

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт ИК  
Направление подготовки Машиностроение  
Кафедра ТМСПР

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления выходного вала редуктора с промежуточными телами качения</b>

УДК 621.81-2.002:622.24.054

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Семёнов Артём		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Н.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Д.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин А.Д.			

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---



Институт Кибернетики

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Кафедра ТМСПР

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Вильнин А.Д.

(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
8Л31	Семёнов Артём

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления выходного вала редуктора с промежуточными телами качения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	1.03.2017 №1480/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	8.06.2017
--	-----------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертеж детали, годовая программа выпуска
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, анализ конструкции детали на технологичность, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и норм времени, конструирование специального приспособления для операции сверления.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали (1 лист формата А3), чертеж 3D-модели выходного вала (1 лист формата А2), чертеж поковки (1 лист формата А3), размерный анализ (1 лист формата А1), спроектированный ТП (3 листа формата А1), сконструированное специальное приспособление (1 лист формата А2).
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический и конструкторский	Коротков Владимир Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Надежда Александровна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	1.02.2017
---	-----------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Коротков Владимир Сергеевич	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Семёнов Артём		

## Содержание

Введение .....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	6
1.1 Определение типа производства .....	7
1.2 Анализ технологичности конструкции детали .....	8
1.3 Выбор исходной заготовки .....	9
1.4 Разработка технологического маршрута изготовления выходного вала (сепаратора) .....	9
1.5 Размерный анализ технологического процесса .....	15
1.6 Назначение допусков на технологические размеры .....	16
1.7 Расчет минимальных припусков на технологические размеры .....	20
1.8 Расчет технологических размеров .....	23
1.9 Расчет режимов резания .....	36
1.10 Расчет норм времени технологического процесса .....	43
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	68
2.1 Анализ исходных данных .....	69
2.2 Описание и принцип работы приспособления .....	69
2.3 Силовой расчет пневмозажима (рисунок 2.1) .....	71
2.4 Погрешность базирования .....	74
3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» .....	78
Общие положения .....	78
3.1 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы» .....	79
3.2 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты» .....	79
3.3 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих» .....	80
3.4 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» .....	81
3.5 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения» .....	82
3.6 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования» .....	82
3.7 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы» .....	88
3.8 Расчет затрат по статье «Технологические потери» .....	88
3.9 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы» .....	89

3.10 Расчет затрат по статье «Потери брака» .....	89
3.11 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы» .....	89
3.12 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию».....	90
3.13 Расчет прибыли.....	90
3.14 Расчет НДС .....	90
3.15 Цена изделия.....	90
4. Социальная ответственность.....	91
4.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды ...	94
4.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды .	104
4.3. Охрана окружающей среды.....	108
4.4. Защита в ЧС .....	110
4.5.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	111
Заключение.....	113
Список литературы.....	114

## **Введение**

В настоящее время в строительстве и других отраслях промышленности широко применяют ручные машины различного назначения. К ручным машинам предъявляют повышенные требования к габаритам, массе и техническим характеристикам. Для надежной и бесперебойной работы ручной машины электробур с редуктором с промежуточными телами качения необходимо изготовить комплект деталей с высокими эксплуатационными характеристиками. Одной из деталей, влияющей на долговечность и надежность работы всего механизма, является выходной вал-сепаратор. Поэтому необходимо разработать эффективный технологический процесс изготовления этой детали на современном уровне, который будет отвечать всем нормам и требованиям.

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 частей.

В технологической части работы произведено определение типа производства, выполнен анализ технологичности конструкции детали, произведен выбор исходной заготовки, разработан технологический маршрут изготовления, выполнен размерный анализ технологического процесса, произведен расчет припусков и технологических размеров, рассчитаны режимы резания и нормы времени.

В конструкторской части сконструирована технологическая оснастка для операции сверления, описан принцип работы и сборки механизма, выполнен прочностной расчет, вычислена погрешность базирования.

В экономической части произведен расчет себестоимости изготовления и цены изделия при выбранном оборудовании и техническом оснащении.

В социальной ответственности выполнен анализ вредных факторов и веществ на территории технологического бюро, рассмотрены методы предотвращения и борьбы с ними в соответствии с нормативной документацией.

# **1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## 1.1 Определение типа производства

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

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{г}}}{T_{\text{ср}}},$$

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

$T_{\text{ср}}$  – среднее штучное время, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [3, стр.21]:

$$t_{\text{г}} = \frac{F_2}{N_2},$$

где  $F_2$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_2$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 5

[1] при двухсменном режиме работы:  $F_r = 3946$  ч.

Тогда:

$$t_{\text{г}} = \frac{F_2}{N_2} = \frac{3946 \cdot 60}{5000} = 157,84 \text{ мин.};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к}i}}{n} = \frac{67,5}{9} = 7,5 \text{ мин.},$$

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

n – количество основных операций.

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{с}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{157,85}{7,5} = 21,04$$

Так как  $20 < K_{з.о} < 40$ , то тип производства мелкосерийный.

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – выходной вал (сепаратор) волнового редуктора, изготовлен из стали 40Х, которая хорошо поддается механической обработке. Деталь имеет достаточно сложную форму (значительный перепад диаметров с  $\varnothing 20\text{мм}$  по  $\varnothing 87,4\text{ мм}$ , 59 пазов для тел качения в тонкостенном сепараторе, поверхности под посадки колец подшипников качения), поэтому механическую обработку необходимо выполнять не только на универсальных станках, но и на станках с числовым программным управлением и используя при этом простой инструмент и оснастку. В детали не ко всем поверхностям обеспечивается свободный доступ инструмента. Например: поверхность под наружное кольцо подшипника  $\varnothing 26H7$ . Деталь является не жесткой т.к. толщина стенки сепаратора равна 1 мм.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется, за исключением размеров:  $\varnothing 25h7$ ,  $\varnothing 26js9$ ,  $\varnothing 87,4h8$ .

Общее требование чертежа по шероховатости поверхностей имеет параметр Ra 12,5, но две поверхности, предназначенные под посадки колец

подшипников должны иметь параметр Ra 0,25, что достигается шлифовальной операцией.

Требований по термообработке следующие: по условиям эксплуатации требуется мягкая сердцевина и твердая поверхность контакта ролика с сепаратором, поэтому для обработки пазов и эксплуатирования детали необходима предварительная закалка до 38...42 HRC и после обработки пазов – азотирование, где достигается максимальная твердость поверхности 60...62 HRC.

С учетом вышесказанного конструкция детали является технологичной.

### **1.3 Выбор исходной заготовки**

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 40X), её габаритов, формы и массы, требований к механическим свойствам (термообработка), а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – поковку.

### **1.4 Разработка технологического маршрута изготовления выходного вала (сепаратора)**

Технологический маршрут изготовления выходного вала (сепаратора) представлен в таблице 1.1

Таблица 1.1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов.	Операционный эскиз
операции	перехода		
00	1	<u>Заготовительная:</u> <u>поковка</u>	
005	A	<p><u>Токарная</u></p> <p>Установить и закрепить заготовку.</p> <p>1 Подрезать торец предварительно, выдерживая размер <math>A_{11}</math>.</p> <p>2 Точить наружную поверхность предварительно, выдерживая размер <math>D_{11}</math>.</p>	<p>Установ А</p>

Номер	Наименование и содержание операций и переходов.		Операционный эскиз
	операции	перехода	
010		<p><u>Токарная:</u></p> <p>A Установить и закрепить заготовку.</p> <p>1 Подрезать торец, выдерживая размер <math>A_{21}</math>.</p> <p>2 Точить наружную поверхность выдерживая размер <math>D_{21}</math>.</p>	<p>Установ А</p>
015		<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>A Установить и закрепить заготовку.</p> <p>1 Подрезать торец, выдерживая размер <math>A_{31}</math></p> <p>2 Центровать отверстие.</p> <p>3 Поджать заготовку задним центром.</p> <p>4 Точить поверхность <math>\phi D_{31}</math>, выдерживая размер <math>A_{31}</math>.</p> <p>5 Точить поверхность <math>\phi D_{32}</math> выдерживая размер <math>A_{32}</math>.</p> <p>6 Точить поверхность <math>\phi D_{33}</math>, выдерживая размеры <math>A_{33}</math>.</p> <p>7 Точить поверхность <math>\phi D_{35}</math> окончательно, выдерживая размер <math>A_{34}</math>.</p> <p>8 Точить фаски, выдерживая размеры <math>A_{35}, A_{36}, A_{37}, A_{38}, A_{39}</math>.</p> <p>9 Точить канавку <math>\phi D_{34}</math>, выдерживая размеры <math>A_{310}, A_{311}</math>.</p> <p>10 Точить канавку <math>\phi D_{36}</math>, для выхода шлифовального шлифовального круга по ГОСТ 8820-69.</p>	<p>Установ А</p>

Номер		Наименование и содержание операций и переходов.	Операционный эскиз
операции	перехода		
020	<p><u>Токарная</u></p> <p>A Установить и закрепить заготовку.</p> <p>1 Подрезать торец, выдерживая размер <math>A_{41}</math>.</p> <p>2 Точить внутреннюю поверхность, выдерживая размеры <math>D_{41}</math>, <math>A_{41}</math>.</p> <p>3 Точить внутреннюю поверхность, выдерживая размеры <math>D_{42}</math>, <math>A_{42}</math>.</p> <p>4 Точить внутреннюю поверхность, выдерживая размеры <math>D_{43}</math>, <math>A_{43}</math>.</p> <p>5 Точить внутреннюю поверхность, выдерживая размеры <math>D_{44}</math>, <math>A_{44}</math>.</p> <p>6 Центровать отверстие.</p>	<p>Установ A</p>	
025	<p><u>Сверлильная</u></p> <p>A Установить и закрепить заготовку.</p> <p>1 Сверлить отверстие <math>\phi D_{51}</math>, выдерживая размер <math>A_{51}</math>.</p>	<p>Установ A</p>	
030	<p><u>Термическая</u></p> <p>Калить в масле при температуре 840...860 °С.</p> <p>Отпустить при температуре 450...500 °С.</p>		

Номер		Наименование и содержание операций и переходов.	Операционный эскиз
операции	перехода		
035		<u>Фрезерная с ЧПУ</u>	<p>Установ А</p>
	А	Установить и закрепить заготовку.	
	1	Фрезеровать 59 пазов, выдерживая размеры $A_{71}$ и $A_{72}$ .	
040		<u>Слесарная</u>	<p>Установ А</p>
	1	Снять заусенцы, притупить острые кромки	
045		<u>Круглошлифовальная</u>	<p>Установ А</p>
	А	Установить и закрепить заготовку.	
	1	Шлифовать поверхность $\phi D_{91}$ , выдерживая размер $A_{91}$ .	
	2	Шлифовать поверхность $\phi D_{92}$ , выдерживая размер $A_{92}$ .	
	3	Шлифовать поверхность $\phi D_{93}$ .	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов.	Операционный эскиз
операции	перехода		
050	A 1	<p><u>Внутришлифовальная</u></p> <p>Установить и закрепить заготовку.</p> <p>Шлифовать поверхность <math>\phi D_{101}</math>, выдерживая размеры <math>A_{101}</math>, <math>A_{102}</math>.</p>	<p>Установ А</p>
055	1	<p><u>Химико-термическая</u></p> <p>Азотировать поверхность детали на глубину <math>h = 0,15 - 0,3</math> мм до HRC 63..65</p>	
060		<p><u>Контрольная</u></p>	

## 1.5 Размерный анализ технологического процесса.

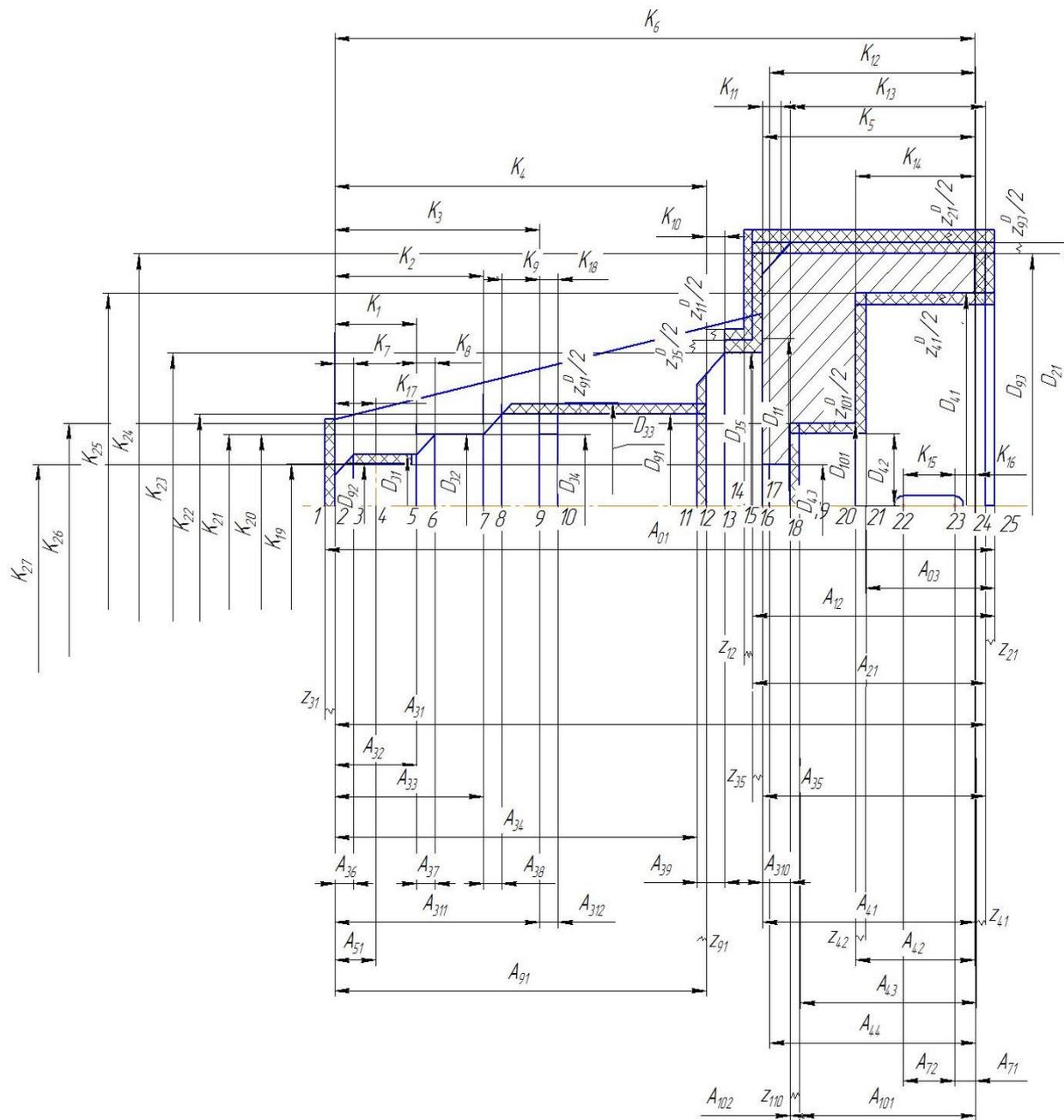


Рисунок 1.5.1 – Размерная схема изготовления выходного вала.

## 1.6 Назначение допусков на технологические размеры.

По ГОСТ 7505–89 назначаем основные отклонения от формы исходной заготовки (поковки) :  $\rho = 0,9$  мм.

1. Назначение допусков на осевые технологические размеры:

1) Размер  $A_{11}$  :

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_0 = 0,3 + 0,9 = 1,2 \text{ мм}$$

Где  $\omega_c$  – статистическая погрешность обработки на универсальном токарном станке;

$\rho_0$  – погрешность формы, полученная на предыдущей операции.

2) Размер  $A_{21}$  :

$$TA_{21} = \omega_c + 0,06\rho_0 = 0,3 + 0,05 = 0,35 \text{ мм}$$

4) Размер  $A_{31}$  :

$$TA_{31} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}$$

5) Размер  $A_{32}$  :

$$TA_{32} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}$$

6) Размер  $A_{33}$  :

$$TA_{33} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}$$

7) Размер  $A_{34}$  :

$$TA_{34} = \omega_c = 0,4 \text{ мм}$$

8) Размер  $A_{35}$  :

$$TA_{35} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}$$

9) Размер  $A_{36}$  :

$$TA_{36} = TK_7 = 0.1\text{мм}$$

10) Размер  $A_{37}$  :

$$TA_{37} = TK_8 = 0.1\text{мм}$$

11) Размер  $A_{38}$  :

$$TA_{38} = TK_9 = 0.1\text{мм}$$

12) Размер  $A_{39}$  :

$$TA_{39} = TK_{10} = 0.1\text{мм}$$

13) Размер  $A_{310}$  :

$$TA_{310} = TK_{11} = 0.1\text{мм}$$

13) Размер  $A_{311}$  :

$$TA_{311} = TK_3 = 0,3\text{мм}$$

14) Размер  $A_{312}$  :

$$TA_{312} = TK_{18} = 0.1\text{мм}$$

15) Размер  $A_{41}$  :

$$TA_{41} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

16) Размер  $A_{42}$  :

$$TA_{42} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

17) Размер  $A_{43}$  :

$$TA_{43} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

18) Размер  $A_{44}$  :

$$TA_{42} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

19) Размер  $A_{51}$ :

$$TA_{51} = \omega_c = 0,45\text{мм}$$

Где  $\omega_c$  – статистическая погрешность обработки на универсальном сверлильном станке;

20) Размер  $A_{71}$ :

$$TA_{71} = TK_{16} = 0,3\text{мм}$$

21) Размер  $A_{72}$ :

$$TA_{72} = TK_{15} = 0,36\text{мм}$$

20) Размер  $A_{91}$ :

$$TA_{91} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

Где  $\omega_c$  – статистическая погрешность обработки на универсальном круглошлифовальном станке;

21) Размер  $A_{110}$ :

$$TA_{110} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

Где  $\omega_c$  – статистическая погрешность обработки на универсальном внутришлифовальном станке;

2. Назначение допусков на диаметральные технологические размеры

1) Размер  $D_{11}$ :

$$TD_{11} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

Где  $\omega_c$  – статистическая погрешность обработки на универсальном токарном станке;

$\rho_0$  – погрешность формы, полученная на заготовительной операции.

2) Размер  $D_{21}$ :

$$TD_{21} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

3) Размер  $D_{31}$ :

$$TD_{31} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

4) Размер  $D_{32}$ :

$$TD_{32} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

5) Размер  $D_{33}$ :

$$TD_{33} = TK = 0,21\text{мм}$$

6) Размер  $D_{34}$ :

$$TD_{34} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

7) Размер  $D_{35}$ :

$$TD_{35} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

8) Размер  $D_{41}$ :

$$TD_{41} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

9) Размер  $D_{42}$ :

$$TD_{42} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

10) Размер  $D_{43}$ :

$$TD_{43} = \omega_c = 0,3\text{мм}$$

11) Размер  $D_{91}$  :

$$TD_{91} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

Где  $\omega_c$  – статистическая погрешность обработки на универсальном круглошлифовальном станке;

12) Размер  $D_{92}$  :

$$TD_{92} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

13) Размер  $D_{93}$  :

$$TD_{93} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

14) Размер  $D_{110}$  :

$$TD_{110} = \omega_c = 0,1\text{мм}$$

Где  $\omega_c$  – статистическая погрешность обработки на универсальном внутришлифовальном станке;

## 1.7 Расчет минимальных припусков на технологические размеры

1. Расчет минимальных припусков на осевые технологические размеры [3].

1) Припуск  $z_{1\min}$  :

$$z_{1\min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 0,4 + 0,5 + 0,1 = 1\text{мм}$$

Где  $Rz_0$  – шероховатость, полученная на заготовительной операции;

$h_0$  – толщина дефектного слоя, полученная на заготовительной операции;

$\rho_0$  – точность геометрической формы при точении.

2) Припуск  $z_{2\min}$  :

$$z_{21\min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 0,4 + 0,5 + 0,1 = 1\text{мм}$$

3) Припуск  $z_{31\min}$  :

$$z_{31\min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 0,4 + 0,5 + 0,1 = 1\text{мм}$$

4) Припуск  $z_{34\min}$  :

$$z_{34\min} = Rz_0 + h_0 = 0,1 + 0,1 = 0,2\text{мм}$$

5) Припуск  $z_{41\min}$  :

$$z_{41\min} = Rz_0 + h_0 = 0,4 + 0,1 = 0,5\text{мм}$$

5) Припуск  $z_{42\min}$  :

$$z_{42\min} = Rz_0 + h_0 = 0,4 + 0,1 = 0,5\text{мм}$$

2) Припуск  $z_{91\min}$  :

$$z_{91\min} = Rz_1 + h_1 = 0,1 + 0,1 = 0,2\text{мм}$$

Где  $Rz_1$  – шероховатость, полученная на черновой токарной операции;

$h_1$  – толщина дефектного слоя, полученная на черновой токарной операции;

3) Припуск  $z_{101\min}$  :

$$z_{101\min} = Rz_2 + h_2 = 0,1 + 0,1 = 0,2\text{мм}$$

2. Расчет минимальных припусков на диаметральные технологические размеры

1) Припуск  $z_{11\min}^D$  :

$$z_{11\min}^D = 2(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2(0,4 + 0,5 + \sqrt{0,1^2 + 0,04^2}) = 2\text{мм}$$

Где  $Rz_1$  – шероховатость, полученная на заготовительной операции;

$h_1$  – толщина дефектного слоя, полученная на заготовительной операции;

$\varepsilon_1$  – погрешность установки в трехкулачковом патроне.

2) Припуск  $z_{21\min}^D$  :

$$z_{21\min}^D = 2(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_2^2}) = 2(0,4 + 0,5 + \sqrt{0,1^2 + 0,06^2}) = 2\text{мм}$$

3) Припуск  $z_{35\min}^D$  :

$$z_{35\min}^D = 2(Rz_1 + h_1) = 2(0,1 + 0,1) = 0,4\text{мм}$$

Где  $Rz_1$  – шероховатость, полученная на черновой токарной операции;

$h_1$  – толщина дефектного слоя, полученная на черновой токарной операции;

4) Припуск  $z_{41\min}^D$  :

$$z_{41\min}^D = 2(Rz_0 + h_0 + \rho_0) = 2(0,4 + 0,5 + 0,1) = 2\text{мм}$$

5) Припуск  $z_{91\min}^D$  :

$$z_{91\min}^D = 2(Rz_1 + h_1) = 2(0,1 + 0,1) = 0,4\text{мм}$$

Где  $Rz_1$  – шероховатость, полученная на черновой токарной операции;

$h_1$  – толщина дефектного слоя, полученная на черновой токарной операции;

6) Припуск  $z_{92\min}^D$  :

$$z_{92\min}^D = 2(Rz_1 + h_1) = 2(0,1 + 0,1) = 0,4\text{мм}$$

7) Припуск  $z_{93\min}^D$  :

$$z_{93\min}^D = 2(Rz_1 + h_1) = 2(0,1 + 0,1) = 0,4\text{мм}$$

8) Припуск  $z_{101\min}^D$  :

$$z_{101\min}^D = 2(Rz_2 + h_2) = 2(0,1 + 0,1) = 0,4\text{мм}$$

## 1.8 Расчет технологических размеров

### 1.8.1. Расчет осевых технологических размеров (Рисунок 1.8.1).

Расчет ведется методом среднего значения поля допуска.

1) Размер  $A_{101}$ :

$$A_{101} = K_{13} = 25_{-0,25} \text{ мм.}$$

2) Размер  $A_{43}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{101CP}$

$$z_{101CP} = z_{101min} + \frac{TA_{101} + TA_{43}}{2} = 0,2 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,45 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{43}$ :

$$A_{43CP} = A_{101CP} - z_{101cp} = 24,88 - 0,65 = 24,43 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{43} = 24,5_{-0,3} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{101CP}$ :

$$z_{101} = A_{101} - A_{43} = 25_{-0,25} - 24,4_{-0,3} = 0,5_{-0,25}^{+0,3} \text{ мм.}$$

3) Размер  $A_{101}$ :

$$A_{101} = z_{101} = 0,7_{-0,25}^{+0,3} \text{ мм.}$$

4) Размер  $A_{101}$ :

$$A_{91} = K_4 = 80_{-0,74} \text{ мм.}$$

5) Размер  $A_{43}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{91CP}$

$$z_{91CP} = z_{91\min} + \frac{TA_{91} + TA_{34}}{2} = 0,2 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{34}$  :

$$A_{34CP} = A_{91CP} - z_{91cp} = 79,63 - 0,5 = 79,13 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{34} = 79,1_{-0,4} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{91CP}$  :

$$z_{101} = A_{91} - A_{34} = 80_{-0,74} - 79,1_{-0,4} = 0,9_{-0,74}^{+0,4} \text{ мм.}$$

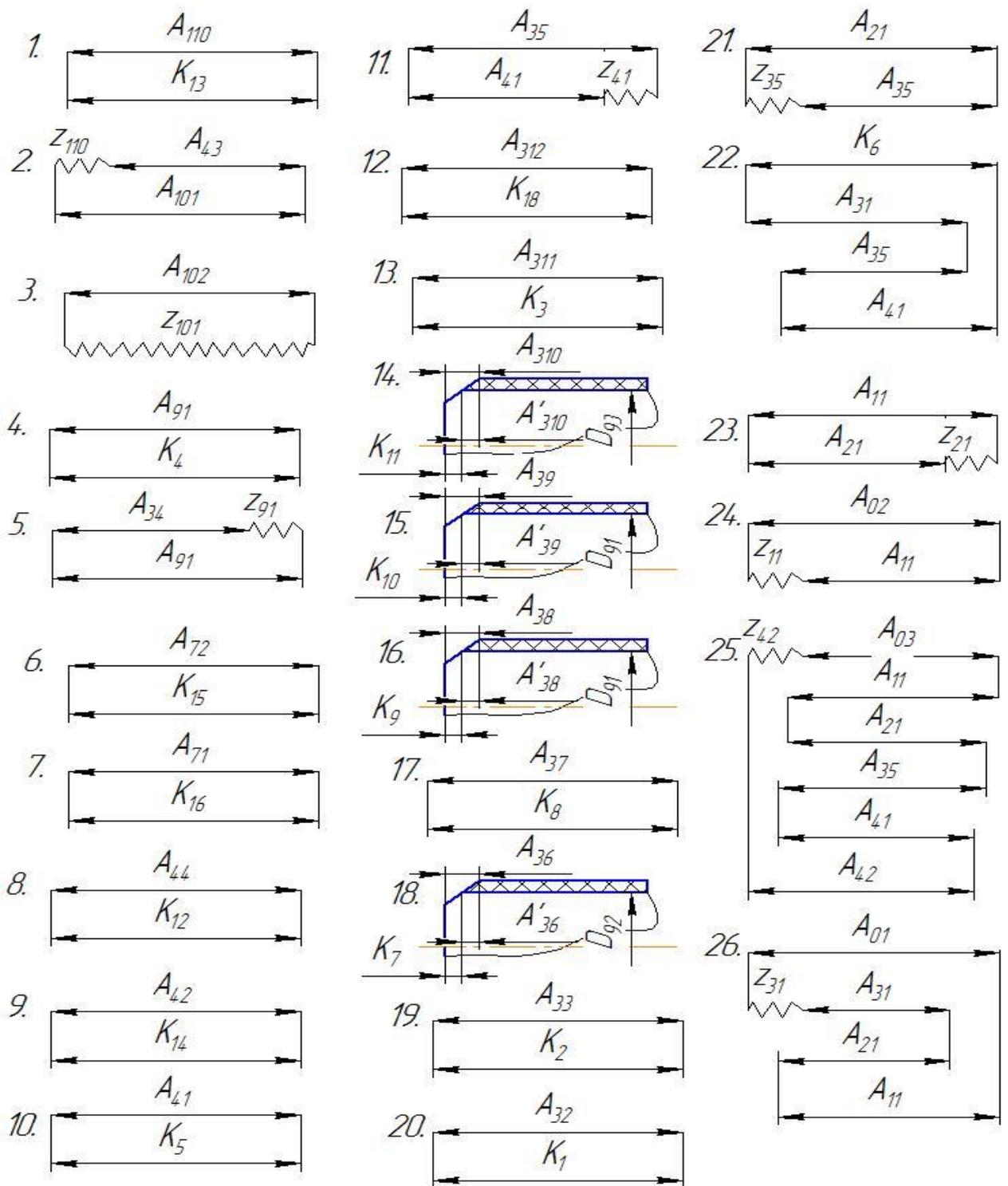


Рисунок 1.8.1 – Расчет осевых технологических размеров.

б) Размер  $A_{72}$ :

$$A_{72} = K_{15} = 8_{-0,36} \text{ мм.}$$

7) Размер  $A_{71}$  :

$$A_{72} = K_{16} = 3,5_{-0,3}^{+0,3} \text{ мм.}$$

8) Размер  $A_{44}$  :

$$A_{44} = K_{12} = 26_{-0,52} \text{ мм.}$$

9) Размер  $A_{42}$  :

$$A_{42} = K_{14} = 17_{-0,43} \text{ мм.}$$

10) Размер  $A_{41}$  :

$$A_{41} = K_5 = 26_{-0,2} \text{ мм.}$$

11) Размер  $A_{35}$  :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{41CP}$

$$z_{41CP} = z_{41\min} + \frac{TA_{41} + TA_{35}}{2} = 0,5 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,75 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{34}$  :

$$A_{35CP} = A_{41CP} + z_{41CP} = 25,74 + 0,825 = 26,49 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{35} = 26,7_{-0,3} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{41CP}$  :

$$z_{41} = A_{35} - A_{41} = 26,7_{-0,3} - 26_{-0,52} = 0,7_{-0,3}^{+0,52} \text{ мм.}$$

12) Размер  $A_{312}$  :

$$A_{312} = K_{18} = 1,4^{+0,14} \text{ мм.}$$

13) Размер  $A_{311}$  :

$$A_{311} = K_3 = 45_{-0,62} \text{ мм.}$$

14) Размер  $A_{310}$  :

Общий допуск на технологический размер  $A_{36}$  складывается как:

$$\sum TA_{310} = TA_{310} + TA'_{310} = 0,2 + 0,16 = 0,36$$

Отсюда  $TA'_{310}$  определяется как:

$$TA'_{310} = \frac{Tz_{93}^D}{2} = \frac{0,321}{2} = 0,16 \text{ мм}$$

Условие  $TK_{11} \geq \sum TA_{310}$ , выполняется  $0,4 \geq 0,36$

15) Размер  $A_{39}$  :

Общий допуск на технологический размер  $A_{310}$  складывается как:

$$\sum TA_{39} = TA_{39} + TA'_{39} = 0,2 + 0,16 = 0,36$$

Отсюда  $TA'_{36}$  определяется как:

$$TA'_{39} = \frac{Tz_{91}^D}{2} = \frac{0,321}{2} = 0,16 \text{ мм}$$

Условие  $TK_{10} \geq \sum TA_{39}$ , выполняется  $0,4 \geq 0,36$

16) Размер  $A_{38}$  :

Общий допуск на технологический размер  $A_{38}$  складывается как:

$$\sum TA_{38} = TA_{38} + TA'_{38} = 0,2 + 0,16 = 0,36$$

Отсюда  $TA'_{36}$  определяется как:

$$TA'_{38} = \frac{Tz_{91}^D}{2} = \frac{0,321}{2} = 0,16 \text{ мм}$$

Условие  $TK_9 \geq \sum TA_{38}$ , выполняется  $0,4 \geq 0,36$

17) Размер  $A_{37}$  :

$$A_{37} = K_8 = 1_{-0,1} \text{ мм.}$$

18) Размер  $A_{36}$  :

Общий допуск на технологический размер  $A_{36}$  складывается как:

$$\sum TA_{36} = TA_{36} + TA'_{36} = 0,2 + 0,16 = 0,36$$

Отсюда  $TA'_{36}$  определяется как:

$$TA'_{36} = \frac{Tz_{92}^D}{2} = \frac{0,321}{2} = 0,16 \text{ мм}$$

Условие  $TK_7 \geq \sum TA_{36}$ , выполняется  $0,4 \geq 0,36$

19) Размер  $A_{33}$  :

$$A_{33} = K_2 = 40_{-0,62} \text{ мм.}$$

20) Размер  $A_{32}$  :

$$A_{32} = K_1 = 30_{-0,52} \text{ мм.}$$

21) Размер  $A_{21}$  :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{35CP}$

$$z_{35CP} = z_{35\min} + \frac{TA_{21} + TA_{35}}{2} = 0,2 + \frac{0,35 + 0,3}{2} = 0,525 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{21}$  :

$$A_{21CP} = A_{35CP} + z_{35CP} = 26,565 + 0,55 = 27,09 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{21} = 27,35_{-0,35} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{35CP}$  :

$$z_{35} = A_{21} - A_{35} = 27,35_{-0,35} - 26,6_{-0,3} = 0,65_{-0,35}^{+0,3} \text{ мм.}$$

22) Размер  $A_{31}$ :

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{31}$ :

$$A_{31CP} = K_{6CP} - A_{41CP} + A_{35CP} = 109,56 - 25,9 + 26,45 = 110,11 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{31} = 110,2_{-0,3} \text{ мм.}$

Проверка:

$$K_6 = A_{31} + A_{41} - A_{35} = 110,2_{-0,3} + 26_{-0,2} - 26,5_{-0,3} = 109,7_{-0,5}^{+0,3} \text{ мм.}$$

При значении конструкторского размера на чертеже  $K_6 = 110_{-0,87} \text{ мм}$  обеспечение точности выполняется.

23) Размер  $A_{11}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{21CP}$

$$z_{21CP} = z_{21\min} + \frac{TA_{21} + TA_{11}}{2} = 1 + \frac{0,35 + 1,2}{2} = 1,775 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{11}$ :

$$A_{11CP} = A_{21CP} + z_{21CP} = 26,93 + 1,775 = 28,705 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{11} = 29,3_{-1} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{21CP}$ :

$$z_{21} = A_{11} - A_{21} = 29,3_{-1} - 27,1_{-0,35} = 2,2_{-1}^{+0,35} \text{ мм.}$$

24) Размер  $A_{02}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{11CP}$

$$z_{11CP} = z_{11\min} + \frac{TA_{02} + TA_{11}}{2} = 1,2 + \frac{1 + 1,2}{2} = 2,3 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{11}$  :

$$A_{02CP} = A_{11CP} + z_{11CP} = 28,3 + 2,3 = 30,6 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{02} = 31_{-1} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{11}$  :

$$z_{11} = A_{11} - A_{21} = 31_{-1} - 28,8_{-1} = 2,2_{-1}^{+1} \text{ мм.}$$

25) Размер  $A_{03}$  :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{42CP}$

$$\begin{aligned} z_{42CP} &= z_{42\min} + \frac{TA_{03} + TA_{11} + TA_{21} + TA_{35} + TA_{41} + TA_{42}}{2} = \\ &= 0,5 + \frac{1 + 1,2 + 0,35 + 0,3 + 0,2 + 0,3}{2} = 2,175 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{03}$  :

$$\begin{aligned} A_{03CP} &= A_{11CP} + A_{35CP} + A_{42CP} - A_{21CP} - A_{41CP} + z_{42CP} = \\ &= 28,3 + 26,45 + 16,79 - 26,93 - 25,9 - 2,175 = 16,535 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{03} = 16_{-1} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{21}$  :

$$\begin{aligned} z_{42} &= A_{11} + A_{35} + A_{42} - A_{03} - A_{21} - A_{41} = \\ &= 28,8_{-1} + 26,5_{-0,3} + 17_{-0,43} - 16_{-1} - 27,1_{-0,35} - 26_{-0,2} = 3,2_{-1,73}^{+1,55} \text{ мм.} \end{aligned}$$

26) Размер  $A_{01}$  :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{31CP}$

$$z_{31CP} = z_{31\min} + \frac{TA_{01} + TA_{31} + TA_{21} + TA_{11}}{2} = 1 + \frac{1 + 0,3 + 0,35 + 1,2}{2} = 2,425 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{11}$  :

$$A_{01CP} = A_{31CP} + A_{11CP} + z_{31CP} - A_{21CP} = 110,05 + 28,3 + 2,425 - 26,93 = 113,845 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $A_{01} = 115_{-1} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{21}$ :

$$z_{21} = A_{01} + A_{21} - A_{31} - A_{11} = 115_{-1} + 27,1_{-0,35} - 110,2_{-0,3} - 28,8_{-1} = 3,1_{-1,35}^{+1,3} \text{ мм.}$$

1.8.2 Расчет диаметральных технологических размеров (Рисунок 1.8.2).

1) Размер  $D_{92}$ :

$$D_{92} = K_{19} = 20_{-0,021} \text{ мм.}$$

2) Размер  $D_{31}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{92CP}^D$

$$z_{92CP}^D = z_{92min}^D + \frac{TD_{31} + TD_{92}}{2} = 0,4 + \frac{0,3 + 0,021}{2} = 0,655 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $A_{31}$ :

$$D_{31CP} = D_{92CP} + z_{92CP}^D = 19,74 + 0,655 = 20,395 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{31} = 20,6_{-0,3} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{31CP}^D$ :

$$z_{92}^D = D_{31} - D_{92} = 20,6_{-0,35} - 20_{-0,021} = 0,6_{-0,3}^{+0,021} \text{ мм.}$$

3) Размер  $D_{32}$ :

$$D_{32} = K_{20} = 22_{-0,52} \text{ мм.}$$

4) Размер  $D_{91}$ :

$$D_{91} = K_{22} = 25_{-0,021} \text{ мм.}$$

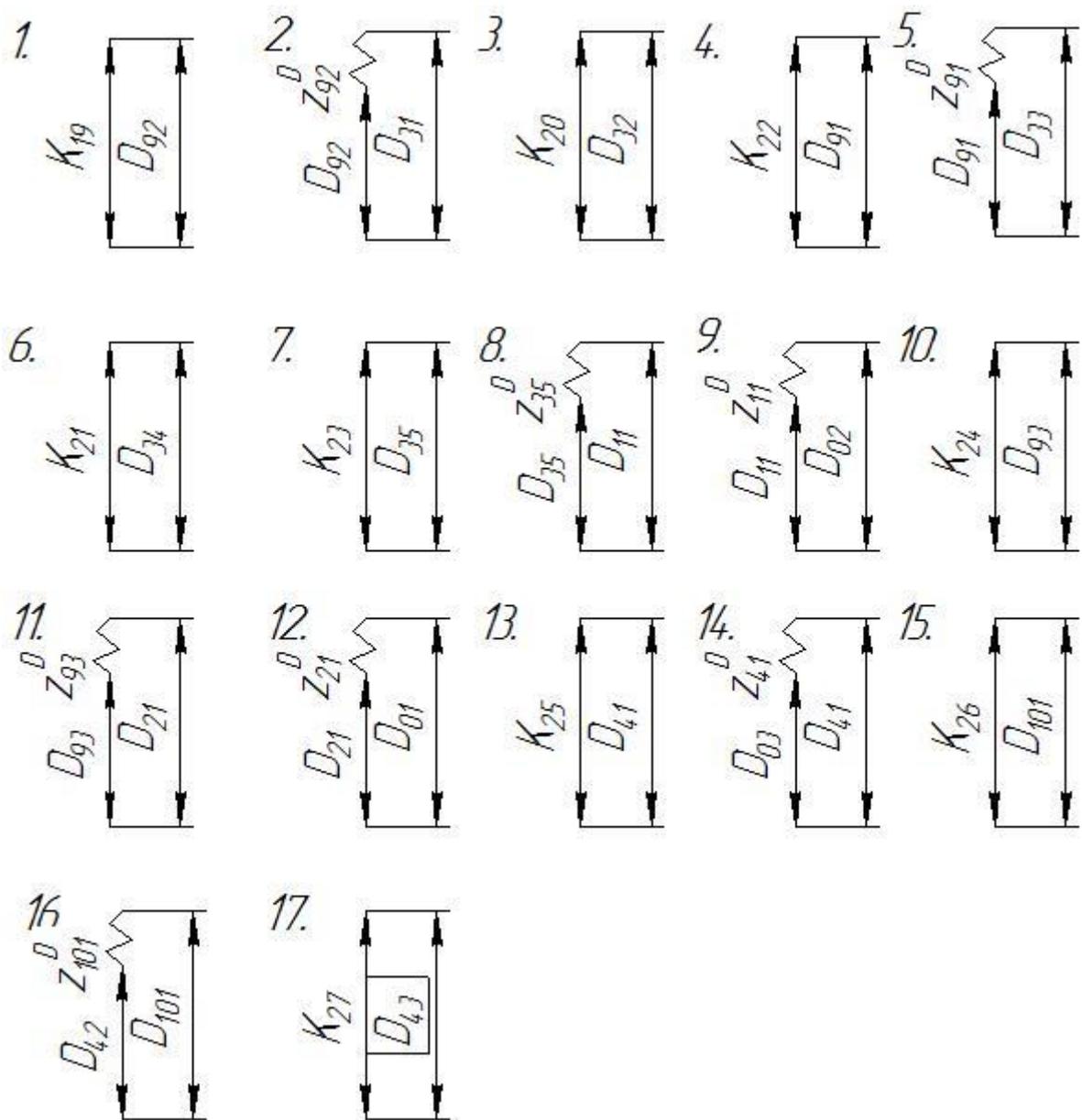


Рисунок 1.8.2 – Расчет диаметральных технологических размеров.

5) Размер  $D_{33}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{91CP}^D$

$$z_{91CP}^D = z_{91min}^D + \frac{TD_{33} + TD_{91}}{2} = 0,4 + \frac{0,35 + 0,021}{2} = 0,586 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{33}$ :

$$D_{33CP} = D_{91CP} + z_{91CP}^D = 24,74 + 0,586 = 25,565 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{33} = 25,8_{-0,35} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{31CP}^D$ :

$$z_{91}^D = D_{31} - D_{92} = 25,8_{-0,35} - 25_{-0,021} = 0,8_{-0,35}^{+0,021} \text{ мм.}$$

6) Размер  $D_{34}$ :

$$D_{34} = K_{21} = 23,5_{-0,21} \text{ мм.}$$

7) Размер  $D_{35}$ :

$$D_{35} = K_{23} = 36_{-0,62} \text{ мм.}$$

8) Размер  $D_{11}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{35CP}^D$

$$z_{35CP}^D = z_{35min}^D + \frac{TD_{35} + TD_{11}}{2} = 0,4 + \frac{0,3 + 1,2}{2} = 1,175 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{11}$ :

$$D_{11CP} = D_{35CP} + z_{35CP}^D = 35,69 + 1,175 = 36,865 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{11} = 37,5_{-1,2} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{35CP}^D$ :

$$z_{91}^D = D_{31} - D_{92} = 37,5_{-1,2} - 36_{-0,62} = 1,5_{-1,2}^{+0,62} \text{ мм.}$$

9) Размер  $D_{02}$ :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{11CP}^D$

$$z_{11CP}^D = z_{11min}^D + \frac{TD_{11} + TD_{02}}{2} = 2 + \frac{0,9 + 1,2}{2} = 3,05 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{02}$ :

$$D_{02CP} = D_{11CP} + z_{11CP}^D = 36,9 + 3,05 = 39,95 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{02} = 40,5 \pm 0,5 \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{11}^D$  :

$$z_{11}^D = D_{31} - D_{92} = 40,5_{-0,5}^{+0,5} - 36,9_{-1,2} = 3,6_{-0,45}^{+1,65} \text{ мм.}$$

10) Размер  $D_{93}$  :

$$D_{93} = K_{24} = 87,4_{-0,054} \text{ мм.}$$

11) Размер  $D_{21}$  :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{93CP}^D$

$$z_{93CP}^D = z_{93\min}^D + \frac{TD_{93} + TD_{21}}{2} = 0,4 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,65 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{02}$  :

$$D_{21CP} = D_{93CP} + z_{93CP}^D = 87,373 + 0,65 = 88,023 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{21} = 88,5_{-0,4} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{11CP}^D$  :

$$z_{93}^D = D_{21} - D_{93} = 88,5_{-1,1} - 87,4_{-0,054} = 1,1_{-1,1}^{+0,054} \text{ мм.}$$

12) Размер  $D_{01}$  :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{21CP}^D$

$$z_{21CP}^D = z_{21\min}^D + \frac{TD_{21} + TD_{01}}{2} = 2 + \frac{0,3 + 1}{2} = 2,65 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{01}$  :

$$D_{01CP} = D_{21CP} + z_{21CP}^D = 88,473 + 3,05 = 90,75 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{01} = 91 \pm 0,5 \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{21}^D$  :

$$z_{21}^D = D_{01} - D_{21} = 91,6_{-0,45}^{+0,45} - 88,5_{-1,1} = 1,1_{-1,55}^{+0,45} \text{ мм.}$$

13) Размер  $D_{41}$  :

$$D_{41} = K_{25} = 85,4_{-0,87} \text{ мм.}$$

14) Размер  $D_{03}$  :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{41CP}^D$

$$z_{41CP}^D = z_{41min}^D + \frac{TD_{03} + TD_{41}}{2} = 2 + \frac{0,9 + 0,3}{2} = 2,6 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{03}$  :

$$D_{03CP} = D_{41CP} + z_{41CP}^D = 84,97 + 2,6 = 82,37 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{03} = 82 \pm 0,5 \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{21}^D$  :

$$z_{41}^D = D_{03} - D_{41} = 84,9_{-0,45}^{+0,45} - 82_{-0,87} = 2,9_{-1,32}^{+0,45} \text{ мм.}$$

15) Размер  $D_{101}$  :

$$D_{101} = K_{26} = 26_{-0,01}^{+0,01} \text{ мм.}$$

16) Размер  $D_{42}$  :

Рассчитываем среднее значение припуска  $z_{101CP}^D$

$$z_{101CP}^D = z_{101min}^D + \frac{TD_{42} + TD_{101}}{2} = 0,4 + \frac{0,3 + 0,2}{2} = 0,65 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера  $D_{42}$  :

$$D_{42CP} = D_{101CP} + z_{101CP}^D = 26 + 0,65 = 26,65 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера  $D_{42} = 26,6_{-0,3} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска  $z_{101CP}^D$  :

$$z_{101}^D = D_{101} - D_{42} = 26,6_{-0,3} - 26_{-0,01}^{+0,01} = 0,6_{-0,31}^{+0,01} \text{ мм.}$$

17) Размер  $D_{43}$  :

$$D_{43} = K_{27} = 18_{-0,43} \text{ мм.}$$

## 1.9 Расчет режимов резания

1.9.1 Расчет режимов резания для токарных операций [2].

1. Расчет режимов резания для токарных операций 005, 010.

1) Задаем глубину резания:  $t = z_{CP} = 2,5 \text{ мм}$

2) Задаем подачу по табл. 14 :  $s = 0,42 \text{ мм / об.}$

3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,42^{0,45}} \cdot 0,757 = 94,836 \approx 95 \text{ м / мин.}$$

Где  $C_v = 280$ ,  $m = 0,2$ ,  $x = 0,15$ ,  $y = 0,45$  – коэффициент и показатели степени при обработке резцами с твердым сплавом Т15К6 (табл. 17);

$T = 45$  мин. – среднее значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = 0,757$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки  $K_{mv} = 0,84$  (табл.1), состояние поверхности  $K_{nv} = 1$  (табл. 5), материала инструмента  $K_{iv} = 0,9$  (табл. 6).

4) Рассчитываем силу резания:

$$P = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,6^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 95^{-0,15} \cdot 1,5 = 5,165 \text{ кН.}$$

Где  $C_p = 300$ ,  $n = -0,15$ ,  $x = 1$ ,  $y = 0,75$  – коэффициент и показатели степени при точении (табл. 22);

$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{\eta p} = 1,55$  – коэффициент, учитывающий фактические условия резания (табл.9,10 и 23).

5) Вычисляем мощность резания:

$$N = \frac{PV}{1020 \cdot 60} = \frac{5165 \cdot 95}{1020 \cdot 60} = 8 \text{ кВт.}$$

Условие  $\eta N_{cm} \geq N$ ,  $9 \text{ кВт} \geq 8 \text{ кВт}$  выполняется.

Где  $\eta = 0,9$ ;

$N_{cm} = 10 \text{ кВт}$  – номинальная мощность токарного станка 16К20.

Инструмент: подрезной резец с СМП из твердого сплава Т15К6 с углом наклона головки резца  $45^\circ$ .

Радиус при вершине 0,4 мм по ГОСТ 18880 – 73.

1.9.2 Расчет режимов резания для токарных операций с ЧПУ.

Расчет режимов резания для токарных операций с ЧПУ 015, 020.

1. Подрезка торца и точение наружной поверхности.

1) Задаем глубину резания:  $t = z_{31CP} = 2,5 \text{ мм}$ .

2) Задаем подачу по табл. 11 :  $s = 0,42 \text{ мм / об.}$

3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,42^{0,45}} \cdot 0,757 = 95,4 \approx 95 \text{ м / мин.}$$

Где  $C_v = 280$ ,  $m = 0,2$ ,  $x = 0,15$ ,  $y = 0,45$  – коэффициент и показатели степени при обработке резцами с твердым сплавом Т15К6 (табл. 17);

$T = 45$  мин. – среднее значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = 0,757$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки  $K_{mv} = 0,84$  (табл. 1), состояние поверхности  $K_{nv} = 1$  (табл. 5), материала инструмента  $K_{iv} = 0,9$  (табл. 6).

## 2. Точение канавки.

1) Задаем глубину резания:  $t = 0,75$  мм .

2) Задаем подачу по табл. 15:  $s = 0,08$  мм / об.

3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{45^{0.2} \cdot 0,75^{0.15} \cdot 0,08^{0.45}} \cdot 0,757 = 322 \text{ м / мин.}$$

## 3. Точение фасок

1) Задаем глубину резания:  $t = 1,5$  мм .

2) Задаем подачу по табл. 16 :  $s = 0,09$  мм / об.

3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{45^{0.2} \cdot 1,5^{0.15} \cdot 0,09^{0.45}} \cdot 0,757 = 275 \text{ м / мин.}$$

## 3. Сверление центровочных отверстий

Режимы резания для сверления центровочных отверстий аналогичны режимам резания для сверления отверстия ( см.п. 1.9.3).

4) Рассчитываем силу резания:

Расчет силы резания ведется по наибольшим значениям режимов резания для данных операций

$$P = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,6^1 \cdot 0,8^{0.75} \cdot 95^{-0.15} \cdot 1,5 = 4,965 \text{ кН.}$$

Где  $C_p = 300, n = -0,15, x = 1, y = 0,75$  – коэффициент и показатели степени при точении (табл. 22);

$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} = 1,55$  – коэффициент, учитывающий фактические условия резания (табл. 9, 10 и 23).

5) Вычисляем мощность резания:

$$N = \frac{PV}{1020 \cdot 60} = \frac{4965 \cdot 95}{1020 \cdot 60} = 7,7 \text{ кВт}.$$

Условие  $\eta N_{cm} \geq N$ ,  $9,9 \text{ кВт} \geq 7,7 \text{ кВт}$  выполняется.

Где  $\eta = 0,9$ ;

$N_{cm} = 11 \text{ кВт}$  – номинальная мощность токарного станка с ЧПУ Goodway GA 2000.

Инструмент: подрезной резец с СМП из твердого сплава Т15К6 с углом наклона головки резца  $45^\circ$ .

Радиус при вершине 0,4 мм по ГОСТ 18880 – 73.

### 1.9.3 Расчет режима резания для сверлильной операции

1) Задаем глубину резания:  $t = 0,5 D_{\text{сверла}} = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ мм}$ .

2) Задаем подачу по табл. 35 :  $s = 0,3 \text{ мм / об.}$

3) Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 8^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 0,72 = 13,8 \text{ м / мин.}$$

Где  $C_v = 9,8, m = 0,2, y = 0,5$  – коэффициент и показатели степени при сверлении (табл. 39);

$T = 45$  мин. – среднее значение стойкости при сверлении (табл.40).

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = 0,72$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки  $K_{mv} = 0,84$  (табл.1), глубину сверления  $K_{iv} = 1$  (табл. 5), материала инструмента  $K_{nv} = 1,16$  (табл. 6).

4) Крутящий момент:

$$M_{KP} = 10C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 0,85 = 7,16 H \cdot м.$$

Где  $C_m = 0,0345$ ,  $q = 2$ ,  $y = 0,8$  – коэффициент и показатели степени при сверлении (табл. 42);

$K_p = K_m = 0,85$  – коэффициент, учитывающий фактические условия резания (табл.9).

5) Осевая сила:

$$P = 10C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 8^2 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 0,85 = 1,99 кН.$$

Где  $C_p = 68$  - коэффициент при сверлении.

6) Мощность резания:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{7,16 \cdot 550}{9750} = 0,4 кВт.$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi D_{сверла}} = 550 \text{ об / мин.}$  – частота вращения сверла.

Условие  $\eta N_{ст} \geq N$ ,  $1,35 кВт \geq 0,4 кВт$  выполняется.

Где  $\eta = 0,9$ ;

$N_{ст} = 1,5 кВт$  – номинальная мощность универсального сверлильного станка 2С125.

Инструмент: спиральное сверло  $D=8$ мм по ГОСТ 10903 – 77.

#### 1.9.4 Расчет режимов резания для фрезерной операции.

1) Задаем глубину резания:  $t = D_{\text{фрезы}} = 2 \text{ мм}$ .

2) Задаем подачу на зуб по табл. 35 :  $s_z = 0,05 \text{ мм / об.}$   $z = 3$ .

3) Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} \cdot K_v = \frac{46,7 \cdot 2^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 2^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 1^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 0,72 = 55 \text{ м / мин}$$

Где  $C_v = 46,7$ ,  $m = 0,33$ ,  $y = 0,5$ ,  $q = 0,45$ ,  $x = 0,5$ ,  $u = 0,1$ ,  $p = 0,1$  – коэффициент и показатели степени при фрезеровании (табл. 81);

$T = 90$  мин. – среднее значение стойкости при фрезеровании (табл.82).

$K_v = K_{mv} K_{mv} K_{iv} = 0,72$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки  $K_{mv} = 0,84$  (табл.1), ширину фрезерования  $K_{iv} = 1$  (табл. 5), материала инструмента  $K_{iv} = 1,16$  (табл. 6).

4) Сила резания:

$$P = \frac{10 C_p \cdot t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 1 \cdot 3}{2^{0,86}} \cdot 0,86 = 201,1 \text{ Н.}$$

Где  $C_p = 68,2$ ,  $y = 0,72$ ,  $q = 0,86$ ,  $x = 0,86$ ,  $u = 1$ ,  $w = 0$  – коэффициент и показатели степени при фрезеровании (табл. 83);

$$n = \frac{1000V}{\pi D_{\text{фрезы}}} = 8754 \text{ об / мин.} - \text{частота вращения фрезы.}$$

5) Мощность резания

$$N = \frac{PV}{1020 \cdot 60} = \frac{201,1 \cdot 55}{1020 \cdot 60} = 0,18 \text{ кВт.}$$

Условие  $\eta N_{ст} \geq N$ ,  $31,5 \text{ кВт} \geq 0,18 \text{ кВт}$  выполняется.

Где  $\eta=0,9$ ;

$N_{ст} = 11кВт$  – номинальная мощность обрабатывающего центра с ЧПУ DMU 50.

Инструмент: шпоночная фреза  $D=2мм$ , ГОСТ 9140 – 78.

### 1.9.5 Расчет режимов резания для шлифовальных операций.

#### 1. Расчет режимов для круглошлифовальной операции.

1) По табл. 130 назначаем режимы резания:

$$V_{Круга} = 30м / с, V_{заготовки} = 20м / мин, t = 0,01, S_{прод} = 0,5В = 50мм / об.$$

Где  $t$  – глубина резания;

$B$  – ширина шлифовального круга.

2) Мощность резания:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 1,3 \cdot 20^{0,75} \cdot 0,01^{0,85} \cdot 50^{0,7} = 3,793кВт.$$

Где  $C_N = 1,3, r = 0,75, y = 0,7, x = 0,85$  – коэффициент и показатели степени при шлифовании (табл. 131);

Условие  $\eta N_{ст} \geq N$ ,  $9кВт \geq 3,8кВт$  выполняется.

Где  $\eta=0,9$ ;

$N_{ст} = 10кВт$  – номинальная мощность универсального круглошлифовального станка 3М151.

Инструмент: Шлифовальный круг 1300 x 100 x 100 25А F46 L6 V35 Б3 по ГОСТ 2424 –83.

2. Расчет режимов для внутришлифовальной операции.

1) По табл. 130 назначаем режимы резания:

$$V_{\text{Круга}} = 30 \text{ м/с}, V_{\text{заготовки}} = 30 \text{ м/мин}, t = 0,01, S_{\text{прод}} = 0,5B = 10 \text{ мм/об.}$$

Где  $t$  – глубина резания;

$B$  – ширина шлифовального круга.

2) Мощность резания:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 0,27 \cdot 30^{0,5} \cdot 0,01^{0,4} \cdot 50^{0,4} = 1,121 \text{ кВт.}$$

Где  $C_N = 0,27, r = 0,5, y = 0,4, x = 0,4$  – коэффициент и показатели степени при шлифовании (табл. 131);

Условие  $\eta N_{\text{ст}} \geq N$ ,  $6,75 \text{ кВт} \geq 1,12 \text{ кВт}$  выполняется.

Где  $\eta = 0,9$ ;

$N_{\text{ст}} = 7,5 \text{ кВт}$  – номинальная мощность универсального внутришлифовального станка 3К228.

Инструмент: Шлифовальный круг 16 x 20 x 20 25А F46 L6 V35 Б3 по ГОСТ 2424 –83.

## 1.10 Расчет норм времени технологического процесса

Краткие теоретические сведения.

Для нормирования времени технологического процесса механической обработки партии деталей рассчитывается штучно-калькуляционное время, которое определяется как:

$$t_{ШК} = t_O + t_B + t_{Обс} + t_{П} + t_{ПЗ} / n;$$

Где  $t_O$  – основное время обработки;

$t_B$  – вспомогательное время;

$t_{Обс}$  – время обслуживания рабочего места;

$t_{П}$  – время на личные потребности рабочего;

$t_{ПЗ}$  – подготовительно – заключительное время;

$n = 1500$  дет. – годовая программа выпуска партии деталей.

Основное время определяется как:

$$t_O = \frac{L \cdot i}{S_M};$$

Где  $L = l + l_{BP} + l_{CX}$  – расчетная длина обработки;

$i$  – число рабочих ходов;

$S_M$  – минутная подача инструмента.

Вспомогательное время берется от основного времени в соотношении

$$t_B = 0,15t_O.$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{Оpe};$$

Где  $t_T$  – время технического обслуживания (6% от  $t_{ОП}$ );

$t_{Оpe}$  – время организационного обслуживания (0,6 - 8 % от  $t_{ОП}$ ).

Время на личные потребности (2,5% от  $t_{ОП}$ ).

Подготовительно – заключительное время ( $t_{ПЗ} = t_{СМЕНЫ} = 8ч.$ ).

### 1.10.1 Расчет норм времени для операции 005

#### 1. Подрезка торца

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.1):

$$L = l + l_{ПОД} + l_{БР} = (D_{01} - D_{02}) / 2 + 1 + t \cdot ctg \varphi = 25,75 + 1 + 2,6 = 29,35 \text{ мм.}$$

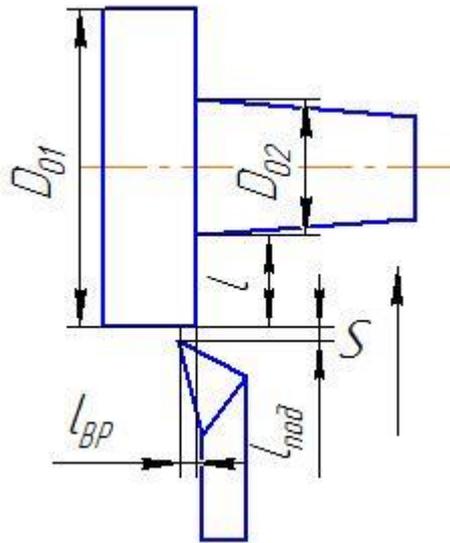


Рис. 1.10.1

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{ЗАГ}} = 332 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,2 \text{ мин}$

#### 2. Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.2):

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{БР}} = l + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi = 12 + 1 + 1,8 = 14,8 \text{ мм.}$$

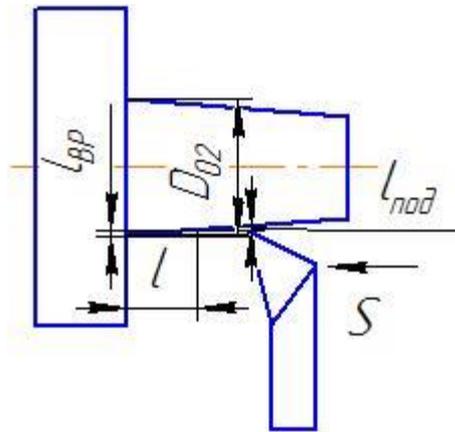


Рис. 1.10.2

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{заг}}} = 332 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_O = 0,1 \text{ мин}$

3. Общее основное время:

$$t_O = t_{O1} + t_{O2} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мин}$$

4. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_O = 0,05 \text{ мин}$$

5. Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_O + t_B = 0,35 \text{ мин}$$

6. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{ОП} + 0,08t_{ОП} = 0,02 + 0,03 = 0,05 \text{ мин}$$

7. Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_{O} = 0,01 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШКО5} = t_{O} + t_{B} + t_{Обс} + t_{П} + t_{ПЗ} / n = 0,184 + 0,026 + 0,005 + 480 / 1500 = 0,73 \text{ мин.}$$

### 1.10.2 Расчет норм времени для операции 010

#### 1. Подрезка торца

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.3):

$$L = l + l_{ПОД} + l_{BP} + l_{СХ} = (D_{01} - D_{03}) / 2 + 1 + t \cdot ctg \varphi + 1 = 3,4 + 1 + 2,6 + 1 = 8 \text{ мм.}$$

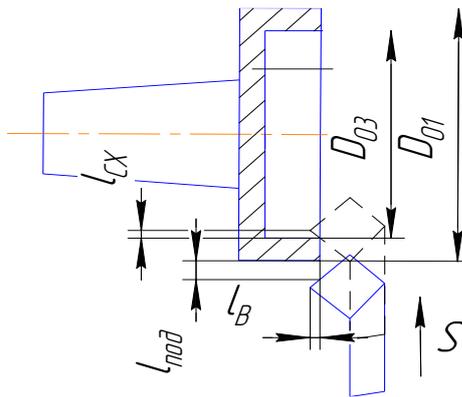


Рис. 1.10.3

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{ЗАГ}} = 332 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_{O} = 0,06 \text{ мин}$

## 2. Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.4):

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = l + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi = 26,6 + 1 + 1,8 + 1 = 30,4 \text{ мм.}$$

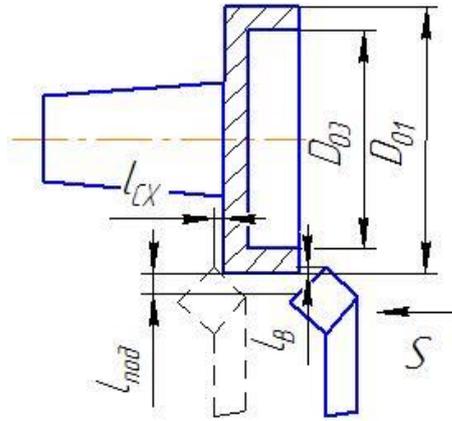


Рис. 1.10.4

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{ЗАГ}}} = 332 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_O = 0,22 \text{ мин}$

3. Общее основное время:

$$t_O = t_{O1} + t_{O2} = 0,22 + 0,06 = 0,28 \text{ мин}$$

4. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_O = 0,05 \text{ мин}$$

5. Оперативное время:

$$t_{\text{ОП}} = t_O + t_B = 0,33 \text{ мин}$$

6. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{ОП} + 0,08t_{ОП} = 0,02 + 0,03 = 0,05 \text{ мин}$$

7. Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_{О} = 0,01 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШК010} = t_{О} + t_{В} + t_{Обс} + t_{П} + t_{ПЗ} / n = 0,33 + 0,05 + 0,01 + 480 / 1500 = 0,71 \text{ мин.}$$

1.10.3 Расчет норм времени для операции 015.

1. Подрезка торца

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.5):

$$L = l + l_{ПОД} + l_{БР} + l_{СХ} = (D^*_{02}) / 2 + 1 + t \cdot ctg \varphi + 1 = 12 + 1 + 2,5 + 1 = 16,5 \text{ мм.}$$

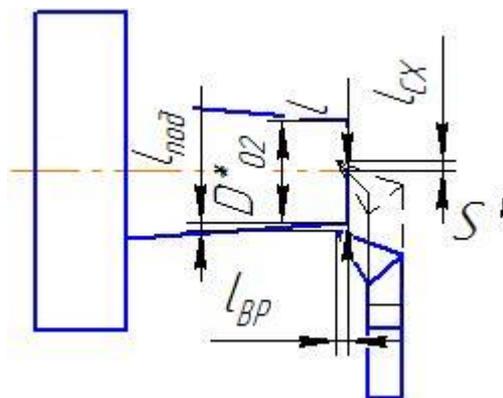


Рис. 1.10.5

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{ЗАГ}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,05 \text{ мин}$

2. Сверление центрального отверстия.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.5):

$$L = l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} = 1 + t = 1 + 8 = 9 \text{ мм.}$$

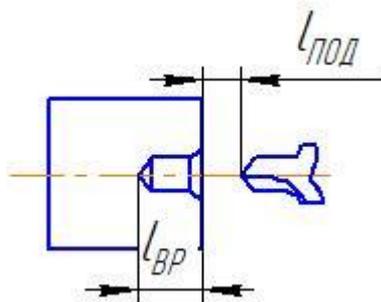


Рис. 1.10.5

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,45 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{ЗАГ}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,03 \text{ мин}$

3. Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.6):

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = l + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi = 30 + 1 + 1,6 = 32,6 \text{ мм.}$$

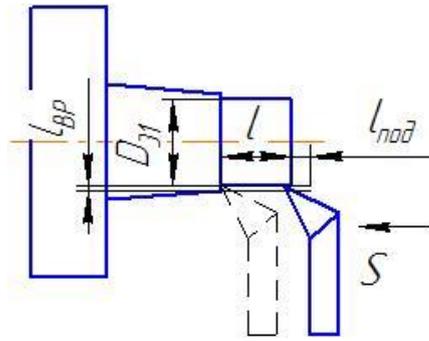


Рис. 1.10.6

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 795 = 140 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{заг}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,1 \text{ мин}$

4. Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.7):

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = l + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi = 10 + 1 + 1,6 = 12,6 \text{ мм.}$$

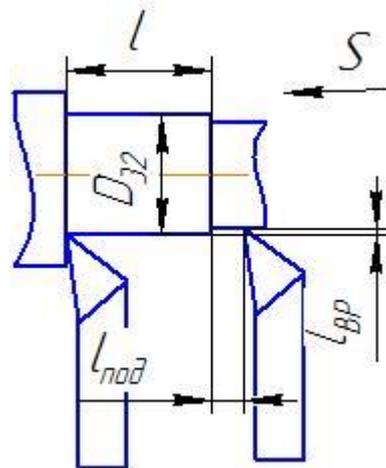


Рис. 1.10.7

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{з.аг}}} = 1374 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,1 \text{ мин}$

4. Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.8):

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{вп}} + l_{\text{сх}} = l + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi = 40 + 1 + 1,6 = 42,6 \text{ мм.}$$

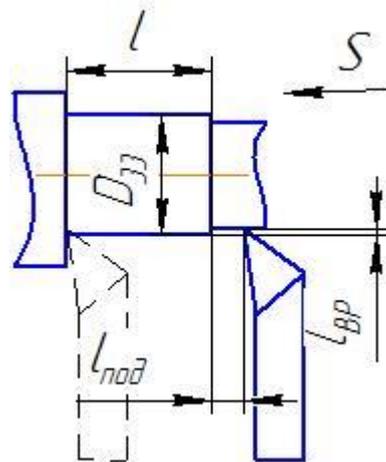


Рис. 1.10.8

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{з.аг}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,3 \text{ мин}$

## 5. Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 5.5.9):

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = l + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi = 4 + 1 + 1,6 = 6,6 \text{ мм.}$$

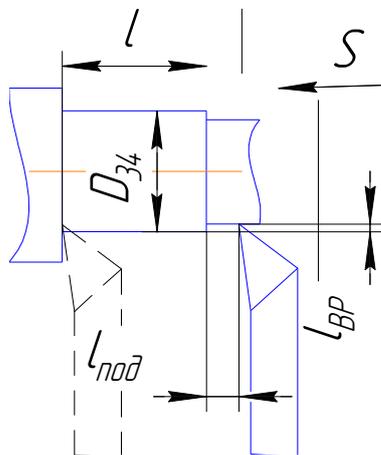


Рис. 1.10.9

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{ЗАГ}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,02 \text{ мин}$

6. Точение фасок.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.9):

$$L = l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} = 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi = 1 + 1,5 = 2,5 \text{ мм.}$$

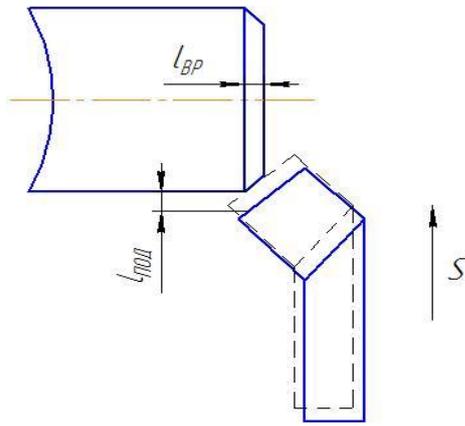


Рис. 1.10.9

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,8 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{ЗАГ}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=5$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,05 \text{ мин}$ .

7. Точение канавок.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.10):

$$L = l_{\text{ПВД}} + l_{\text{ВР}} = 1 + t = 1 + 1,5 = 2,5 \text{ мм.}$$

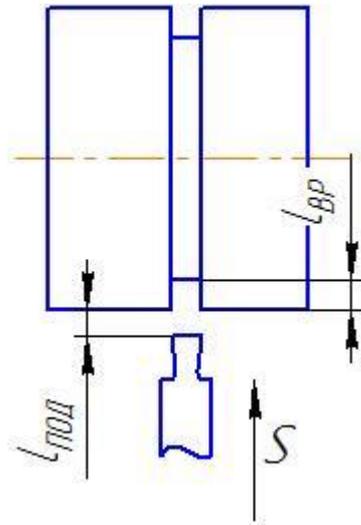


Рис. 1.10.10

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,8 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{заг}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=2$ .

4) Тогда основное время  $t_O = 0,02 \text{ мин}$ .

5. Общее основное время:

$$\begin{aligned} t_O &= t_{O1} + t_{O2} + t_{O3} + t_{O4} + t_{O5} + t_{O6} + t_{O7} + t_{O8} = \\ &= 0,05 + 0,03 + 0,1 + 0,2 + 0,02 + 0,02 + 0,05 + 0,02 = 0,5 \text{ мин} \end{aligned}$$

6. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_O = 0,08 \text{ мин}$$

7. Оперативное время:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 0,58 \text{ мин}$$

8. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{ОПГ} = 0,06t_{ОП} + 0,08t_{ОП} = 0,04 + 0,06 = 0,1 \text{ мин}$$

9. Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_O = 0,05 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШК015} = t_O + t_B + t_{Обс} + t_{П} + t_{ПЗ} / n = 0,58 + 0,1 + 0,05 + 480 / 1500 = 1,05 \text{ мин.}$$

#### 1.10.4 Расчет норм времени для операции 020

##### 1. Подрезка торца

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.11):

$$L = l + l_{ПОД} + l_{ВР} + l_{СХ} = (D_{03} - D_{01}) / 2 + 1 + t \cdot ctg \varphi + 1 = 1,5 + 1 + 1,5 + 1 = 5 \text{ мм.}$$

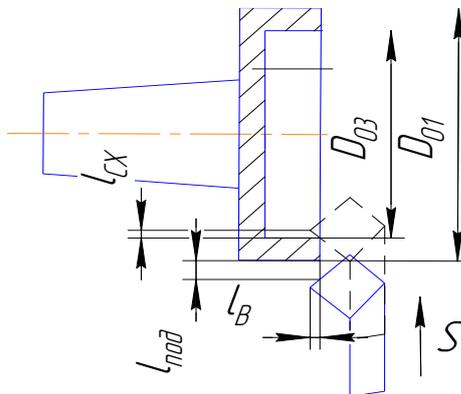


Рис. 1.10.11

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,8 \cdot 795 = 636 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{ЗАГ}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_O = 0,01 \text{ мин}$

2. Точение торца и растачивание внутренней поверхности.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.12):

$$L = l + l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = l + (D_{03} - D_{01}) / 2 + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi + 1 = 16 + 42 + 1,5 + 1 = 60,5 \text{ мм.}$$

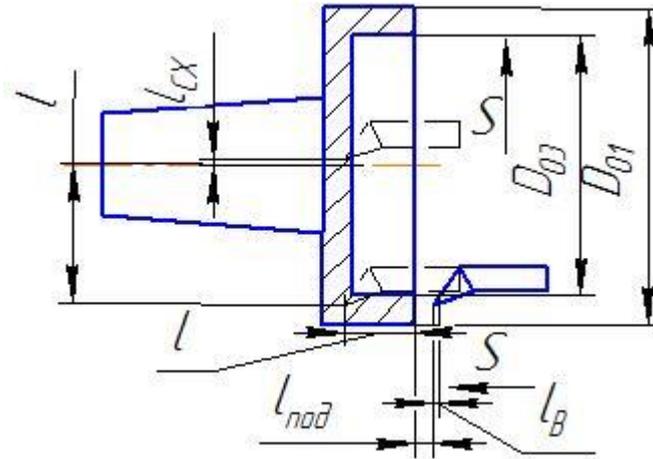


Рис. 1.10.12

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{ЗАГ}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,2 \text{ мин}$

3. Растачивание внутренней поверхности.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 5.5.12):

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = (D_{43}) / 2 + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi + 1 = 8 + 2 + 1 = 11 \text{ мм.}$$

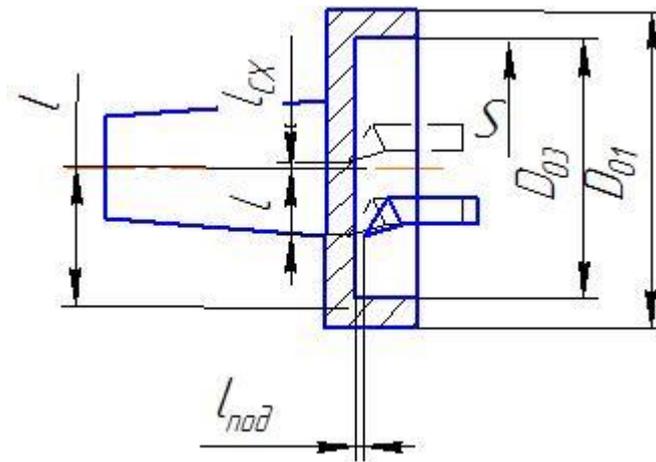


Рис. 1.10.13

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{заг}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=3$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,1 \text{ мин}$

4. Растачивание внутренней поверхности.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 5.5.13):

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{вп}} + l_{\text{сх}} = (D_{44}) / 2 + 1 + t \cdot \text{ctg} \varphi + 1 = 4 + 1 + 1 = 6 \text{ мм.}$$

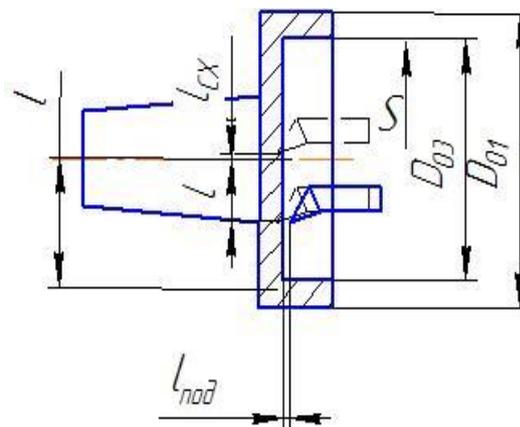


Рис. 1.10.14

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{ЗАГ}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,02 \text{ мин}$

5. Сверление центрального отверстия.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 5.5.14):

$$L = l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} = 1 + 8 = 9 \text{ мм.}$$

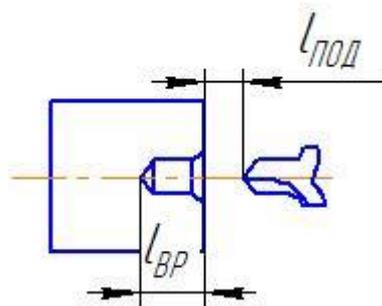


Рис. 1.10.15

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,45 \cdot 795 = 334 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{ЗАГ}}} = 795 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,03 \text{ мин}$

6. Общее основное время:

$$t_O = t_{O1} + t_{O2} + t_{O3} + t_{O4} + t_{O5} = 0,01 + 0,2 + 0,1 + 0,02 + 0,03 = 0,35 \text{ мин}$$

7. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_O = 0,06 \text{ мин}$$

8. Оперативное время:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 0,41 \text{ мин}$$

9. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,03 + 0,05 = 0,08 \text{ мин}$$

10. Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_O = 0,02 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШК020} = t_O + t_B + t_{Обс} + t_{П} + t_{ПЗ} / n = 0,58 + 0,1 + 0,05 + 480 / 1500 = 0,83 \text{ мин.}$$

### 1.10.5 Расчет норм времени для операции 025

1. Сверление отверстия.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.16):

$$L = l + l_{ПОД} + l_{ВР} + l_{СХ} = D_{31} + 1 + 0,3D_{СВ} + 1 = 20 + 1 + 3 + 5 = 28 \text{ мм.}$$

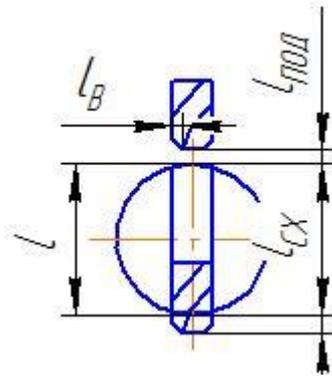


Рис. 1.10.16

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,3 \cdot 795 = 167 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{CB}} = 557 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время  $t_O = 0,2 \text{ мин}$

2. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_O = 0,03 \text{ мин}$$

3. Оперативное время:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 0,23 \text{ мин}$$

4. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,01 + 0,02 = 0,03 \text{ мин}$$

5. Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_O = 0,01 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШК025} = t_O + t_B + t_{Обс} + t_{II} + t_{ПЗ} / n = 0,23 + 0,03 + 0,01 + 480 / 1500 = 0,6 \text{ мин.}$$

### 5.5.5 Расчет норм времени для операции 035

#### 1. Фрезерование пазов.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.17):

$$L = l + l_{ПОД} + l_{БР} + l_{СХ} = 2 \cdot (A_{71} + 2) + 1 + 1 = 20 + 1 + 1 = 22 \text{ мм.}$$

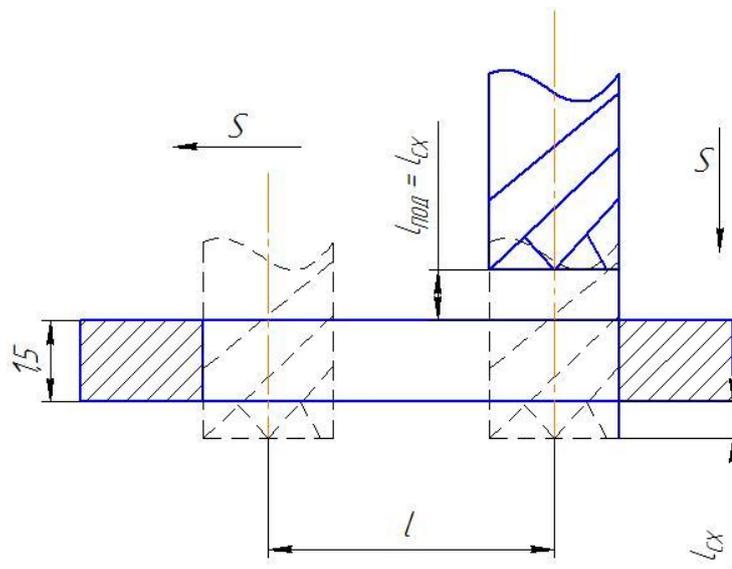


Рис. 1.10.17

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S_Z \cdot n \cdot z = 0,3 \cdot 0,05 \cdot 8000 = 120 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{ФР}} = 8000 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=59$ .

4) Тогда основное время  $t_O = 10,9 \text{ мин}$

2. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_O = 1,55 \text{ мин}$$

3. Оперативное время:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 12,55 \text{ мин}$$

4. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{ОРГ} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,8 + 1 = 1,8 \text{ мин}$$

5. Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_O = 0,4 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШК035} = t_O + t_B + t_{Обс} + t_{П} + t_{ПЗ} / n = 12,55 + 1,8 + 0,4 + 480 / 1500 = 15,1 \text{ мин.}$$

### 5.5.6 Расчет норм времени для операции 045

1. Круглое шлифование шейки вала  $D = 20$  мм.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.18):

$$L = l + l_{ПОД} + l_B + l_{СХ} = 30 + 1 + 0,1 + 0,5 = 31,6 \text{ мм.}$$

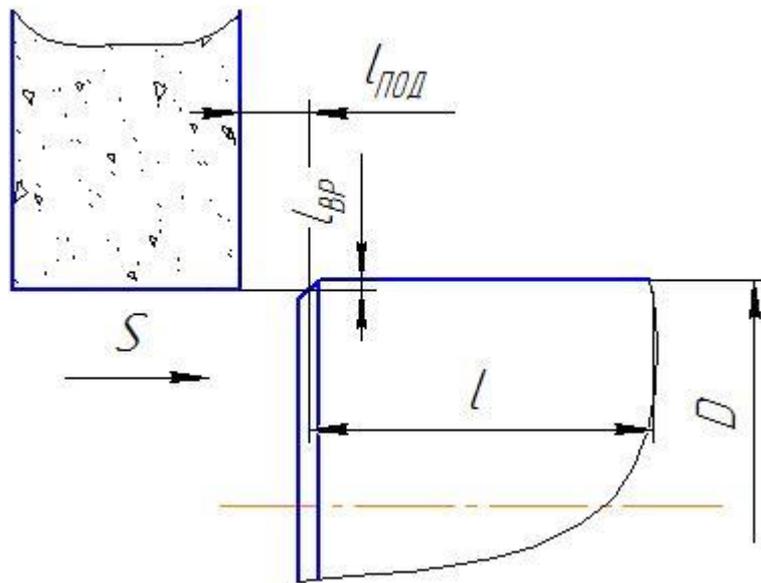


Рис. 5.5.16

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 50 \cdot 318 = 15900 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{фр}}} = 318 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=23$ .

4) Тогда основное время  $t_o = 0,05 \text{ мин}$

2. Круглое шлифование шейки вала  $D = 25 \text{ мм.}$

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 5.5.16):

$$L = l + l_{\text{под}} + l_B + l_{\text{сх}} = 40 + 1 + 0,1 + 0,5 = 41,6 \text{ мм.}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 50 \cdot 318 = 12750 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{фр}}} = 255 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=33$ .

4) Тогда основное время  $t_O = 0,1 \text{ мин}$

3. Круглое шлифование шейки вала  $D = 87,4 \text{ мм}$ .

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 5.5.16):

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_B + l_{\text{СХ}} = 26 + 1 + 0,1 + 0,5 = 27,6 \text{ мм}.$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 50 \cdot 318 = 3700 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{ЗАГ}}} = 73 \text{ об / мин}.$

3) Число рабочих ходов  $i=25$ .

4) Тогда основное время  $t_O = 0,2 \text{ мин}$

4. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_O = 0,05 \text{ мин}$$

3. Оперативное время:

$$t_{\text{ОП}} = t_O + t_B = 0,4 \text{ мин}$$

4. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{Обс}} = t_T + t_{\text{ОРГ}} = 0,06t_{\text{ОП}} + 0,08t_{\text{ОП}} = 0,02 + 0,03 = 0,05 \text{ мин}$$

5. Время на личные потребности:

$$t_{\text{П}} = 0,025t_O = 0,01 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{ШК025}} = t_O + t_B + t_{\text{Обс}} + t_{\text{П}} + t_{\text{ПЗ}} / n = 0,4 + 0,05 + 0,01 + 480 / 1500 = 0,78 \text{ мин}.$$

### 5.5.7 Расчет норм времени для операции 050

1. Внутреннее шлифование вала  $D = 26$  мм.

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 1.10.18):

$$L = l + l_{\text{под}} + l_B + l_{\text{сх}} = 8 + 1 + 0,1 + 0,5 = 9,6 \text{ мм.}$$

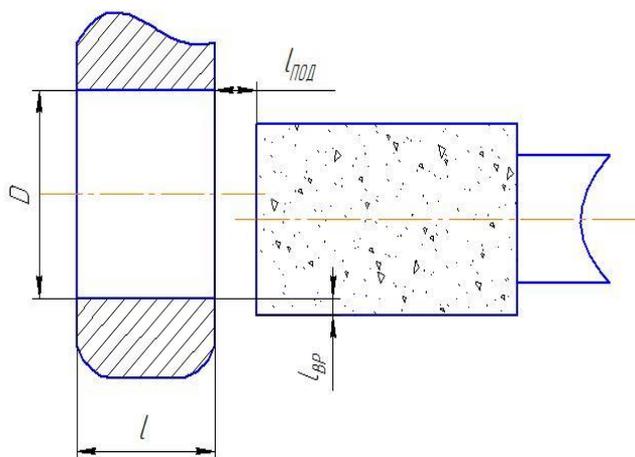


Рис. 1.10.18

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 50 \cdot 318 = 11000 \text{ мм / мин}$$

Где  $n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{заг}}} = 367 \text{ об / мин.}$

3) Число рабочих ходов  $i=22$ .

4) Тогда основное время  $t_O = 0,02 \text{ мин}$

2. Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_O = 0,01 \text{ мин}$$

3. Оперативное время:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 0,03 \text{ мин}$$

4. Время обслуживания рабочего места:

$$t_{Обс} = t_T + t_{OPГ} = 0,06t_{OP} + 0,08t_{OP} = 0,01 + 0,01 = 0,02 \text{ мин}$$

5. Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_O = 0,01 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШК050} = t_O + t_B + t_{Обс} + t_{П} + t_{ПЗ} / n = 12,55 + 1,8 + 0,4 + 480 / 1500 = 0,37 \text{ мин}$$

## **2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

## 2.1 Анализ исходных данных

В качестве технологической оснастки было выбрано специальное приспособление для сверлильной операции на универсальном сверлильном станке.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «выходной вал» на универсальном вертикально сверлильном станке 2С125.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Выходной вал».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «пластина» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – мелкосерийный <u>Программа выпуска</u> - 1500 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели 2С125.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

## 2.2 Описание и принцип работы приспособления

Специальное приспособление разработано для сверления радиальных отверстий диаметром  $\varnothing 8$  мм на универсальном вертикально сверлильном станке 2С125.

Сборка приспособления производится в следующем порядке: корпус (1) пневмозажима устанавливается на стол. В паз корпуса укладывается диафрагма (3), отверстия совмещаются с присоединительными отверстиями в корпусе. Отдельно собирается шток: напрессовывается тарелка , закладывается пружина, надевается направляющая втулка и крышка зажима. Шток в сборе устанавливается на корпус, совмещая с присоединительными отверстиями, и заворачивается винтами, сверху крышки заворачиваются шпильки. Затем отдельно собирается колпак: плоская губка заворачивается с помощью винтов к колпаку как показано на чертеже. На шток навинчивается призматическая губка. Колпак одевается на шпильки, совместив паз с призматической губкой. На одну из шпилек также устанавливается упор. Колпак вместе с упором закрепляется гайками. В верхнее отверстие колпака закладывается кондукторная втулка.

Данная конструкция устанавливается на стол универсального сверлильного станка 2С125 и закрепляется с помощью Т-образных болтов.

### 2.3 Силовой расчет пневмозажима (рисунок 2.1).

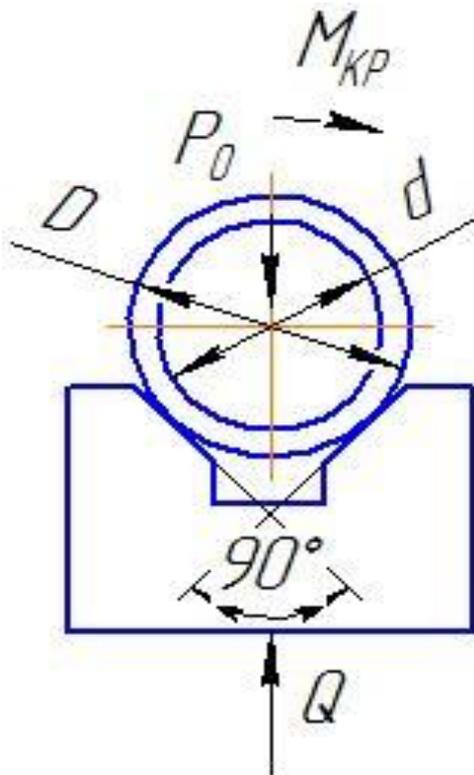


Рисунок 2.1 – Схема сил пневматического зажима.

1. Определение сил закрепления.

Уравнение равновесия системы сил пневматического зажима определяется как:

$$K \cdot P_0 \leq Q$$

Где  $K = 1,5$  – коэффициент запаса.

Отсюда находим силу закрепления

$$Q = 1990 \cdot 1,5 \approx 3000 \text{ Н.}$$

Проверяем отсутствие проворачиваемости детали во время сверления уравнением равновесия крутящих моментов:

$$K \cdot M_{KP} \leq M_{TP}$$

Где  $M_{TP}$  – момент трения на валу.

Момент трения на валу рассчитывается как :

$$M_{TP} = Q \cdot D / 2 \cdot \left( \frac{f_1 \cdot \sin(\alpha / 2) + f_2 \cdot \sin(\alpha / 2)}{2} + f_3 \right) =$$

$$= 3000H \cdot 0,025 / 2M \cdot \left( \frac{0,15 \cdot \sin(90 / 2) + 0,15 \cdot \sin(90 / 2)}{2} + 0,3 \right) = 13,4 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Где  $f_1, f_2, f_3 = 0,15$  – коэффициенты трения на сопрягаемых поверхностях.

Тогда

$$10,8 \leq 13,4$$

Условие выполняется.

2. Расчет диаметров мембраны и поршня [3].

Усилие на штоке пневмозажима определяется как :

$$Q = \frac{\pi}{16} (D + d)^2 \cdot p - P.$$

Где  $D$  – диаметр эксплуатационного сечения диафрагмы,

$d$  – диаметр поршня,

$p = 0,4$  МПа – номинальное давление системы подачи воздуха,

$P = 30$  кгс – усилие возвратной пружины.

Выразив диаметры получаем:

$$D + d = \sqrt{\frac{16(Q + P)}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{16(300 + 30) \text{ кгс}}{\pi \cdot 4 \text{ кгс} / \text{см}^2}} = 20,5 \text{ см};$$

По таблице 14 [3] назначаем основные размеры пневмокамеры (рисунок 2.2):

$D_1 = 175$  мм,  $D = 132$  мм,  $d = 80$  мм,  $L = 30$  мм,  $D_2 = 115$  мм,  $D_3 = 90$  мм,

$D_4 = 40$  мм,  $H = 88$  мм,  $h = 8$  мм,  $l = 30$  мм,  $l_1 = 34$  мм,  $l_2 = 45$  мм,  $d_1 = 16$  мм.

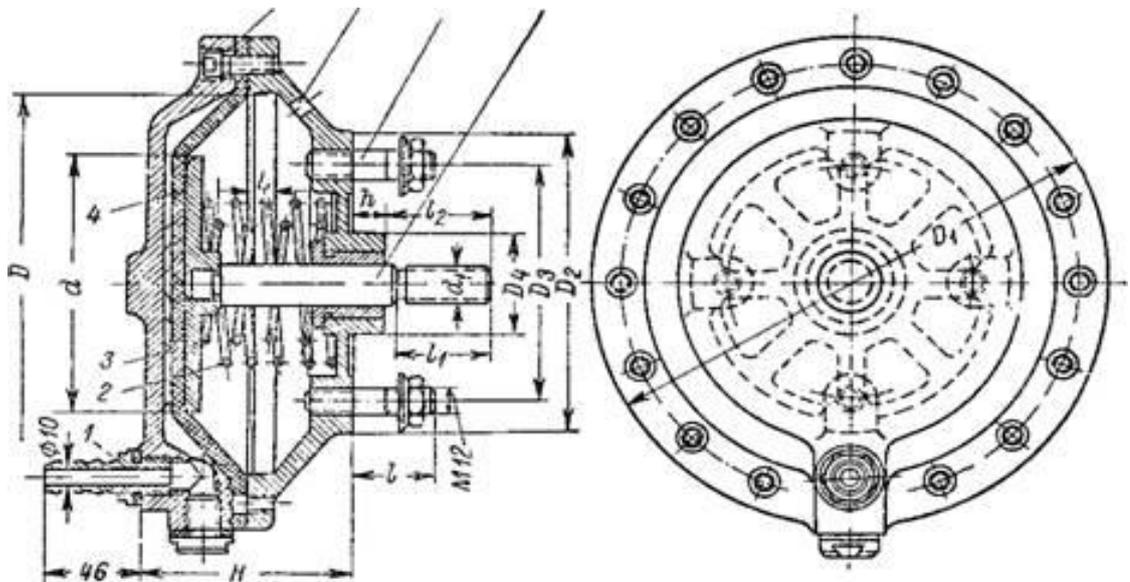


Рисунок 2.2 – Основные размеры пневмокамеры

3. Расчет опасных сечений и шпилечного соединения на напряжение растяжения.

1) Расчет площади опасного сечения (рисунок 2.3):

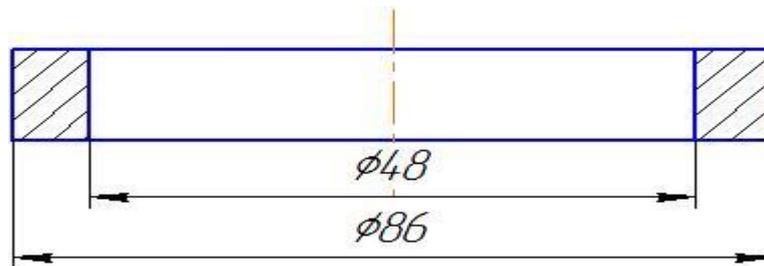


Рисунок 2.3 – Опасное сечение

$$S = S_1 - S_2 = \frac{\pi d_1^2}{4} - \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 86^2}{4} - \frac{\pi \cdot 48^2}{4} = 4000 \text{ мм}^2.$$

Проверка обеспечения прочности опасного сечения на растяжение:

$$[\sigma] \geq \sigma_{TP}$$

Где  $[\sigma] = 220 \text{ МПа}$ ; – допускаемое напряжение растяжения для стали 40Х.

$\sigma_{TP} = \frac{Q}{S} = 0,75 \text{ МПа}$ . – требуемое напряжение растяжения.

$$220 \geq 0,75$$

Условие прочности выполняется.

2) Расчет опасного сечения на напряжения среза.

Расчет площади опасного сечения :

$$S = h \cdot l = h \cdot \pi d = 12 \text{ мм} \cdot 3,14 \cdot 135 \text{ мм} = 5089 \text{ мм}^2.$$

Проверка обеспечения прочности опасного сечения на срез:

$$[\sigma] \geq \sigma_{TP}$$

Где  $[\sigma] = 120 \text{ МПа}$ ; – допускаемое напряжение среза для стали 40Х.

$\sigma_{TP} = \frac{Q}{S} = 0,6 \text{ МПа}$ . – требуемое напряжение растяжения.

$$120 \geq 0,6$$

Условие прочности выполняется.

3) Расчет шпилечного соединения.

Расчет площади опасного сечения:

$$S = 4S_1 = \frac{4 \cdot \pi d_1^2}{4} = \pi \cdot 10^2 = 314 \text{ мм}^2.$$

Проверка обеспечения прочности шпилечного соединения на растяжение:

$$[\sigma] \geq \sigma_{TP}$$

Где  $[\sigma] = 360 \text{ МПа}$ ; – допускаемое напряжение растяжения-сжатия для шпильки (сталь 45).

$\sigma_{TP} = \frac{Q}{S} = 1,15 \text{ МПа}$ . – требуемое напряжение растяжения-сжатия.

$$360 \geq 1,15$$

Условие прочности выполняется.

## 2.4 Погрешность базирования

Погрешность базирования при данной схеме обработки отверстия отсутствует.

## **3. Экономическая часть**

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Л31	Семёнов Артём

<b>Институт</b>	<b>ИК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТМСНР</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

<p>1. Стоимость ресурсов для изготовления детали «Выходной вал»</p>	<p>1. Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</p> <p>2. Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</p> <p>1 разряд - 40 руб./час.                  2 разряд - 51 руб./час.                  3 разряд - 65 руб./час.                  4 разряд - 82,96 руб./час.                  5 разряд - 105,81 руб./час.                  6 разряд - 135 руб./час.</p> <p>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</p> <p>3. Тариф на электроэнергию - 5,8 руб./кВт.ч.</p>
<p>3. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	<p>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</p> <p>-коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0,06</p> <p>-затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих</p> <p>-затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации</p> <p>-затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной зарплаты основных рабочих.</p> <p>-общехозяйственные расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих</p> <p>-общехозяйственные расходы -50% от основной зарплатыосновных рабочих.</p> <p>-расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости</p>
<p>4. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	<p>Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ</p> <p>Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0,7% от ФОТ</p> <p>Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.</p>

<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Расчет себестоимости изготовления детали «Выходной вал»	<p>1. Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов)</p> <p>2. Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.</p> <p>3. Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.</p> <p>4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов.</p> <p>5. Провести расчет себестоимости.</p>
2. Расчет цены детали «Выходной вал» с НДС	Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей):	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	1.03.2017
---	-----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Н.А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Семёнов Артём		

### **3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

Целью данного раздела является расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

#### **Общие положения**

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

Для промышленных предприятий рекомендуется группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства;
9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

### 3.1 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Т.к. в технологии изготовления используется покупная заготовка (поковка), то расчет затрат по статье «Сырье и материалы» не требуется [7].

#### 3.1 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

По данным сайта <http://www.metaeks.ru/pokovka/> стоимость поковки из стали 40Х составляет 60000 руб./т. Цена одной поковки массой 0,96 кг составит  $C_{ДЛ} = 57,6$  руб. Расчет выполняется по формуле

$$C_{п} = C_{п} \cdot (1 + k_{тз}) = 57,6 \text{ руб.} \cdot (1 + 0,06) = 61 \text{ руб.}$$

### 3.2 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции.

$$C_{от} = M_{от} \cdot C_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot C_{от},$$

где  $M_{от}$  – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;

$C_{от}$  – цена отходов,  $C_{от} = 7,8$  руб/кг;

$V_{чр}$  – масса заготовки;

$V_{чст}$  – чистая масса детали;

$\beta$  – доля безвозвратных потерь (принять 0.02).

$$C_{от} = (0,96 - 0,69) \cdot (1 - 0,02) \cdot 7,8 = 2,06 \text{ руб.}$$

### 3.3 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, связанных с изготовлением продукции.

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_i \cdot k_{\text{пр}},$$

где  $t_i^{\text{шт.к}}$  – штучное время выполнения  $i$ -й операции, мин;

$K_0=8$  – количество операций в процессе;

$\text{ЧТС}_i$  – часовая тарифная ставка на  $i$ -й операции;

$k_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1.4.

Разряды рабочих:

1-я операция: рабочий 2-го разряда;

2-я операция: рабочий 2-го разряда;

3-я операция: рабочий 3-го разряда;

4-я операция: рабочий 3-го разряда;

5-я операция: рабочий 2-го разряда;

6-я операция: рабочий 3-го разряда;

7-я операция: рабочий 3-го разряда;

8-я операция: рабочий 3-го разряда.

Часовая тарифная ставка рабочего 2-го разряда  $\text{чтс}=51$  руб./ч

Часовая тарифная ставка рабочего 3-го разряда  $\text{чтс}=65,05$  руб./ч

$$C_{\text{озп1}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,73}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 0,86 \text{ руб / шт.}$$

$$C_{\text{озп2}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,71}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 0,81 \text{ руб / шт.}$$

$$C_{\text{озп3}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{1,05}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 1,6 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп4}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,83}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 1,26 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп5}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,6}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 0,71 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп6}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{15,1}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 23 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп7}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,78}{60} \cdot 65,5 \cdot 1,4 = 1,2 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп8}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,57}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 0,86 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = 30,3 \text{ руб} / \text{шт.}$$

### 3.4 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

Данная статья учитывает предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле (26):

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}},$$

где  $C_{\text{озп}}$  – основная зарплата, ден. ед.;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 30,3 \text{ руб} \cdot 0,1 = 3,03 \text{ руб.}$$

### 3.2 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Здесь включаются отчисления по установленным законодательством нормам в фонд социальной защиты населения, пенсионный фонд, медицинское страхование и на др. соц. нужды.

$$C_n = (C_{озп} + C_{дзп}) \cdot (C_{с.н} + C_{стр}) / 100,$$

где  $C_{озп}$  – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{дзп}$  – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{с.н.}$  – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{стр}$  – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%).

$$C_n = \frac{(30,3 + 3,03 \text{руб}) \cdot (30 + 0,7\%)}{100\%} = 10,23 \text{руб.}$$

### **3.5 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»**

В этой статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, моделей, опок, кокилей, штампов и пресс-форм, служащих для производства строго определенных изделий. По данной технологии расчет по статье не производится.

### **3.6 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»**

Данная статья включает следующие виды расходов:

- a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение  $C_a$ ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутривозвездское перемещение грузов;

е. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;

ф. прочие расходы.

Элемент «а» (амортизация оборудования и ...) определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{aj},$$

где  $\Phi_i$  – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования  $i$ -го типа,  $i = 1, \dots, T$ ;

$T$  – количество типов используемого оборудования;

$\Phi_j$  – то же для  $j$ -го типа оснастки  $j=1, \dots, m$ ;

$m$  – количество типов используемой оснастки;

$H_{обi}$  и  $H_{оснj}$  – соответствующие нормы амортизации.

Таблица 1 – Стоимость станков

Станок	Балансовая стоимость, руб
Токарно-винторезный универсальный станок 16К20	1200000
Токарно-винторезный универсальный станок 16К20	1200000
Токарный станок с ЧПУ Goodway GA 2000	5500000
Универсальный вертикально-сверлильный станок 2С125	186000
Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 50.	1850000
Печь для закалки FCF 2,5	150000
Печь для закалки FCF 22	250000

Круглошлифовальный универсальный станок 3М151	1200000
Внутришлифовальный универсальный станок 3К128	1100000

Таблица 2 – Стоимость оснастки

Приспособление	Балансовая стоимость, руб
Специальное приспособление (Пневматический зажим)	15000
Поводковый патрон RdHM 11-20 мм	6000

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле (29):

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}},$$

где  $T_{\text{ти}}$  – срок полезного использования, лет.

Для всех станков примем:

$$H_a = \frac{1}{10} = 0.1.$$

Для приспособлений примем:

$$H_a = \frac{1}{3} = 0.33.$$

По формуле (28) амортизация оборудования:

$$\begin{aligned} A_{\text{Год}} &= (1200000 + 1200000 + 5500000 + 186000 + 1850000 + 250000 + \\ &150000 + 1200000 + 1100000) \cdot 0,1 + (15000 + 6000) \cdot 0,33 = \\ &12636000 \cdot 0,1 + 21000 \cdot 0,33 = 1263600 + 6930 = 1270530 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого :

$$l_{кр} = \frac{N_B \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{шт.к}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где  $N_B$  – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

$P$  – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{шт.к}$  – штучно-калькуляционное время на  $i$ -й операции

процесса,  $i = 1, \dots, P$ ;

$F_i$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на  $i$ -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы  $F_i = 3952$  часа. С учетом потерь номинального фонда в 3% имеем

$$l_{кр} = \frac{1500дет \cdot 20,37мин / 60}{3835ч \cdot 9ед.об.} = 0,014$$

Если  $l_{кр} \leq 0,6$ , то амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки)  $C_a = (A_{г}/N_B) \cdot (l_{кр}/\eta_{з.н.})$

где  $\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для мелкосерийного – 0,85).

$$C_a = \frac{1270530руб}{1500дет} \cdot \frac{0,014}{0,85} = 13,95руб.$$

**Элемент «в»** (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплате и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{экс} = (C_{озп} + C_{дзп} + C_{н}) \cdot 0,4 = (30,3 + 3,03 + 10,23) \cdot 0,4 = 17,4руб.$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 13,9 \cdot 0,2 = 2,8 \text{ руб.}$$

- затраты на все виды энергии потребляемые в процессе работы оборудования. Учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{\text{эл.п}} = \text{Ц}_э \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot t_i^{\text{маш}}$$

где  $\text{Ц}_э$  – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);

$W_i$  – мощность электропривода оборудования, используемого на  $i$ -й операции;

$K_{\text{ми}}$  – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6–0,7).

$$\begin{aligned} C_{\text{эл.п}} &= 5,8 \text{ руб} / \text{кВт} \cdot \text{ч} \cdot 1,05 \cdot ((0,2 / 60 \text{ч} \cdot 0,7 \cdot 10 \text{кВт}) \\ &+ (0,22 / 60 \text{ч} \cdot 0,7 \cdot 10 \text{кВт}) + (0,5 / 60 \text{ч} \cdot 0,7 \cdot 11 \text{кВт}) + \\ &+ (0,35 / 60 \text{ч} \cdot 0,7 \cdot 11 \text{кВт}) + (0,2 / 60 \text{ч} \cdot 0,6 \cdot 1,5 \text{кВт}) + \\ &+ (10,9 / 60 \text{ч} \cdot 0,7 \cdot 13 \text{кВт}) + (0,4 / 60 \text{ч} \cdot 0,7 \cdot 10 \text{кВт}) + \\ &+ (0,1 / 60 \text{ч} \cdot 0,6 \cdot 8 \text{кВт}) = 11,34 \text{ руб} \end{aligned}$$

**Элемент «с»** (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100–120% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2) = 30,3 \cdot 1 = 30,3 \text{ руб.}$$

**Элемент «е»** (погашение стоимости инструментов и ...), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального

характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P \Pi_{\text{и}i} \cdot t_{\text{рез.}i} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}i} \cdot n_i},$$

где  $\Pi_{\text{и}i}$  – цена инструмента, используемого на  $i$ -й операции,  $i = 1, \dots, P$ ;

$t_{\text{рез.}i}$  – время работы инструмента, применяемого на  $i$ -й операции, мин.;

$m_i$  – количество одновременно используемых инструментов;

$T_{\text{ст.и.}i}$  – период стойкости инструмента, мин.;

$n_i$  – возможное количество переточек (правок) инструмента;

$k_{\text{тз}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов  
( $k_{\text{тз}}=0,06$ ).

Таблица 2 – Стоимость инструмента

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{\Pi_u \cdot t_{\text{рез}} \cdot m}{T_{\text{ст.и}} \cdot n}$
Резец подрезной с СМП	0,2	45(2)	4984	11,07
Резец подрезной с СМП	0,22	45(2)	4984	12,2
Резец подрезной с СМП	0,45	45 (2)	4984	24,92
Канавочный резец	0,05	45 (5)	47	0,01
Резец подрезной с СМП	0,1	45 (2)	4984	5,53
Расточной резец с СМП	0,25	45 (2)	5616	15,6
Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø8, мм, Р6М5	0.2	90 (10)	65	0,015

Шпоночная фреза с коническим хвостовиком Ø2, мм P6M5	10,9	90 (10)	52	0,63
Шлифовальный круг Ø300, мм	0.4	30 (100)	450	0,06
Шлифовальный круг Ø16, мм	0.1	30 (20)	300	0,05

$$C_{ион} = (1 + 0.06) \cdot (11,07 + 12,2 + 24,92 + 0,01 + 5,53 + 15,6 + 0.015 + 0.63 + 0,06 + 0.05) = 70,35 \text{ руб.}$$

### 3.7 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

Общехозяйственные расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента  $k_{ох}$ , рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной заработной платы производственных рабочих, т.е.

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = C_{озп} \cdot (0,5 - 0,8) = 30,3 \cdot 0,8 = 24,24 \text{ руб.}$$

Приближенно можно дифференцировать значения  $k_{ох}$  в зависимости от типа производства: мелкосерийное – 0,8.

### 3.8 Расчет затрат по статье «Технологические потери»

В этой статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Эти потери предусматриваются

технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

### **3.9 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»**

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента  $k_{ох}$ , устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение  $k_{ох} = 0,5$ , т.е.

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 30,3 \cdot 0,5 = 15,15 \text{ руб.}$$

### **3.10 Расчет затрат по статье «Потери брака»**

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

### **3.11 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»**

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

### 3.12 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: хранение и упаковка на складах готовой продукции; доставку продукции на станции и в порты отправления; рекламу и сбытовую сеть; комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Эти расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости.

$$C_{плз} = \sum C_i \cdot 0.01 = (61 + 2,06 + 30,3 + 3,03 + 10,23 + 13,9 + 2,8 + 11,34 + 30,3 + 70,35 + 24,24 + 15,15) \cdot 0.01 = 2,74 \text{ руб.}$$

### 3.13 Расчет прибыли

Прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$П = \sum C_i \cdot 0.2 = (61 + 2,06 + 30,3 + 3,03 + 10,23 + 13,9 + 2,8 + 11,34 + 30,3 + 70,35 + 24,24 + 15,15 + 2,74) \cdot 0.2 = 55,5 \text{ руб.}$$

$$C_{поли} = 277,4 \text{ руб.}$$

### 3.14 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$НДС = C_{поли} \cdot 0.18 = 277,4 \cdot 0,18 = 49,93 \text{ руб.}$$

### 3.15 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости + прибыли + НДС.

$$Цена = C_{поли} + П + НДС = 277,4 + 55,5 + 49,93 = 382,3 \text{ руб.}$$

## **4. Социальная ответственность**

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Л31	Семёнов Артём

<b>Институт</b>	<b>Неразрушающего контроля</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Физических методов и приборов контроля качества</b>
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Машиностроение

**Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления детали типа «Выходной вал».**

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

*Целью данной работы является создание модели технологического бюро и находящееся в нем оборудование (ПК)*

*Описание рабочего места на предмет возникновения вредных проявлений факторов производственной среды (для обслуживающего персонала необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, исключить контакт с вредными, токсичными веществам., которые могут образовываться в процессе работы оборудования, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум от станков, вентиляции, обеспечить безопасные значения электромагнитных полей от ПК); опасных проявлений факторов производственной среды (в связи с присутствием электричества для питания ПК и освещенности лаборатории, наличии горючих (СО) материалов необходимо предусмотреть, если есть, то перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты от электро-, пожаро- и взрывоопасности); необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению негативного воздействия на окружающую природную среду используемых энергетических проявлений и образующихся отходов: электромагнитные поля от оборудования, парниковые и токсичные газы, «черновые» листы бумаги, отработанные картриджи, принтеры и др. оргтехника; - необходимо обеспечить устойчивую работу вашего производственного участка при возникновении чрезвычайных ситуаций, характерных для Сибири – сильные морозы, пурга, человеческий фактор, диверсия (рассмотреть минимум 2 ЧС – 1 природную, 1 техногенную).*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

*Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:*

*а) приводится перечень всех используемых в работе вредных веществ, их агрегатное состояние, класс опасности (токсичности), механизм воздействия их на организм человека, единицы измерения количества (концентрации); приводится перечень средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, а также защиты окружающей среды;*

*б) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится 1 из расчетов (расчет освещенности на рабочем месте, расчет потребного воздухообмена на рабочем месте, расчет необходимого времени эвакуации рабочего персонала);*

*в) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, разрабатываются или, если уже есть, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;*

*г) приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, если они используются, перечисляются СКЗ и СИЗ; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); предлагаемые средства защиты*

<i>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i>
<i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды в следующей последовательности</i> <i>а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ;</i> <i>б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка;</i> <i>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).</i>
<i>Охрана окружающей среды:</i> <i>организация безотходного производства (приводится перечень отходов при эксплуатации оборудования, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).</i>
<i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i> <i>а) Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия</i> <i>разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС;</i> <i>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i> <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i>
<i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i> <i>специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</i>
<b>Перечень графического материала:</b> 1) Пути эвакуации 2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	1.03.2017
---	-----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Проф. каф. ЭБЖ	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Семёнов Артём		

## **Описание рабочего места**

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

### **4.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения; [4]

### 4.1.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами :

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ( $\varphi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\varphi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

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

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам,

относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

#### 4.1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе оргтехники, наибольший вред приносят краски копиров и принтеров. Эти краски называются тонерами. Представляют они собой мелкодисперсную смесь, в состав которой входят композитные полимеры или уголь. Во время печати, копирования выделяются всевозможные (нередко токсичные) органические вещества.

Необходимо выделить озон. Во время работы копировальной техники выделяется большое количество озона. Небольшое содержание этого газа в воздухе оказывает благоприятный эффект на организм человека. Только при работе копиров озона выделяется намного больше, чем после грозы.

В больших концентрациях озон очень опасен. Дело в том, что озон – сильный окислитель. Поступая в избыточном количестве в организм человека, этот газ ускоряет окислительные процессы, происходящие в клетках. Неправильное развитие клеток может стать толчком к возникновению новообразований. Длительное воздействие больших доз озона способствует преждевременному старению.

Согласно гигиеническим нормативам "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03", утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г, озон относится к 1-му классу опасности (1 класс - чрезвычайно опасные), величина ПДК = 0,1 мг/м<sup>3</sup>, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – пар и/или газ.

#### **4.1.3. Производственный шум**

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные

сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

#### СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции (бетон, кирпич, гипсокартон и др.), звуко- и вибропоглощения (гранулированная или суспензированная минеральная вата, стекловолокно, войлок, стекловолокнистые плиты с ячеистым строением - пенополиуретан и т.п.);
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

#### СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

### **4.1.4 Освещенность**

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в

поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 9$  м, ширина  $B = 7$  м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где  $A$  – длина, м;

$B$  – ширина, м.

$$S = 9 \times 7 = 63 \text{ м}^2$$

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

Выбираем лампу дневного света ЛДЦ-30, световой поток которой равен

$$\Phi_{\text{ЛД}} = 1500 \text{ Лм.}$$

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-30.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 30 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.

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

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса,

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

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

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{7}{2,4} = 2,92 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{9}{2,4} = 3,75 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

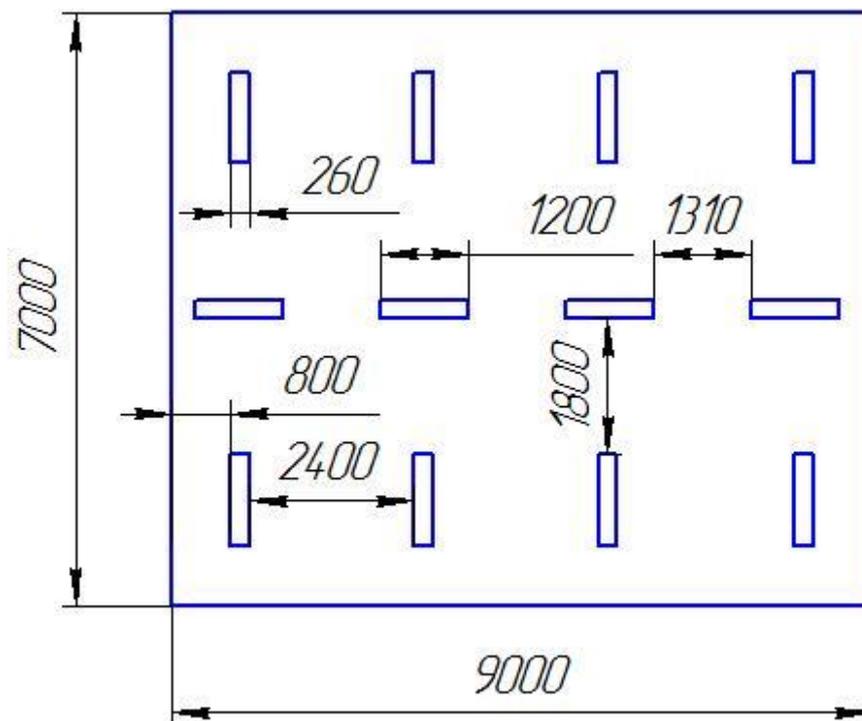


Рисунок 1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{9 \cdot 7}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при  $\rho_{\Pi} = 70\%$ ,  $\rho_{С} = 40\%$

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

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_n = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{2 \cdot 12 \cdot 0,65} = 1599 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% = \frac{1500 - 1599}{1599} \cdot 100\% = -6,2\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq -6,2\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

#### 4.1.5 Электромагнитные поля

В бюро используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля.

Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видеодисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", разработанными в соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и "Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании".

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и

устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

**Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:**

**СКЗ**

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

**СИЗ**

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.
- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO<sub>2</sub>).
- Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

## **4.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды**

### **4.2.1 Факторы электрической природы**

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

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

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

*Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.*

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

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

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

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

Безопасные номиналы:  $U=12-36\text{В}$ ,  $I=0,1\text{ А}$ ,  $R_{\text{зав}}=4\text{ Ом}$ .

#### **4.2.2 Факторы пожарной и взрывной природы**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории  $A_n$ ,  $B_n$ ,  $V_n$ ,  $G_n$  и  $D_n$ .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

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

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 2).

*Выход №2*      *План эвакуации из помещения*      *Выход №1*  
*Главный*



- Коридор
- Помещение
- - - Лестница
- Пути эвакуации

Рис 2. План эвакуации.

### 4.3. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Контейнеры для макулатуры нужно установить по всему бюро, чтобы сотрудникам было максимально удобно ими пользоваться. Остальные

перерабатываемые отходы: ПЭТ, стекло, алюминий – можно собирать в один общий поток. Его досортируют в мусоровывозящей компании. Для таких отходов достаточно поставить всего несколько контейнеров в тех местах, где отходы образуются, например, на кухне и у вендинговых автоматов. Рядом с контейнерами для раздельного сбора обязательно должны стоять и урны для смешанных отходов. Так ценные перерабатываемые фракции не будут загрязняться салфетками и чайными пакетиками.

Все контейнеры для раздельно собранных отходов, установленные в бюро, должны иметь четкую и яркую маркировку, сообщающую сотрудникам, какие именно отходы нужно складывать в данный контейнер. При этом, сами контейнеры могут быть самой простой и дешевой модели.

Отдельно от прочего мусора необходимо собирать батарейки, аккумуляторы, люминесцентные лампы, отработавшие картриджи и оргтехнику. Все это - опасные отходы, которые необходимо сдавать на специальную утилизацию.

Необходимо вывозить отходы по накоплению достаточно значительной партии, например, объемом от 200 кг. Если же есть возможность хранить более 500 кг, то отходы будут готовы бесплатно забирать компании-заготовители вторсырья. Накопление отходов не представляет проблем, в том случае если у компании есть собственный склад или подсобное помещение.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

При выборе компании, которой вы будете передавать раздельно собранные отходы, необходимо обратить внимание на список отходов, которые она принимает, наличие собственного транспорта (или приемных пунктов, если вы планируете отвозить отходы сами), минимальный объем вывоза.

Также в цехе механообработки присутствуют отходы такие как металлическая стружка, СОЖ, ртутные лампы.

На первом этапе металлическая стружка разделяется по роду металла на черные и цветные металлы. После разделения стружка брикетируется и складывается в специальном помещении или баке, которые должны иметь свободный подъезд и средства механической погрузки для грузового транспорта. Раз в неделю или месяц стружка отгружается и вывозится в компанию по переработке металлических отходов.

Регенерация СОЖ происходит посредством установки фильтров и добавлении в бак концентрированного раствора.

Отработанные ртутные лампы на предприятии укладывают в герметичную тару (пластиковые, картонные коробки) и складывают на складах временного хранения ртути содержащих отходов. После в определенный срок вывозятся в специальные утилизирующие компании.

#### **4.4. Защита в ЧС**

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди сотрудников бюро. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели или газовый баллон с горелкой и катализатором. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

При сбое подачи электроэнергии на складе должен быть предусмотрен и находиться бензогенератор и суточный запас бензина для него.

В случае сбоя подачи водоснабжения на складе или на участке в бюро должны находиться суточные запасы пресной питьевой воды.

При отказе, например, электрического общественного транспорта, который довозит сотрудников до бюро и обратно, в организации, где находится технологическое бюро, должен быть предусмотрен свой транспорт, способный доставить всех сотрудников в пункт назначения за минимальное время.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии, предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи. Также необходимо исключить распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях. Должностные лица должны раз в полгода проводить тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

#### **4.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.  
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

### **Графические материалы**

- 1) Освещенность на рабочем месте
- 2) Пути эвакуации

## **Заключение**

В ходе данной выпускной квалификационной работы выполнена технологическая подготовка производства изготовления выходного вала, которая включает в себя разработку технологического процесса, расчет режимов механической обработки и норм времени, выбор оборудования и средств технического оснащения, проектирование специальной оснастки для сверлильной операции, а также рассмотрена экономическая составляющая процесса изготовления и проанализированы вредные факторы и вещества при работе в технологическом бюро, предусмотрены методы их предотвращения и борьбы с ними.

На основе данной работы был изготовлен экспериментальный образец выходного вала-сепаратора, который в настоящее время проходит предварительные испытания. На следующей стадии работы предполагается произвести стендовые испытания при номинальной нагрузке на выходной вал-сепаратор.

## Список литературы

1. Скворцов В.Ф., Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91с.
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.М. 9Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К, Мещерякова – 5 изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003 г. 944с., ил.
3. Ансёров М.А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции: учебное пособие / М.А. Ансёров. – 3-е изд. – Москва: Изд-во Машиностроение, 1966. – 649с.
4. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
6. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.
7. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение».
8. ГОСТ 15.101-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ [Текст]. - Введ. 2000–07–01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
9. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно - измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.