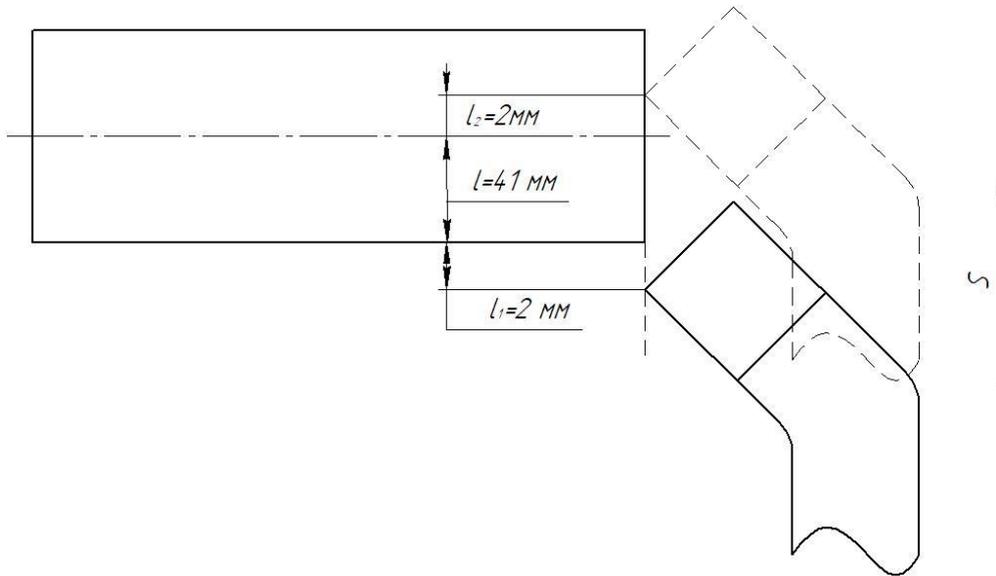
$$T_{шт} = 2,87 + 0,98 + 0,578 = 4,43 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 14 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 4,43 + \left( \frac{14}{8000} \right) = 4,44 \text{ мин}$$

### Токарная операция 10 переход $A_{1.1}$ подрезать торец



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} = \frac{(41 + 1 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 780} = 0,19 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,19 + 0,575 = 0,765 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 0,765 = 0,115 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

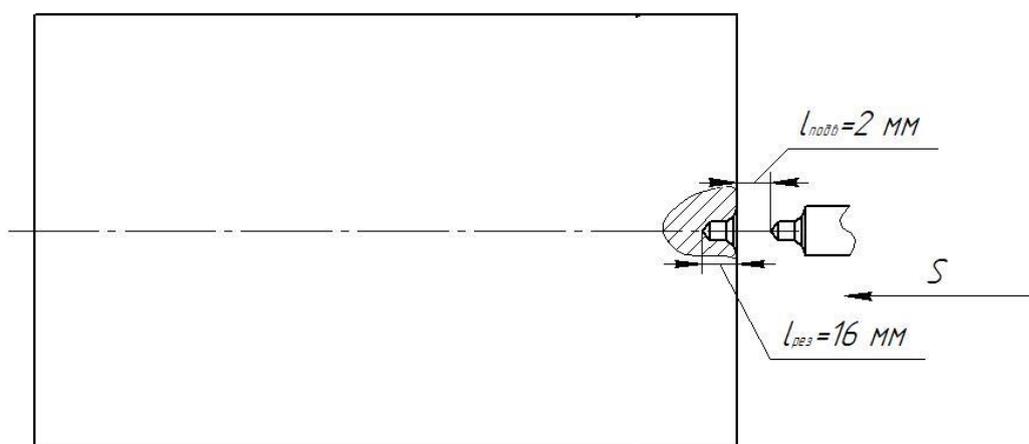
$$T_{\text{шт}} = 0,19 + 0,575 + 0,115 = 0,88 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,88 + \left( \frac{24}{8000} \right) = 0,89 \text{ мин}$$

### Переход $A_{1.2}$ \* Центровка поверхностей



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(16 + 2) \cdot 1}{0,1 \times 1600} = 0,113 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,113 + 0,575 = 0,688 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 0,688 = 0,103 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

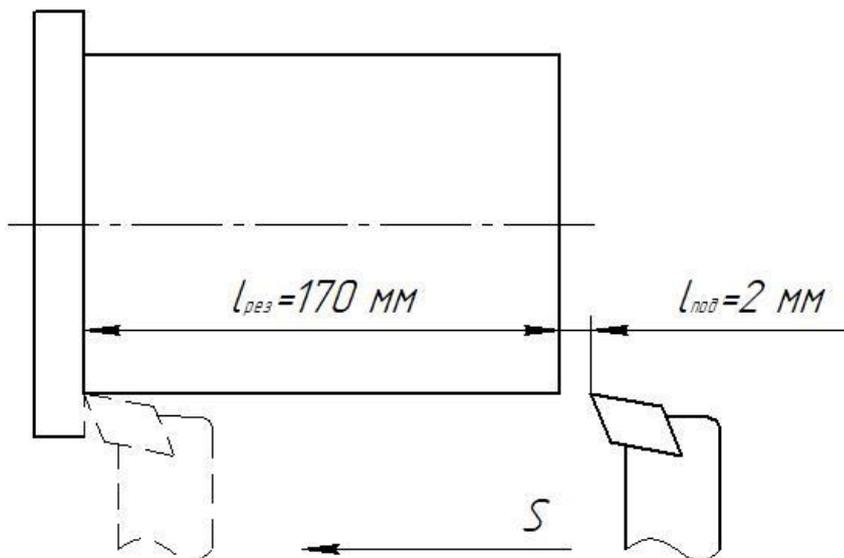
$$T_{\text{шт}} = 0,113 + 0,575 + 0,103 = 0,791 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,791 + \left(\frac{24}{8000}\right) = 0,80 \text{ мин}$$

**Переход  $A_{1,3}^*$  точение поверхности**



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{ПОДВ}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(170 + 2) \cdot 4}{0,3 \times 750} = 3,06 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 3,06 + 0,575 = 3,635 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 3,635 = 0,545 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

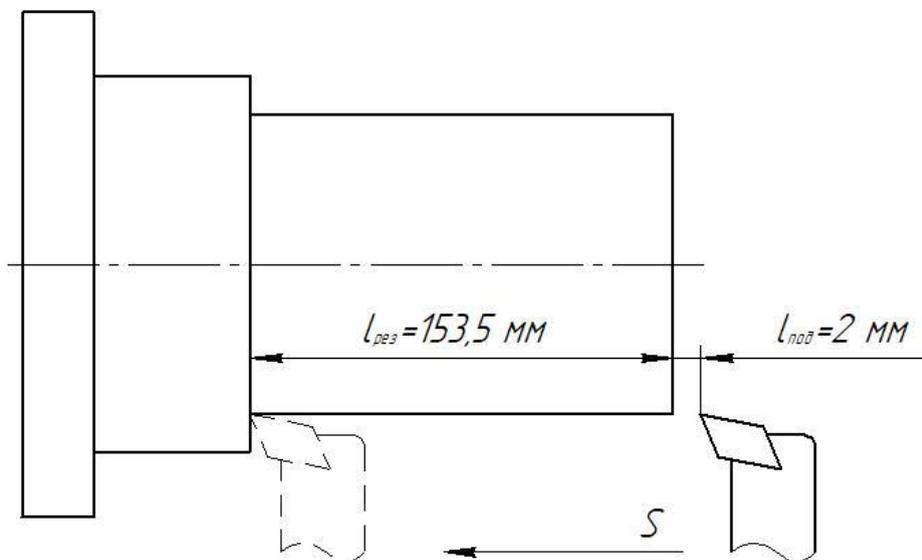
$$T_{\text{шт}} = 3,635 + 0,575 + 0,545 = 4,755 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное

время:  $T_{\text{шт.к.}} = 4,755 + \left(\frac{24}{10000}\right) = 4,76 \text{ мин}$

### Переход $A_{1,4}$ точение поверхности



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{ПОДВ}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(153,5 + 2) \cdot 8}{0,3 \times 1300} = 3,19 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 3,19 + 0,575 = 3,765 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 3,765 = 0,565 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

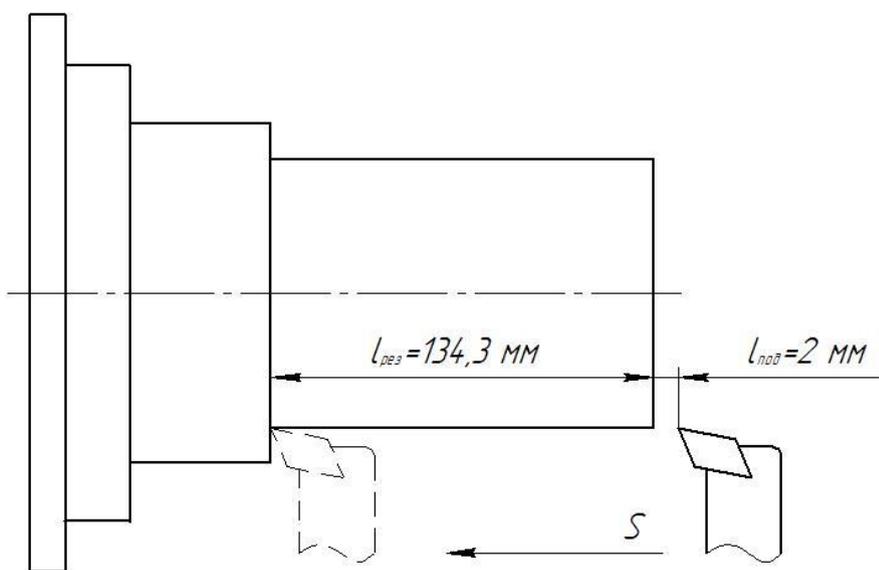
$$T_{шт} = 3,19 + 0,575 + 0,565 = 4,33 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 4,33 + \left(\frac{24}{8000}\right) = 4,333 \text{ мин}$$

**Переход  $A_{1,5}$  точение поверхности**



$$t_o = \frac{(l + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(134,3 + 2) \cdot 5}{0,3 \times 1700} = 1,336 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \quad T_{з.о.} = 0,135 \quad T_{уп.} = 0,05 \quad T_{изм.} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 1,336 + 0,575 = 1,911 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 1,911 = 0,287 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

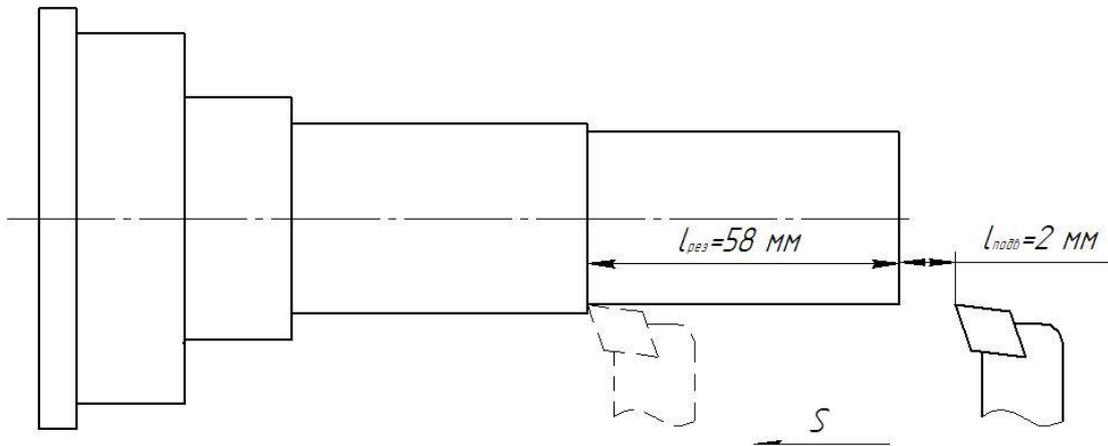
$$T_{шт} = 1,336 + 0,575 + 0,287 = 2,198 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 2,198 + \left(\frac{24}{8000}\right) = 2,201 \text{ мин}$$

### Переход A<sub>1.6</sub> точение поверхности



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(58 + 2) \cdot 2}{0,3 \times 1800} = 0,223 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,223 + 0,575 = 0,798 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 0,798 = 0,120 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

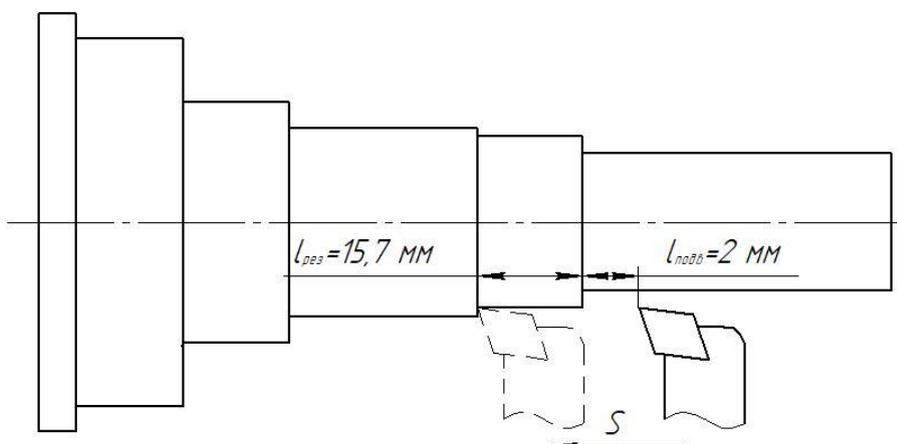
$$T_{\text{шт}} = 0,223 + 0,575 + 0,120 = 0,918 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,918 + \left(\frac{24}{8000}\right) = 0,921 \text{ мин}$$

### Переход A<sub>1.7</sub> точение поверхности



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(15,7 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 1700} = 0,035 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,035 + 0,575 = 0,61 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 0,61 = 0,092 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

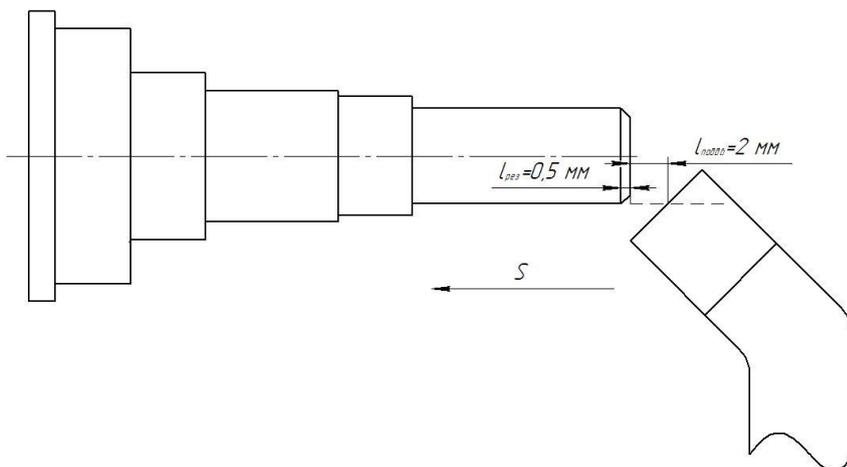
$$T_{\text{шт}} = 0,035 + 0,575 + 0,092 = 0,702 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,702 + \left(\frac{24}{8000}\right) = 0,705 \text{ мин}$$

### Переход $A_{1,8}$ точение фаски



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1,4 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 1800} = 0,006 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,006 + 0,575 = 0,58 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 0,58 = 0,087 \text{ мин}$$

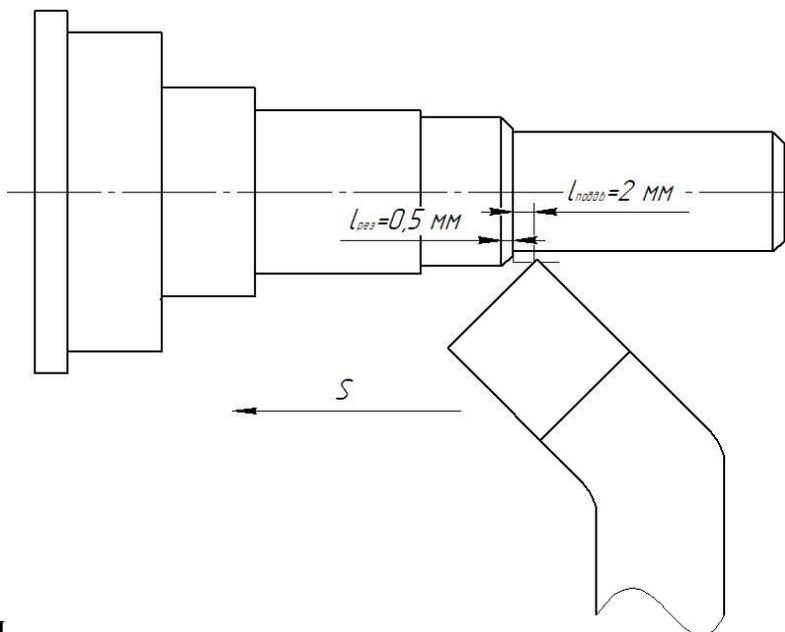
По формуле (1.6) определим штучное время;

$$T_{\text{шт}} = 0,005 + 0,575 + 0,087 = 0,667 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,667 + \left(\frac{24}{8000}\right) = 0,67 \text{ мин}$$



### Переход A<sub>1,9</sub> точение фаски

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(0,5 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 1700} = 0,005 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,005 + 0,575 = 0,58 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \times 0,58 = 0,087 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

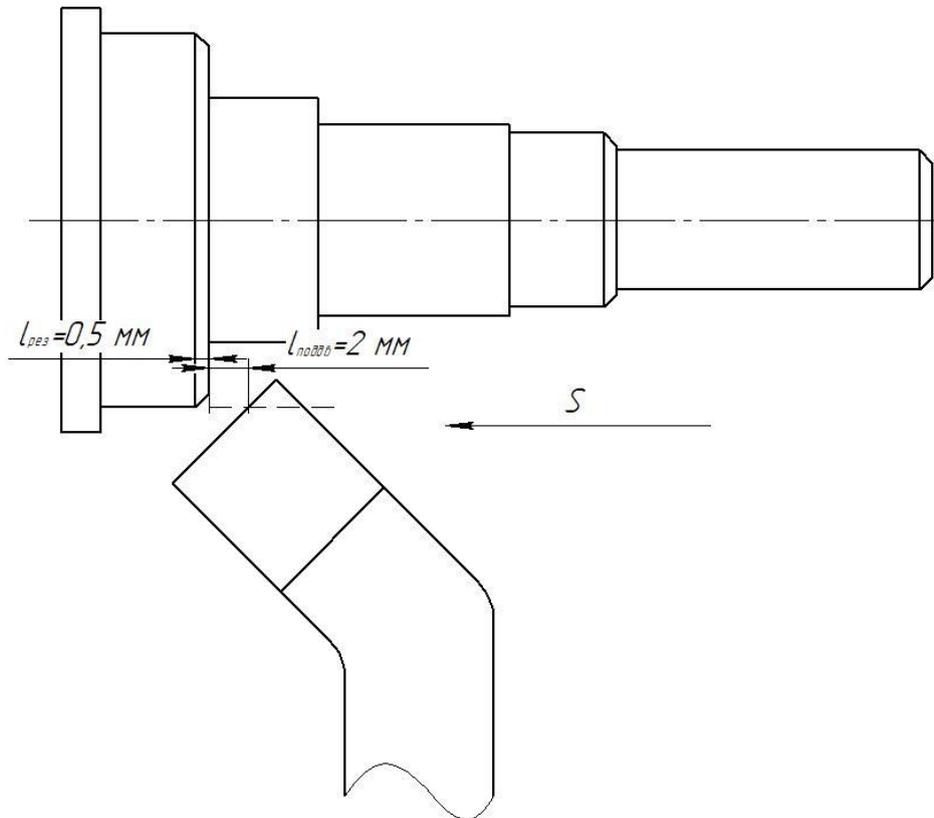
$$T_{\text{шт}} = 0,005 + 0,575 + 0,087 = 0,667 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,667 + \left( \frac{24}{8000} \right) = 0,67 \text{ мин}$$

### Переход $A_{1.10}$ точение фаски



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(0,5 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 750} = 0,011 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,011 + 0,575 = 0,586 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 0,586 = 0,088 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

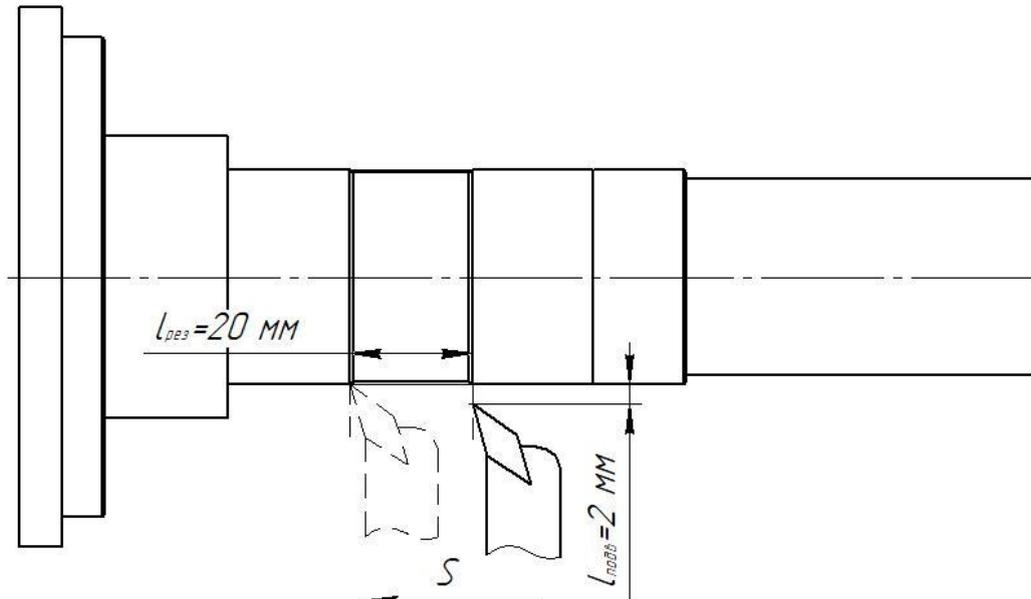
$$T_{шт} = 0,011 + 0,575 + 0,088 = 0,674 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,674 + \left( \frac{24}{8000} \right) = 0,677 \text{ мин}$$

### Переход $A_{1.11.3}$ точение поверхности



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(20 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 1700} = 0,041 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \quad T_{з.о.} = 0,135 \quad T_{уп.} = 0,05 \quad T_{изм.} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,041 + 0,575 = 0,616 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 0,616 = 0,093 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

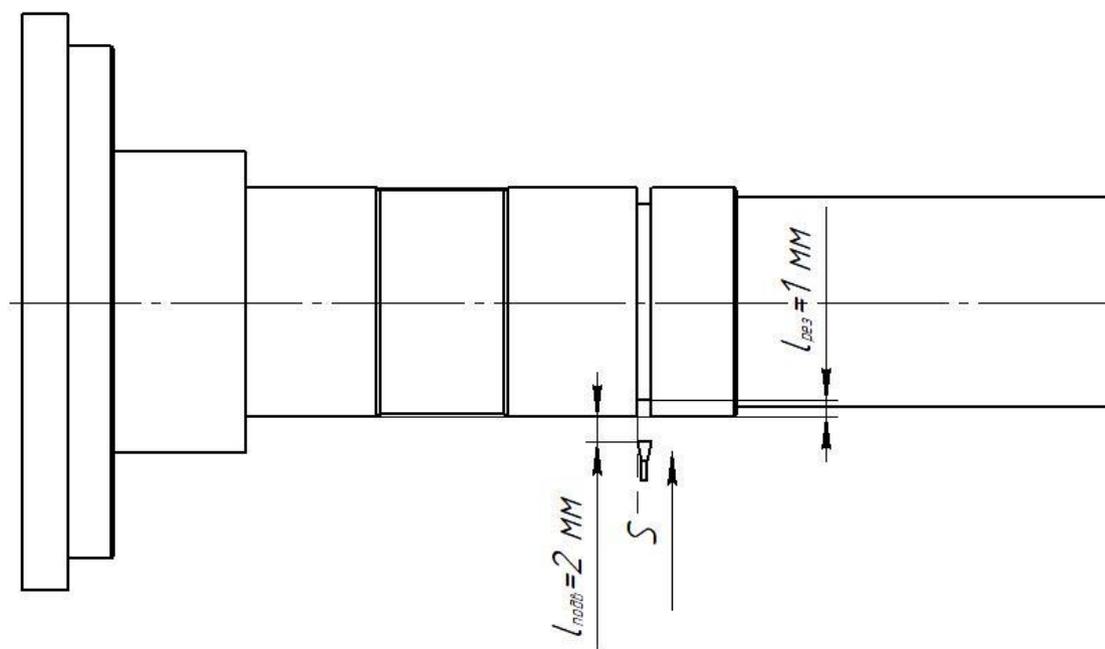
$$T_{шт} = 0,035 + 0,575 + 0,093 = 0,703 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,703 + \left( \frac{24}{8000} \right) = 0,705 \text{ мин}$$

### Переход $A_{1.12.1}$ точение поверхности



$$t_o = \frac{(l + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 1700} = 0,006 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \quad T_{з.о.} = 0,135 \quad T_{уп.} = 0,05 \quad T_{изм.} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,006 + 0,575 = 0,581 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,581 = 0,087 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

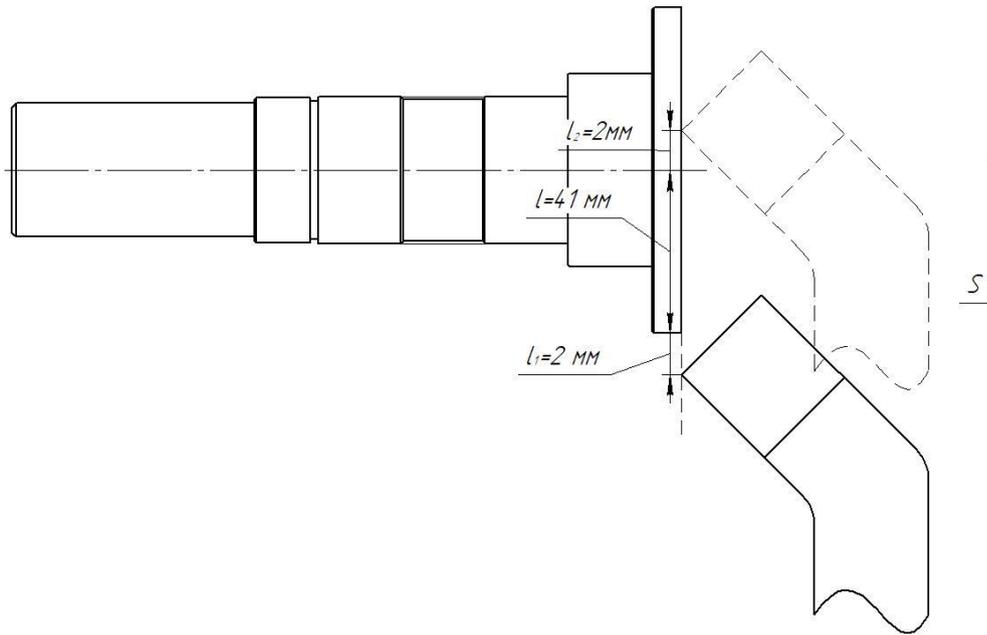
$$T_{шт} = 0,006 + 0,575 + 0,087 = 0,668 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,668 + \left( \frac{24}{8000} \right) = 0,671 \text{ мин}$$

### Токарная операция 15 переход $A_{2.1}$ подрезать торец



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(41 + 1 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 780} = 0,19 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,19 + 0,575 = 0,765 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 0,765 = 0,115 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

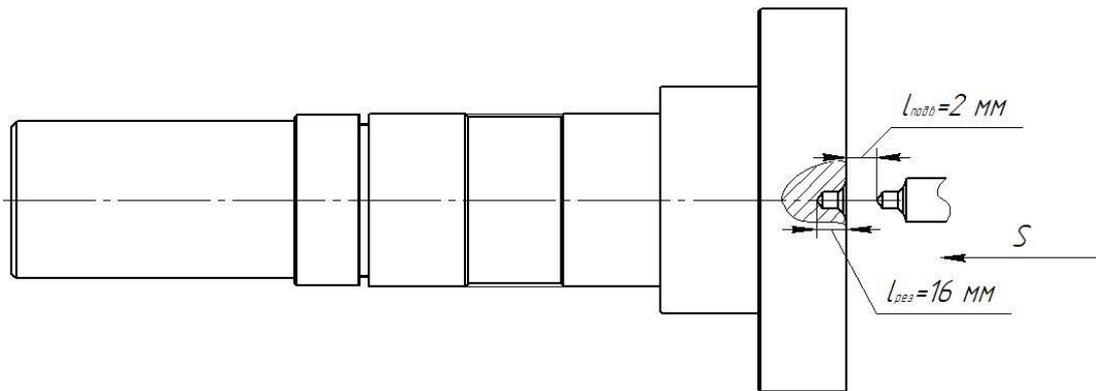
$$T_{\text{шт}} = 0,19 + 0,575 + 0,115 = 0,88 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,88 + \left( \frac{24}{8000} \right) = 0,89 \text{ мин}$$

### Переход A<sub>2.2</sub>\* Центровка поверхностей



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(16 + 2) \cdot 1}{0,1 \times 1600} = 0,113 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,113 + 0,575 = 0,688 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 0,688 = 0,103 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

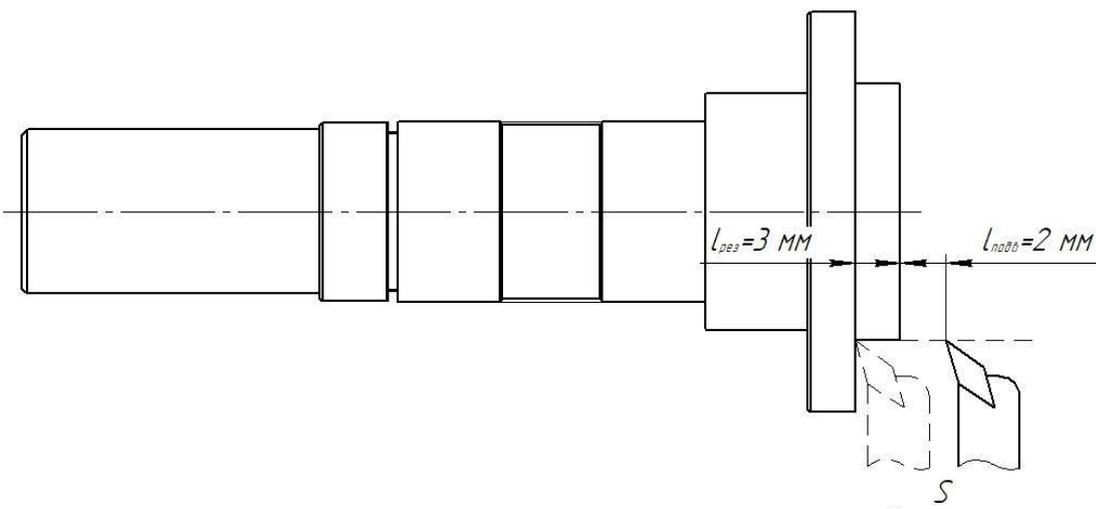
$$T_{\text{шт}} = 0,113 + 0,575 + 0,103 = 0,791 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время T<sub>пз.</sub> = 24 мин

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,791 + \left( \frac{24}{8000} \right) = 0,80 \text{ мин}$$

### Переход A<sub>2.3</sub> точение поверхности



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(3 + 2) \cdot 7}{0,3 \times 1200} = 0,097 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,097 + 0,575 = 0,672 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 0,672 = 0,1 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

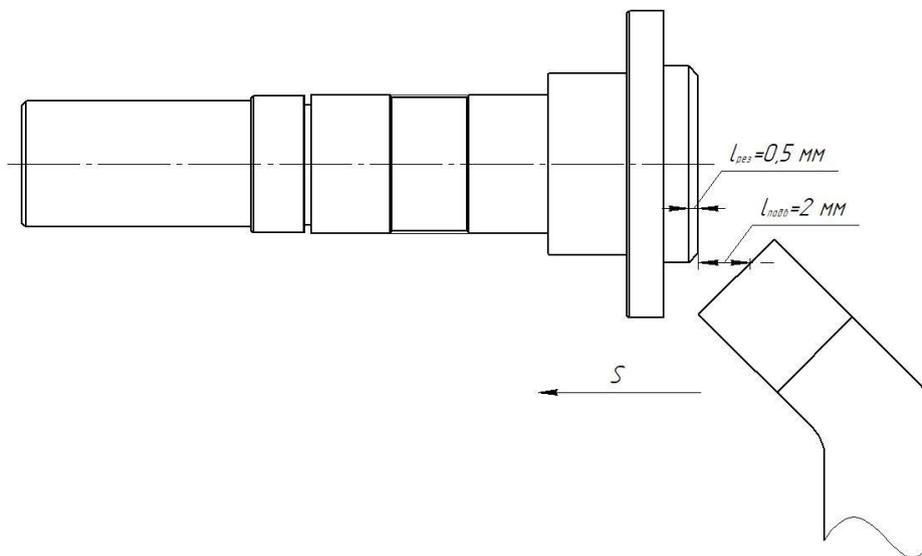
$$T_{\text{шт}} = 0,097 + 0,575 + 0,1 = 0,772 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,772 + \left(\frac{24}{8000}\right) = 0,775 \text{ мин}$$

#### Переход $A_{2.4}$ точение фаски



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(0,5 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 1200} = 0,007 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,35 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,135 \quad T_{\text{уп.}} = 0,05 \quad T_{\text{изм.}} = 0,04$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,007 + 0,575 = 0,582 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 0,582 = 0,087 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

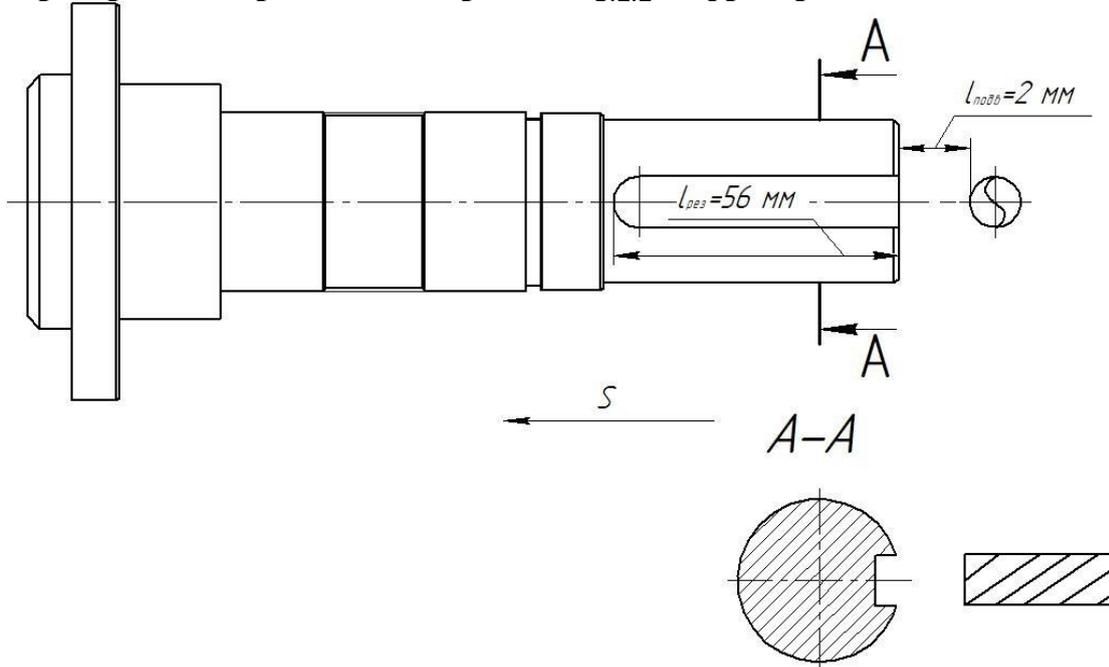
$$T_{шт} = 0,007 + 0,575 + 0,087 = 0,669 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,669 + \left( \frac{24}{8000} \right) = 0,672 \text{ мин}$$

**Фрезерная операция 20 Переход  $A_{3.1.1}$  фрезерование паза**



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(56 + 2) \cdot 1}{0,1 \times 2300} = 0,252 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,22 \quad T_{з.о.} = 0,5 \quad T_{уп.} = 0,2 \quad T_{изм.} = 0,5$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,252 + 1,42 = 1,672 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 1,672 = 0,251 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

$$T_{шт} = 0,252 + 1,672 + 0,251 = 2,175 \text{ мин}$$

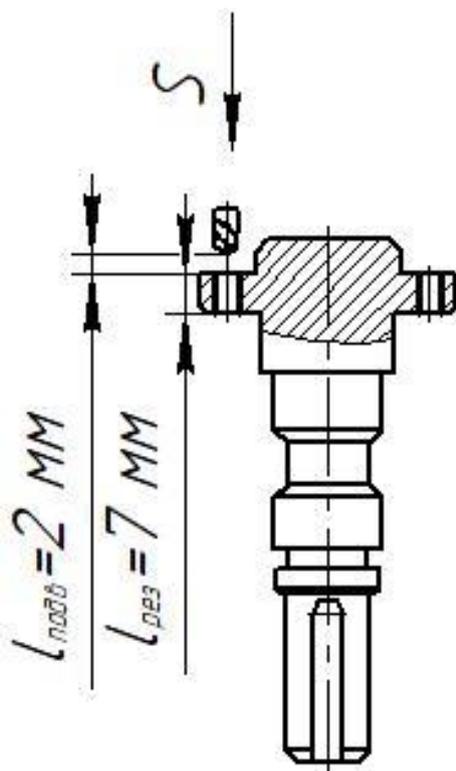
Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 16 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 2,175 + \left( \frac{16}{8000} \right) = 2,177 \text{ мин}$$

## Сверлильная операция 25

### Переход D<sub>4.1.1</sub> сверление отверстия



$$t_o = \frac{(l + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(7 + 2) \cdot 1}{0,06 \times 2200} = 0,068 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,1 \quad T_{з.о.} = 0,24 \quad T_{уп.} = 0,2 \quad T_{изм.} = 0,5$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,1 + 0,24 + 0,2 + 0,5 = 1,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,068 + 1,04 = 1,108 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 1,108 = 0,166 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

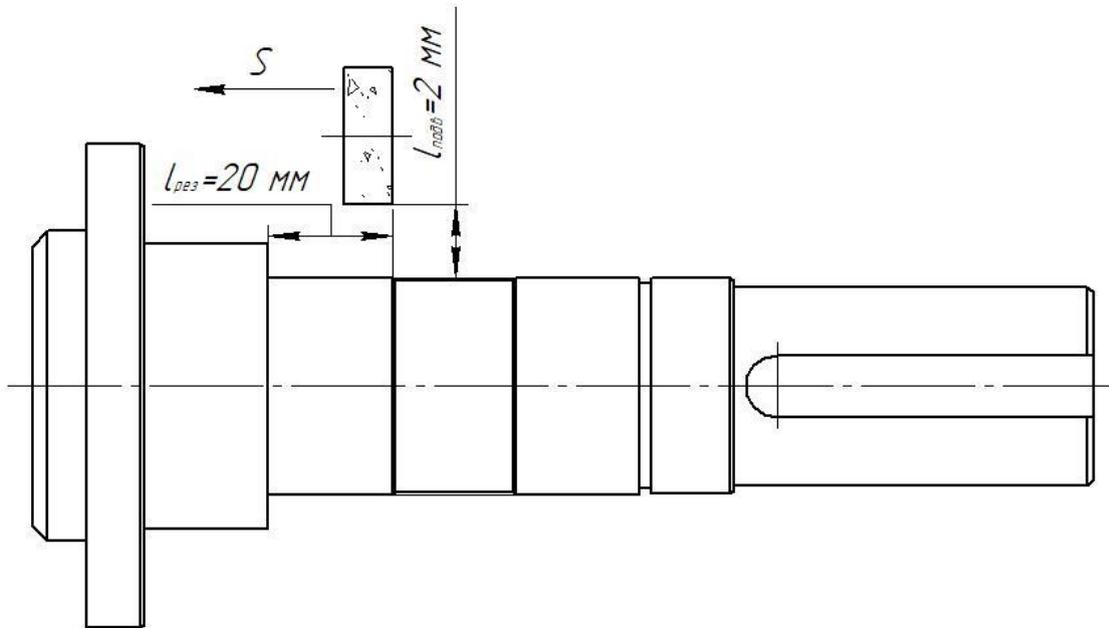
$$T_{шт} = 0,068 + 1,04 + 0,166 = 1,274 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 16 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,274 + \left( \frac{16}{8000} \right) = 1,276 \text{ мин}$$

**Круглошлифовальная операция 35 (Переход  $D_{6.1}$  шлифовать поверхность)**



$$t_o = \frac{(l + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(20 + 2) \cdot 1}{0,03 \times 180} = 4,074 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,3 \quad T_{з.о.} = 0,24 \quad T_{уп.} = 0,22 \quad T_{изм.} = 1,2$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,3 + 0,24 + 0,22 + 1,2 = 1,96 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 4,074 + 1,96 = 6,034 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 6,034 = 0,905 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

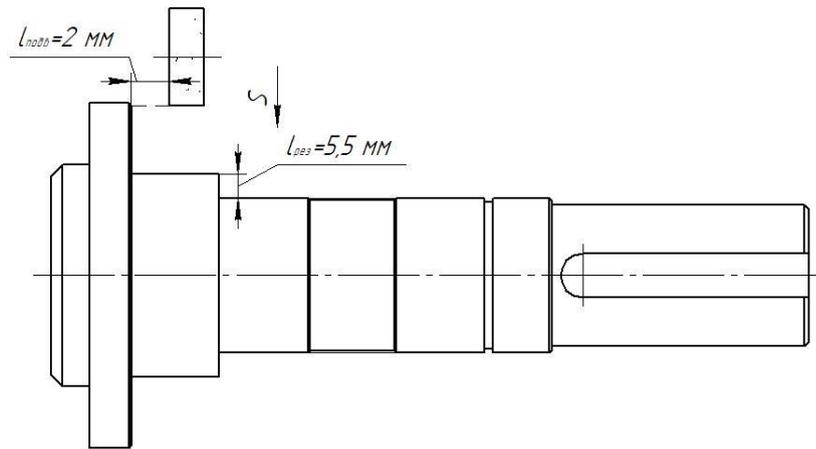
$$T_{шт} = 4,074 + 1,96 + 0,905 = 6,939 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 12 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 6,939 + \left( \frac{12}{8000} \right) = 6,94 \text{ мин}$$

### Переход А<sub>6.1</sub> шлифовать поверхность



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(5,5 + 2) \cdot 1}{0,03 \times 180} = 1,39 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,3 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,24 \quad T_{\text{уп.}} = 0,22 \quad T_{\text{изм.}} = 1,2$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,3 + 0,24 + 0,22 + 1,2 = 1,96 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 1,39 + 1,96 = 3,35 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 3,35 = 0,503 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

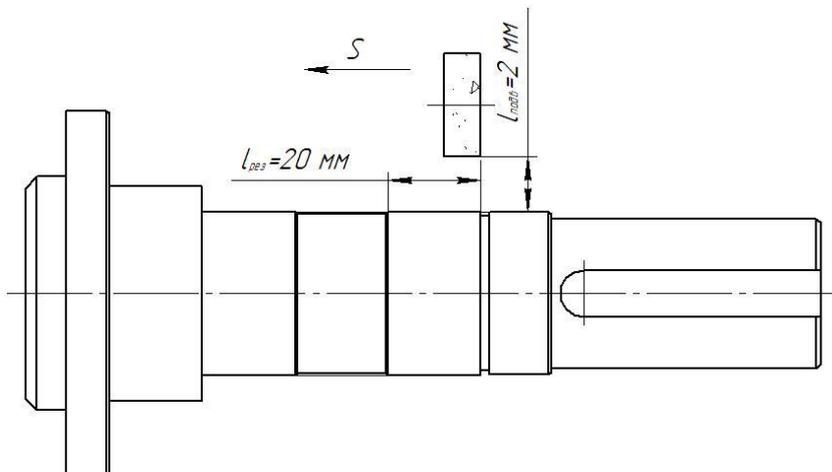
$$T_{\text{шт}} = 1,39 + 1,96 + 0,503 = 3,853 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 12 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 3,853 + \left(\frac{12}{8000}\right) = 3,855 \text{ мин}$$

### Переход D<sub>6.2</sub> шлифовать поверхность



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(20 + 2) \cdot 1}{0,03 \times 180} = 4,074 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,3 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,24 \quad T_{\text{уп.}} = 0,22 \quad T_{\text{изм.}} = 1,2$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,3 + 0,24 + 0,22 + 1,2 = 1,96 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 4,074 + 1,96 = 6,034 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 6,034 = 0,905 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

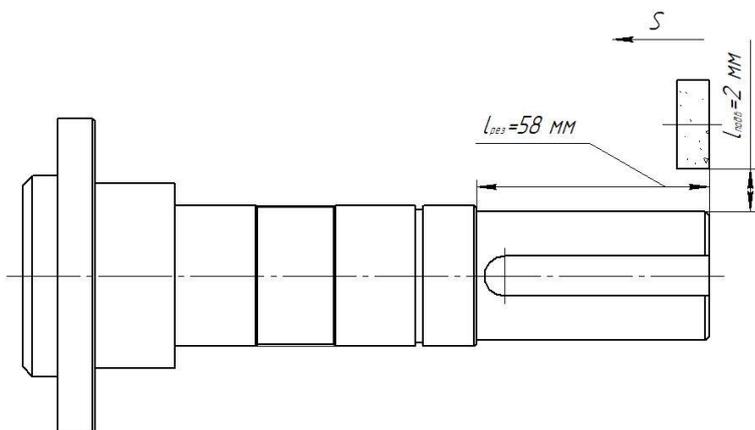
$$T_{\text{шт}} = 4,074 + 1,96 + 0,905 = 6,939 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 12 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 6,939 + \left(\frac{12}{8000}\right) = 6,94 \text{ мин}$$

### Шлифовать поверхность переход $D_{6.3}$



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(58 + 2) \cdot 1}{0,03 \times 190} = 10,53 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,3 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,24 \quad T_{\text{уп.}} = 0,22 \quad T_{\text{изм.}} = 1,2$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,3 + 0,24 + 0,22 + 1,2 = 1,96 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 10,53 + 1,96 = 12,49 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 12,49 = 1,87 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

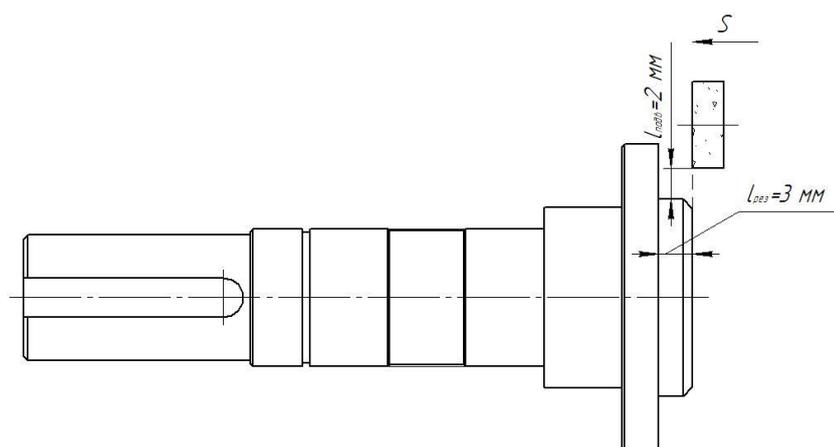
$$T_{шт} = 10,53 + 1,96 + 1,87 = 14,36 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 12 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 14,36 + \left(\frac{12}{8000}\right) = 14,36 \text{ мин}$$

### Круглошлифовальная операция 40 (Переход $D_{7,1}$ шлифовать поверхность)



$$t_o = \frac{(l + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(3 + 2) \cdot 1}{0,03 \times 120} = 1,389 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,3 \quad T_{з.о.} = 0,24 \quad T_{уп.} = 0,22 \quad T_{изм.} = 1,2$$

По формуле (1.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,3 + 0,24 + 0,22 + 1,2 = 1,96 \text{ мин}$$

По формуле (1.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 1,389 + 1,96 = 3,349 \text{ мин}$$

По формуле (1.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 3,349 = 0,502 \text{ мин}$$

По формуле (1.6) определим штучное время;

$$T_{шт} = 1,389 + 1,96 + 0,502 = 3,851 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.} = 12 \text{ мин}$

По формуле (1.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 3,851 + \left(\frac{12}{8000}\right) = 3,851 \text{ мин}$$

## **КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

## 1. Техническое задание

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73. Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

<b>Раздел</b>	<b>Содержание раздела</b>
<i>Наименование</i>	<i>Восьмишпиндельная сверлильная головка.</i>
<i>Основание для разработки</i>	<i>Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «вал».</i>
<i>Цель и назначение разработки</i>	<i>Проектируемое приспособление должно обеспечить: одновременное получение восьми отверстий с требуемой точностью их рамеров и взаимного расположения; повышение производительности.</i>
<i>Технические требования</i>	<i>Тип производства – среднесерийный; программа выпуска - 8000 шт/год. Необходимо просверлить 8 отверстий диаметром <math>5,5^{+0,3}</math> мм с допуском взаимного расположения 0,05мм и шероховатостью поверхностью <math>R_a = 6,3</math></i>
<i>Документация, подлежащая разработке</i>	<i>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), сборный чертеж приспособления.</i>

## 2.Описание приспособление

Применение многошпиндельной головки позволяет повысить производительность обработки.

Приспособление предназначено для обработки 8 отверстий диаметром 5,5 мм, и глубиной 7 мм, оси которых лежат на диаметре 66 мм. Его крепление к станку осуществляется винтами М8 через отверстия в полукорпусе верхнем. Крутящий момент от шпинделя станка передается валиком 3, затем через зубчатое колесо 4 передается на шестерни 5. Шестерни 5 передают крутящий момент валу 6, являющемуся рабочим органом. Конический хвостовик сверла вставлен в отверстие вала 6.

Расчет крутящего момента сверлов:

$$M_{\text{кр}} = 10C_{\text{м}} * D^q * S^y * K_p$$

$$C_{\text{м}} = 0,0345 \quad q = 2 \quad y = 0,8 \quad K_p = 1 \quad \text{из табл.42 [4,ст.385]}$$

$$M_{\text{кр}} = 10 * 0,0345 * 5,5^2 * 0,06^{0,8} * 1 = 1,1 \text{ Н * М}$$

Компоновка приспособления приведена на Рис.1. Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А1.



## **III. Экономическая часть**

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л51	Хань Цзэли

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Материаловедение</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавр</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>15.03.01 Машиностроение</b>

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Материально-технические ресурсы: компьютер (35000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/КВт).</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Анализ конкурентных технических решений</i>	<i>Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление SWOT-анализа</i>
2. <i>Планирование проекта</i>	<i>Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта</i>
3. <i>Формирование бюджета на затраты проекта</i>	<i>Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплату, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы</i>
4. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. *Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;*
2. *Матрица SWOT*
3. *Дерево целей*
4. *График Ганта*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ШБИП.	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
158Л51	Хань Цзэли		

# 1. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

## 1 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешно противостоять своим соперникам.

Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 1.1).

таблица 1.1

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	4	3	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	3	2	4	0,7	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	1	2	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	5	2	4	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	3	3	1,5	0,8	1,1
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	5	4	3	0,6	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	2	3	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	5	4	4	0,04	0,05	0,05

10. Простота эксплуатации	0	5	3	4	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	2	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	3	2	0,3	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	2	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,05	3	2	3	0,12	0,04	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	2	3	0,3	0,3	0,3
5. Послепродажное обслуживание	0,04	3	2	3	0,16	0,11	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	2	3	0,08	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	3	2	4	0,02	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	3	0,2	0,16	0,07
Итого	1	65	50	55	4,32	2,86	2,98

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 65 \cdot 4,32 = 280,8$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum V_i \cdot B_i = 50 \cdot 2,86 = 143$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 55 \cdot 2,98 = 163,9$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способна выдерживать максимальные возможные нагрузки на прессах, где она будет использоваться. Также деталь является надежной, так как выполнена из конструкционной стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

## **2 SWOT-анализ проекта**

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 1.2).

Задача SWOT-анализа — дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Выводы, сделанные на его основе, носят описательный характер без рекомендаций и расстановки приоритетов.

SWOT-анализ проекта

Таблица 1.2

		Внутренние факторы	
		Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
<b>Внешние факторы</b>		<p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта</p> <p>С5. Актуальность проекта</p> <p>С6. Использование УП</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
	<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением;</p> <p>- При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами</p>	<p>-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>
	<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.</p>	<p>-Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>-Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

Таблица 1.3

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	-	+	+	+	-	+
	B2	+	+	-	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C2C3C4C6, B2C1C2C4C5C6, которые необходимо использовать, чтобы получить отдачу от возможностей во внешней среде.

Таблица 1.4

#### Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл2, за счет которых возможностей внешней среды организация сможет преодолеть имеющиеся слабости.

Таблица 1.5

#### Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	+	-	+	-	+
	У2	+	-	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С2С4С6, У2С1С6, которые необходимо использовать для устранения угроз.

Таблица 1.6

## Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующая коррелирующая сильная сторона и угроза: У1Сл1Сл2Сл3, которая необходимо избавиться, чтобы попытаться предотвратить нависшую угрозу.

Данные рекомендации по применению SWOT-анализа позволяют не только выявить основные минусы проекта, но и выявляет сильные стороны, способные повлиять на их возможное устранение, повышая конкурентоспособность проекта.

### 3 Планирование проекта

Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок.

Составим дерево целей проекта, учитывая все этапы работ, входящие в его реализацию (рисунок 1.3).

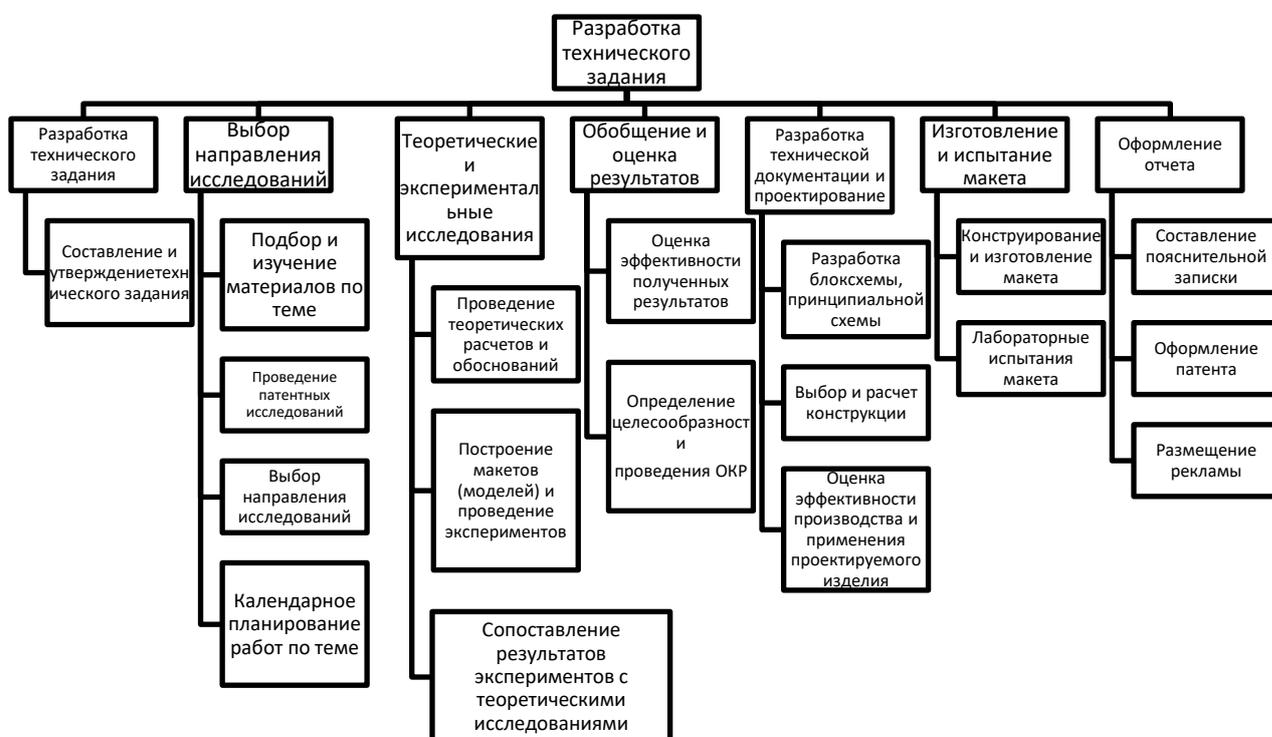


Рисунок 1.3 – Дерево целей

На основании дерева целей проекта составим табличную модель, определим основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения (таблица 1.7).

В данной работе проектная организация состоит из двух типов сотрудников:

Таблица 1.7 – Работы при реализации проекта

Номер	Наименование	Продолжительность, дней	Исполнители
1	Составление и утверждение технического задания	3	Руководитель темы, Студент- дипломник
2	Подбор и изучение материалов по тем	6	Руководитель темы, Студент- дипломник
3	Проведение патентных исследований	9	Студент- дипломник
4	Выбор направления исследований	6	Руководитель темы, Студент- дипломник
5	Календарное планирование работ по теме	4	Студент- дипломник
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	8	Студент- дипломник
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	10	Студент- дипломник
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
9	Оценка эффективности полученных результатов	11	Руководитель
10	Определение целесообразности проведения ОКР	10	Руководитель
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
12	Выбор и расчет конструкции	6	Руководитель темы, Студент- дипломник
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	5	Руководитель темы, Студент- дипломник
14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	9	Студент- дипломник
15	Лабораторные испытания макета	3	Студент- дипломник
16	Составление пояснительной записки	3	Студент- дипломник
17	Оформление патента	5	Руководитель темы, Студент- дипломник
18	Размещение рекламы	5	Студент- дипломник

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 1.8).

График Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работы.



- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 4.1. Расчет материальных затрат НИИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи}$$

где  $T$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;  $N_{расхи}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);  $C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);  $k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 1.4.1.

Таблица 1.4.1

#### Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Бумага для принтера А4 (500 листов)	Пачки	2	400	800
Краска для принтера	шт	1	750	750
Итого	1550			

Затраты на материалы 1550руб.

## 4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Таблица 1.4.2

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы $Z_m$ , руб
Ленточнопильный автоматический станок CAR 400 CUTERAL	шт	1	159999	159999
Токарный станок с ЧПУ серии KE-50D (DMTG)	шт.	1	1100000	1100000
Вертикальный обрабатывающий центр серии KVL 580 (SMTCL)	шт.	1	1150000	1150000
Радиально сверлильный станок серии KR (KMT)	шт.	1	650000	650000
RSM 1000 C – Круглошлифовальный станок	шт.	1	700000	700000
Итого, руб				3759999

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10

Мы работаем за 3 месяца, то есть:  $\frac{3759999}{10 \times 12} \times 3 = 94000$  руб.

## 4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}.$$

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

Основная заработная плата работника:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн. (таблица 8.3.1);

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

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

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дней  $M=11$  месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней  $M=10$  месяцев, 6-дневная неделя;

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

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

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

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

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

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

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35100 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{35100 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1755 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1755 \cdot 13 = 22815 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 22815 = 3080 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 19000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 37050 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{37050 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1852,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1852,5 \cdot 17 = 31495,5 \text{ руб};$$

$$Z_{доп} = K_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 31495,5 = 4251,5 \text{ руб.}$$

Таблица 1.4.3 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{TC}$ , 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	18000				35100	1755	13	22815		3080	25895
студент	19000	0,3	0,2	1,3	37050	1852,5	17	31495,5	0,135	4251,5	35747

#### 4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 1.4.4 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 1.4.4 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	22815	3080
Студент	31495,5	4251,5
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Руководитель	7768,5	
Студент	10724,1	

## 4.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

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

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

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

$$Z_{\text{нак}} = (3759999 + 18492,6 + 5547,8) \cdot 0,16 = 605500 \text{ руб.}$$

## 5 Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 8.5.1.

Таблица 8.5.1 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	3761549	84,6
2. Затраты по основной зарплате	54310,5	1,22
3. Затраты по дополнительной зарплате	7331,5	0,16
4. Отчисления во внебюджетные фонды	18492,6	0,42
5. Накладные расходы	605500	13,6
Бюджет затрат на проектирование	4447182	100

Бюджет всех затрат проекта равен 4447182 *рублей*. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (84,6 %).

## 6 Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

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

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

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

Таблица 1.6.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

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

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

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

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 117 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 4447182 рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибальной шкале  $I_p = 4,45$ , что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

## **IV. Социальная ответственность**

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л51	Хань Цзэли

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

<b>Разработка технологии изготовления детали « вал»</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом является вал из материал 40Х,и область применения детали: машиностроение</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Требования к организации оборудования</li> <li>– Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> <p>2.1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>действие фактора на организм человека;</li> <li>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>предлагаемые средства защиты;</li> <li>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>2.1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства</li> </ul>	<p>2.1.1. При производстве детали «вала» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, сверлильный станок. Производственные условия на участке характеризуются наличием вредных факторов (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ).</p> <p>2.1.2. Анализ опасных факторов производится с указанием средств защиты индивидуальной и коллективной. Выявленные опасные факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)</p>

<p>защиты);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul> <p>2.1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу(выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу(сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу(отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>В данном разделе производится анализ влияния производственных факторов на окружающую среду.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>В данном разделе приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации. Разработан ряд действий в результате возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий. В помещении имеется порошковый огнетушитель ОП - 4,и разработан план эвакуации.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Хань Цзэли		

## Введение

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало комплексного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей (диапазон частот: 5 Гц - 2 кГц, 2 кГц – 400 кГц), ионизирующего излучения, шума, статического электричества и др. (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»).

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека-оператора.

## 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

- 1.1. Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, а естественный свет падал преимущественно слева.
- 1.2. Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).
- 1.3. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.
- 1.4. Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>.
- 1.5. Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup> и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>.
- 1.6. Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20. Показатель дискомфорта в административно-общественных помещениях не более 40, в дошкольных и учебных помещениях не более 15.
- 1.7. Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 °с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м<sup>2</sup>, защитный угол светильников должен быть не менее 40°.
- 1.8. Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 °.
- 1.9. Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3 : 1 - 5 : 1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10 : 1. [6].

## 2.Производственная безопасность

### Анализ опасных и вредных факторов производственной среды

При обработке на заводе. Обзор возможных вредных производственных факторов произведём по стандартам, определяющим степень учёта их важности.

ГОСТ 12.2.007.0-75 распространяется на электротехнические изделия и устанавливает требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека следующих факторов, связанных с такими изделиями: электрического тока; электрической искры и дуги; движущихся частей изделия; частей изделия, нагревающихся до высоких температур; опасных и вредных материалов; используемых в конструкции изделия, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при его эксплуатации; шума и ультразвука; вибрации; электромагнитных полей, теплового, оптического и рентгеновского излучения.

Данный стандарт устанавливает также требования, снижающие вероятность возникновения пожара от: электрической искры и дуги; частей изделия, нагревающихся до высоких температур, в том числе от воздействия электромагнитных полей; применения пожароопасных материалов, используемых в изделии, выделяющих опасные и вредные вещества при эксплуатации и хранении. [11]

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
2.Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

Разберем основные вредные факторы и их нормирование.

## **Превышение уровня шума**

В данном цехе шум возникает при использовании оборудования, находящегося в цехе и при воздействии внешних факторов.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Уровни шума не должны превышать значений установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 17187 – 81, и проводится не реже двух раз в год.

- для цеха составляет 80 дБ;

Меры по борьбе с шумами:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;
- применение звукопоглощающих преград;
- применение глушителей шума;
- применение средств индивидуальной защиты от шума.

## **Недостаточная освещенность**

Работа инженера-разработчика имеет третий разряд точности, т.е. при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 300 лк (разряд зрительной работы IVа, минимальный размер предметов различения 0,5 – 1 мм). Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

## **Повышенный уровень вибрации**

При изучении действия вибрации на организм человека нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют 3–6 Гц, стоя — 5–12 Гц, грудной клетки — 5– 8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха. Источниками вибрации могут являться: станки, гидравлические

прессы, заточное оборудование, электрокары. В таблице 1 приведены нормы вибрации для производственных помещений.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с <sup>2</sup>
0,6-0,4	До 3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

*Таблица 1. Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий.*

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни.

В таблице 2 представлено влияние вибраций на организм человека в целом.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

*Таблица 2. Влияние вибрации на организм человека*

В последнее время принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки (спазмы периферических сосудов, приступы поворота пальцев рук на холоде, ослабление подвижности и боль в руках в покое и ночное время, потеря чувствительности пальцев, гипертрофия мышц); церебральную — от преимущественного воздействия вибрации на весь организм человека (общемозговые сосудистые нарушения и поражение головного мозга); смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

- низкочастотные вибрации (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц - для локальных вибраций);

- среднечастотные вибрации (8-16 Гц - для общих вибраций, 31,5-63 Гц - для локальных вибраций);

- высокочастотные вибрации (31,5-63 Гц - для общих вибраций, 125-1000 Гц - для локальных вибраций).

### **Микроклимат**

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°C, в теплый период года 23-25°C. Перепады температур воздуха в течении смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C. Относительная влажность воздуха в диапазоне 60-40%. Оптимальная скорость движения воздуха 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 20,0-21,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 24,1-25,0°C. Температура поверхностей 19,0-26,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 21,0-22,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 25,1-28,0°C. Температура поверхностей 20,0-29,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. При температурах воздуха 25°C и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5. СанПиН 2.2.4.548-96. При

температурах воздуха 26-28°C скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6. СанПиН 2.2.4.548-96. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup>.

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а также воздушное датирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.

- Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом, так в помещении с работающими ПЭВМ осуществляется кондиционирование воздуха, необходимое для поддержания необходимых параметров микроклимата независимо от внешних условий. В холодное время года параметры микроклимата поддерживаются системой водяного, воздушного или электрического отопления, в теплое - благодаря кондиционированию воздуха, с параметрами, отвечающими требованиям санитарным нормам безопасности СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям. СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

- Аэроионный состав воздуха производственных помещений оказывает влияние на самочувствие человека. Отклонения аэроионного состава от нормы во вдыхаемом воздухе может создавать угрозу для пользователя. Аэроионный состав воздуха должен соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.1294-03. К нормируемым показателями аэроионного состава воздуха относят: допустимый диапазон концентрации аэроионов обеих полярностей  $\rho^+$ ,  $\rho^{3/4}$ , характеризующийся количеством аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см<sup>3</sup>), допустимый диапазон коэффициента униполярной  $U$ , определяемый отношением концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

### **Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и

некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудования, источники индукционного тока.

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил, энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГц	-	-	200,0

Таблица 3. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

#### Средства защиты

Основным средством защиты является спецодежда, которая защищает человека от попадания горячей стружки, расплавленных частиц металла, искр, поражения электрическим током и т.п.

### 3. Экологическая безопасность

#### Защита атмосферы

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие экозащитные мероприятия:

- экологизация технологических процессов;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения и др.

Экологизация технологических процессов – это в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих

веществ. Кроме того необходима предварительная очистка топлива или замена его более экологичными видами, применение гидрообеспыливания, рециркуляция газов, перевод различных агрегатов на электроэнергию и др.

Очистка газовых выбросов от вредных примесей. Нынешний уровень технологий не позволяет добиться полного предотвращения поступления вредных примесей в атмосферу с газовыми выбросами. Поэтому повсеместно используются различные методы очистки отходящих газов от аэрозолей (пыли) и токсичных газо- и парообразных примесей (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и др.).

Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры.

Устройство санитарно-защитных зон и архитектурно-планировочные мероприятия.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д. [8]

## **Защита гидросферы**

Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения.

Для предупреждения от засорения принимают меры, исключая попадание в водоемы и реки строительного мусора, твердых отходов, разработанного грунта и других предметов, негативно влияющих на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важнейшая и очень сложная проблема – защита вод от загрязнения. С этой целью предусматривают следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, внедрение систем оборотного водоснабжения, утилизация отходов;
- очистка промышленных, коммунально-бытовых и др. сточных вод;
- передача сточных вод на другие предприятия, предъявляющие менее жесткие требования к качеству воды и если, содержащиеся в ней примеси, не

оказывают вредного воздействия на технологический процесс этих предприятий, а наоборот улучшают качество выпускаемой продукции (например, передача сточных вод химических предприятий на предприятия строительного производства)

- канализованное и санитарная очистка городов;
- очистка поверхностного стока городских, промышленных территорий;
- создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. В виду огромного разнообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механический, физико-химический, химический, биологический и др. В зависимости от характера загрязнения и степени вредности очистка сточных вод может производиться каким-либо одним методом или комплексом методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жироловушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические способы используют для очистки промышленных сточных вод.

При химической очистке в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак и др.), которые взаимодействуют с загрязнителями и выпадают в осадок.

При физико-химической очистке используют методы коагуляции, сорбции, флотации и др.

Для очистки коммунально-бытовых, промышленных стоков целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих, пищевых предприятий после механической очистки используют биологический метод. Этот метод основан на способности природных микроорганизмов, использовать для своего развития, органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах. Очистку производят на искусственных сооружениях (аэротанках, метантанках, биофильтрах и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды и др.). При очистке сточных вод образуется осадок, который удаляют для подсушивания на иловые площадки, а потом используют как удобрение. Однако при биологической очистке коммунально-бытовых сточных вод совместно с промышленными сточными водами, которые содержат тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнители накапливаются в осадках и использование их в качестве удобрений исключается. Возникает проблема обращения с осадками сточных вод во многих городах Украины, в том числе и в Харькове.

Важную защитную роль на любом водном объекте выполняют водоохранные зоны – это специальные зоны, устраиваемые вдоль берегов рек, озер, водохранилищ. Основное назначение – защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозионных наносов поверхностным стоком. Ширина водоохранных зон может составлять от 100 до 300 м и более. В пределах водоохранной зоны почва должна быть закреплена растительностью, высажены защитные лесные полосы, запрещается хозяйственная деятельность: распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов, удобрений, производство строительных работ, размещение складов, гаражей, животноводческих комплексов и др.

Контроль качества воды проводят для оценки возможности ее использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыбхозяйственного и технического назначения. Для оценки качества воды анализируют ее состав и физические свойства. Определяют температуру, запах, вкус, прозрачность, мутность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а также количество кишечных палочек в одном литре воды. Все приведенные показатели не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод заключаются в предотвращении истощения запасов их (путем регулирования водосбора) и загрязнения. [9]

### **Защита литосферы**

Принято различать естественное и антропогенное загрязнение почвы. Естественное загрязнение почв возникает в результате природных процессов в биосфере, происходящих без участия человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ из атмосферы, литосферы или гидросферы, например, в результате выветривания горных пород или выпадения осадков в виде дождя или снега, вымывающих загрязняющие ингредиенты из атмосферы.

Наиболее опасно для природных экосистем и человека антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Наиболее характерными загрязнителями являются пестициды, удобрения, тяжелые металлы и другие вещества промышленного происхождения.

Источники поступления загрязнителей в почву. Можно выделить следующие основные виды источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы только рассмотрим на сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основными видами промышленных отходов являются шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м<sup>3</sup> древесины, 200 м<sup>3</sup> воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев. Большую экономическую выгоду дает использование отходов из цветных металлов. Для получения 1 т меди из руды необходимо добыть из недр и переработать 700–800 т рудоносных пород.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются медленно, либо вообще не разлагаются. При их сжигании атмосфера загрязняется ядовитыми веществами. Наиболее эффективными способами предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами является их вторичная

переработка (рецикле) и разработка биodeградирующих полимерных материалов. В настоящее время в мире утилизируется лишь небольшая часть из ежегодно выпускаемых 80 млн. т пластмасс. Между тем, из 1 т отходов полиэтилена получается 860 кг новых изделий. 1 т использованных полимеров экономит 5 т нефти.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию в качестве вторичных ресурсов, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Для переработки твердых бытовых отходов находят широкое применение биотехнологические методы: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробная ферментация, вермикомпостирование. [10].

## 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно-конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов. [10].

### Пожарная безопасность

Согласно ГОСТ 12.1.033 – 81 понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) сотрудники лаборатории должны пройти противопожарный инструктаж;

б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;

в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;

г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

Все производства подразделяются по пожароопасности на 5 основных категорий согласно ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», для большинства помещений рабочего места установлена категория «В». В помещение, где идет монтаж и наладка привода, установлен пожарный щит. Установлены огнетушители типа ОУ – 8, ОВП – 10 имеется пожарный кран и емкости с песком. [7].

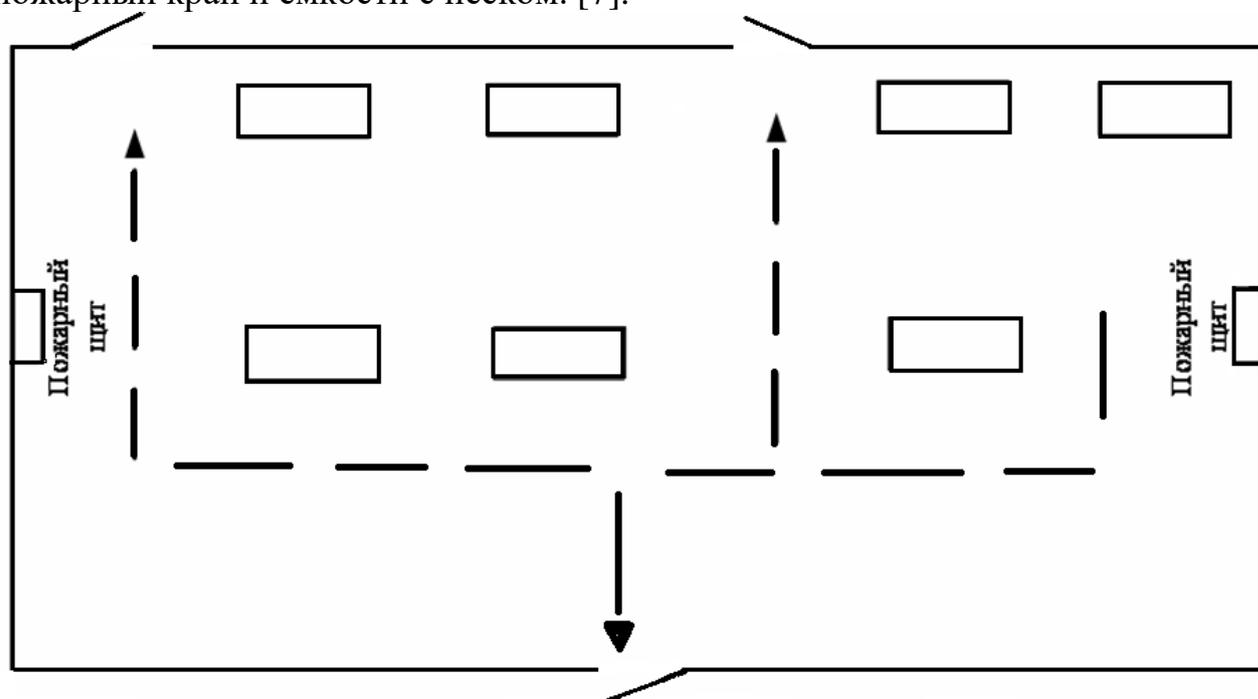


Рис.1 План эвакуации

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы экологичности и безопасности, проводится анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения, осуществляется анализ влияния производственных факторов на окружающую среду, приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации. Разработан ряд действий в результате возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий. В помещении имеется порошковый огнетушитель ОП – 4, и разработан план действий при типичных чрезвычайных ситуациях

## Список литературы

- 1, Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф.Скворцов. - Томск: издательство ТПУ, 2006. - 99 с.
- 2, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. Горбачевич А.Ф. Шкрел В.А. 2015-256 с.
- 3, Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А.Панов, В.В.Аникин и др. 2004. - 784 с.
- 4, Справочник технолога-машиностроителя 2. Дальский А.М., Суслов А.Г., 2003 г. 944 с.
- 5, Арутюнова Д.В. Стратегический менеджмент Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. 122 с.
- 6, У. Кларк График Ганта учет и планирование работы 1931г.
- 7, Пупатенко К.В. Обеспечение безопасности при производстве путевых работ: Методические указания на выполнение раздела — Безопасность жизнедеятельности // дипломного проекта. , 2000. – 43 с.
- 8, Безопасность жизнедеятельности Ч.2. Охрана труда на железнодорожном транспорте К. Б. Кузнецов, В. И. Бекасов, В. К. Васин, А. П. Мезенцев, Ю. П. Чепульский; под ред., 2006- 536 с.
- 9, Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
- 10, ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.  
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
- 11, СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
- 12, "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ.