

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

---

Институт ИК  
Направление подготовки Машиностроение 15.03.01  
Кафедра ТМСПР

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления выходного вала</b>

УДК 621.81-233.1.002:621.313.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Стариков Максим Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Охотин Иван Сергеевич	кандидат тех. наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Гаврикова Надежда Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор кафедры ЕБЖ	Федорчук Юрий Митрофанович	доктор тех. наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин Александр Данилович			

Томск – 2017 г.

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

---

Институт ИК  
Направление подготовки Машиностроение 15.03.01  
Кафедра ТМСПР

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Вильнин. А.Д.  
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
8Л31	Старикову Максиму Александровичу

Тема работы:

<b>Разработка технологического процесса изготовления выходного вала</b>
Утверждена приказом директора

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертеж детали выходного вала; Годовая программа выпуска N=5000 шт; Материал изделия: сталь 40Х.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Технологическая часть: - анализ технологичности детали; - определение типа производства; - выбор исходной заготовки; - разработка технологического процесса изготовления детали (размерный анализ, определение допусков технологических размеров, проверка обеспечения точности непосредственно не обеспечиваемых размеров, расчет минимальных припусков, расчет линейных и диаметральных размеров; - расчет режимов резания (выбор оборудования, выбор режущего инструмента, определение режимов резания для каждой операции); - нормирование технологического процесса;

	<p>Конструкторская часть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбор конструкции приспособления;</li> <li>- описание принципа работы приспособления;</li> <li>- силовой расчет приспособления;</li> </ul> <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение (расчет себестоимости изготовления выходного колеса);</p> <p>Социальная ответственность (определение опасных и вредных факторов при проектировании и производстве детали выходного колеса).</p>
<b>Перечень графического материала</b>	<p>Карта технологического процесса А1 - 4 листа;</p> <p>Приложение 1: Чертеж изделия А3 – 1 лист;</p> <p>Приложение 2: Сборочный чертеж приспособления А2 – 1 лист;</p> <p>Приложение 3: Спецификация сборочного чертежа приспособления А4 - 1 лист;</p> <p>Приложение 4: Размерная схема, размерный граф.</p>

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Охотин И.С.	кандидат т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Стариков Максим Александрович		

## Содержание

Техническое задание .....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	7
1.1. Определение типа производства .....	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....	9
1.3. Выбор исходной заготовки .....	10
1.4. Разработка технологии изготовления детали .....	11
1.5. Расчет припусков и диаметральных технологических размеров .....	18
1.6. Расчет припусков и осевых технологических размеров .....	25
1.7. Расчет режимов резания. Расчет сил резания и мощности Расчет норм времени. Выбор режущего и измерительного инструмента	40
1.8. Оборудование, технологическая оснастка и инструмент .....	56
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	60
2.1. Выбор базовой конструкции приспособления .....	60
2.2. Описание принципа работы .....	60
2.3. Расчет сил закрепления .....	61
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	64
3.1. Общие положения .....	64
3.2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы» .....	65
3.3. Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»	66
3.4. Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты» .....	66
3.5. Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих» .....	67
3.6. Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» .....	67
3.7. Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды» .....	68
3.8. Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования» .....	68
3.9. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы» .....	72
3.10. Расчет затрат по статье «Технологические потери» .....	72

3.11. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы» .....	73
3.12. Расчет затрат по статье «Потери брака» .....	73
3.13. Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы» .....	73
3.14. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию» .....	73
3.15. Расчет прибыли .....	74
3.16. Расчет НДС .....	74
3.17. Цена изделия .....	74
<b>4. ЧАСТЬ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ .....</b>	<b>77</b>
4.1. Описание рабочего места .....	77
4.2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды .....	77
4.2.1. Метеоусловия .....	77
4.2.2. Вредные вещества .....	79
4.2.3. Производственный шум .....	80
4.2.4. Освещенность .....	81
4.2.5. Электромагнитные поля .....	84
4.3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды .....	85
4.3.1. Факторы электрической природы .....	85
4.3.2. Факторы пожарной и взрывной природы .....	88
4.4. Охрана окружающей среды .....	90
4.5. Защита в ЧС .....	90
4.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	92
Список использованных источников .....	93



# 1. Технологическая часть

## 1.1 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций

$$K_{зо} = \frac{t_d}{t_{ш\text{ср}}},$$

где  $t_d$  – такт выпуска деталей;

$t_{ш\text{ср}}$  – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется по формуле

$$t_d = 60\Phi_d/N,$$

где  $\Phi_d$  – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 5000$  – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двухсменном режиме работы:

$$F_r = 4015 \text{ ч.}$$

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{ш\text{ср}} = \sum_{i=1}^n t_{ши}/n,$$

где  $t_{ши}$  – штучное время  $i$ -ой операции изготовления детали;

$n$  – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ш.к.} = \varphi_k \cdot T_o,$$

где  $\varphi_k$  – коэффициент, зависящий от вида станка;

$T_o$  – основное технологическое время.

В качестве основных операций выберем 8 операций ( $n=8$ ).

№0 – Заготовительная операция:

Отрезание проката

$$\varphi_k = 1,5;$$

$$T_{o_0} = 0,00019D^2 = 0,00019 \cdot 65^2 = 0,8 \text{ мин};$$

$$t_{ш0} = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ мин.}$$

№1 – Токарная:

Точение под установку в трехкулачковый патрон

$$\varphi_k = 2,14;$$

$$\begin{aligned} T_{o_1} &= (0,037(D^2 - d^2) + 0,17Dl) \cdot 10^{-3} = \\ &= (0,037(65^2 - 0^2) + 0,17 \cdot 63 \cdot 30) \cdot 10^{-3} = 0,47 \text{ мин}; \end{aligned}$$

$$t_{ш.к.1} = 2,14 \cdot 0,47 = 1 \text{ мин.}$$

№2 – Токарная:

Точение вала (с правого торца)

$$\varphi_k = 2,14;$$

$$\begin{aligned} T_{02} = & (0,037 \cdot 65^2 + 0,52 \cdot 5 \cdot 5 + 0,17 \cdot 62 \cdot 62 + 0,17 \cdot 48 \cdot 56 + 0,17 \cdot 36 \cdot 53 + \\ & + 0,17 \cdot 18 \cdot 44 + 0,17 \cdot 12 \cdot 30 + 0,17 \cdot 14 \cdot 34 + 0,037 \cdot 14^2 + 0,17 \cdot 14 \cdot 34 + \\ & + 0,17 \cdot 11 \cdot 16 + 0,17 \cdot 2 \cdot 34 + 0,17 \cdot 5 \cdot 46 + 0,17 \cdot 0,5 \cdot 46 + 0,17 \cdot 34 \cdot 0,5 + \\ & + 0,17 \cdot 10 \cdot 30 + 0,17 \cdot 0,5 \cdot 20 \cdot 3 + 0,52 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 2 + 0,52 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 6) \cdot 10^{-3} = \\ & = 2,25 \text{ мин;} \end{aligned}$$

$$t_{\text{ш.к.2}} = 2,14 \cdot 2,25 = 4,82 \text{ мин.}$$

№3 – Токарная:

Точение вала (с левого торца)

$$\varphi_k = 2,14;$$

$$\begin{aligned} T_{03} = & (0,037 \cdot 65^2 \cdot 2 + 0,037 \cdot 40 \cdot 3 + 0,52 \cdot 5 \cdot 5 + 0,17 \cdot 60 \cdot 10 \cdot 2 + 0,17 \cdot 0,5 \cdot 60 \\ & + 0,18 \cdot 40 \cdot 3 + 0,17 \cdot 0,5 \cdot 40 \cdot 2) \cdot 10^{-3} = 0,57 \text{ мин;} \end{aligned}$$

$$t_{\text{ш.к.3}} = 2,14 \cdot 0,57 = 1,22 \text{ мин.}$$

№4 – Фрезерная:

Сверление отверстий

$$\varphi_k = 1,84;$$

$$T_{04} = 0,52 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 2 + 0,52 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot 8 = 0,28 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{ш.к.4}} = 1,84 \cdot 0,28 = 0,52 \text{ мин.}$$

№6, №7, №8 – Шлифовальная:

Шлифование цилиндра, конуса, торца

$$\varphi_k = 2,1;$$

$$T_{06,7,8} = 0,0018 \cdot 12 \cdot 32 + 0,0018 \cdot 30 \cdot 10 + 0,0018 \cdot 60 \cdot 1 = 1,34 \text{ мин}$$

$$t_{\text{ш.к.6,7,8}} = 2,1 \cdot 1,34 = 2,8 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$t_{\text{ш.сп}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n} = \frac{1,2 + 1 + 4,82 + 1,22 + 0,52 + 2,8}{8} = 1,45 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{60 \cdot 4015}{1,45 \cdot 5000} = 33,2$$

$K_{30} = 20 \dots 40$ , что соответствует мелкосерийному производству.



## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – вал представляет собой тело вращения, имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет форму ступенчатого цилиндра, что указывает на возможность применения универсальной оснастки, однако для обеспечения заданной точности угла между осями отверстий расположенных на лицевой и тыльной стороне вала необходимо использовать специальное приспособление.

В соответствии с исходными данными вал будет выполнен из стали 40X.

Данная конструкционная сталь используется для изготовления: осей, валов, плунжеров, штоков, коленчатых и кулачковых валов, колец, шпинделей, оправок, болтов, полуосей, втулок и других улучшаемых деталей повышенной прочности.

Поставляется в качестве заготовок в виде: проката, калиброванных прутков, труб, поковок, толстых листов, полос.

Сталь 40X относится к первой группе обрабатываемости. Первая группа предполагает малые силы резания, возможность использования быстрорежущего и твердосплавного инструмента, получение низкой шероховатости поверхности.

Твердость 42 единицы HRC указывает на необходимость термической операции закалки и последующего отпуска. При закалке есть вероятность сжечь резьбу М3 и М4, поэтому будет использована локальная закалка токами высокой частоты в местах наименьших сечений вала.

Допуск на размеры 0,02 мм, а так же допуск торцевого и радиального биения 0,02 мм предусматривает внесение шлифовальной операции. Для круглошлифовальной операции необходимо просверлить центровые отверстия на торцах вала, а так же выполнить канавки под выход шлифовального круга.

Исходя из проведенного анализа, следует сделать вывод о том, что сочетание конструкции детали «выходной вал» и выбранный материал изделия позволят утверждать, что деталь технологична.

### 1.3 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки – прокат круглый горячекатаный обычной точности.

Прокат ГОСТ 2590-2006 длиной 2 метра будет поставляться на склад, а в дальнейшем на ленточнопильном станке будет разделен на 27 заготовок.

Масса проката  $\approx$  52 кг.

На 5000 изделий необходимо 180 прутков  $\varnothing$ 65 мм.

Химический состав в %, сталь 40Х:

C	0,36 - 0,44
Si	0,17 - 0,37
Mn	0,5 - 0,8
Ni	до 0,3
S	до 0,035
P	до 0,035
Cr	0,8 - 1,1
Cu	до 0,3
Fe	$\sim$ 97

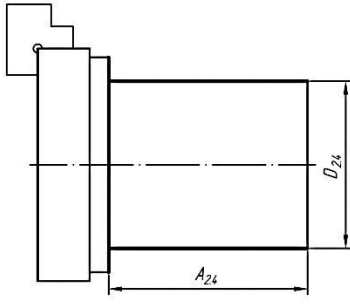
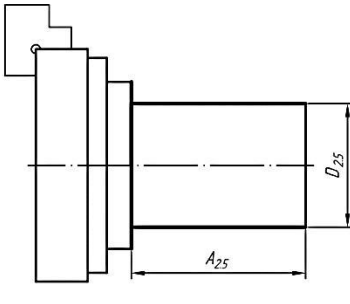
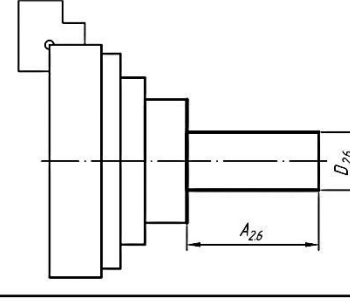
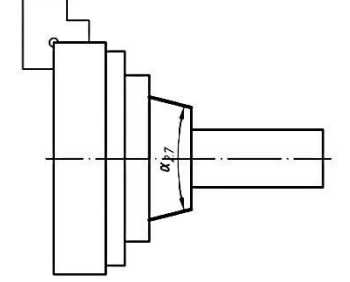
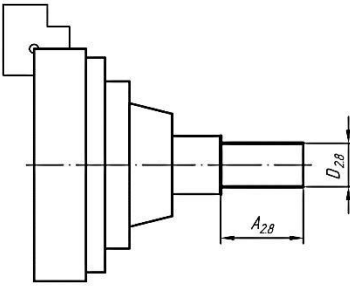
Физические свойства:

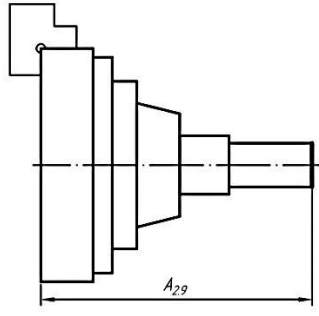
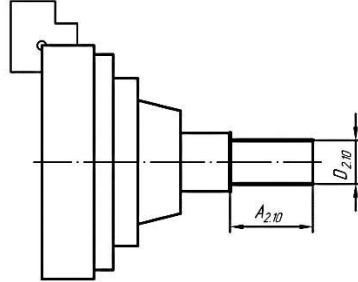
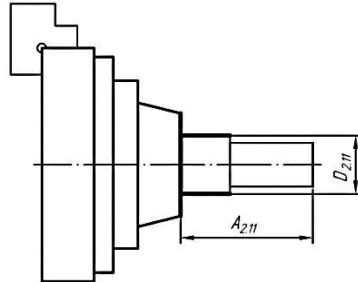
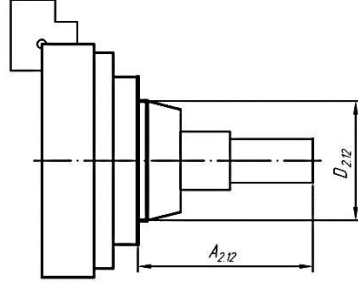
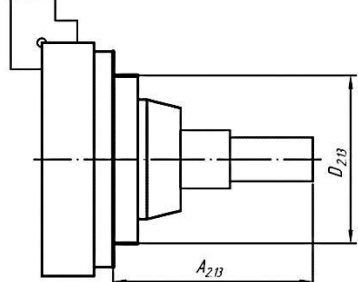
Плотность: 7820 кг/м<sup>3</sup>;

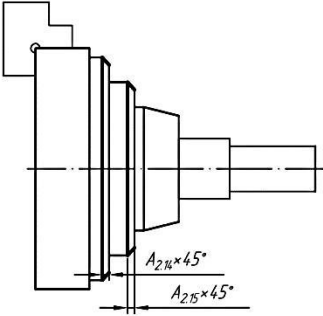
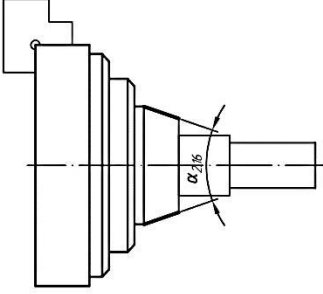
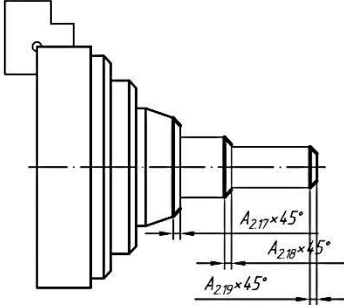
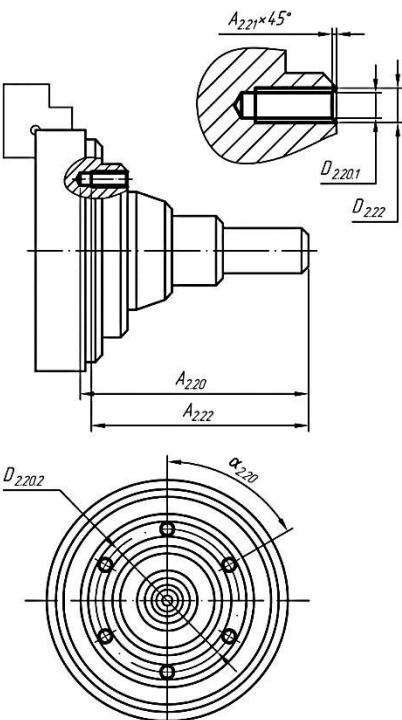
Твердость в горячекатаном состоянии: HB 163-168;

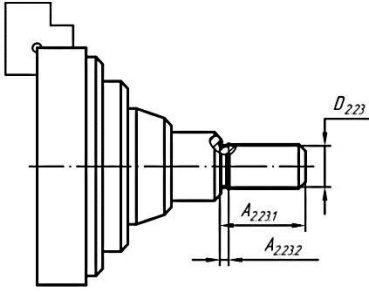
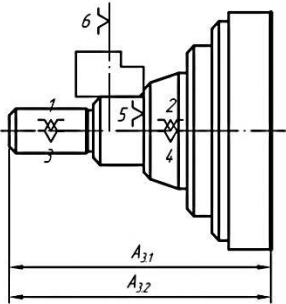
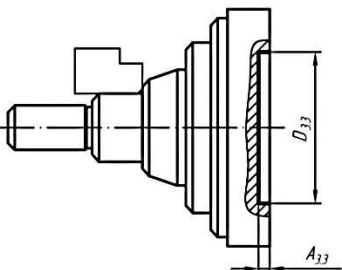
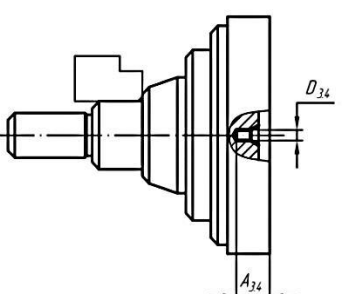
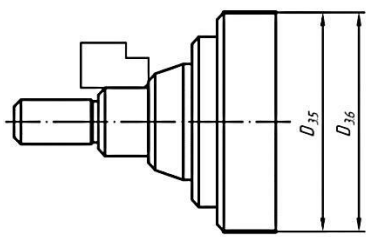
## 1.4 Разработка технологии изготовления детали

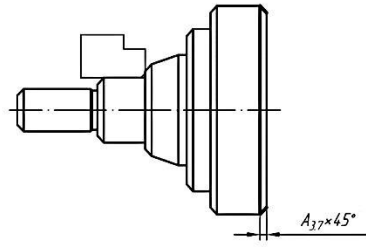
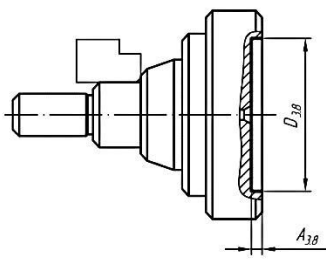
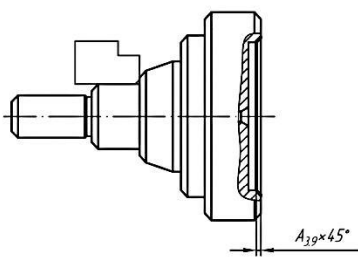
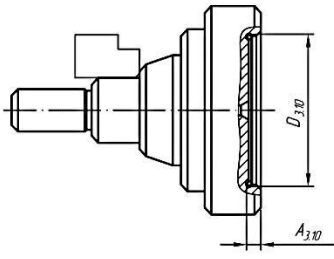
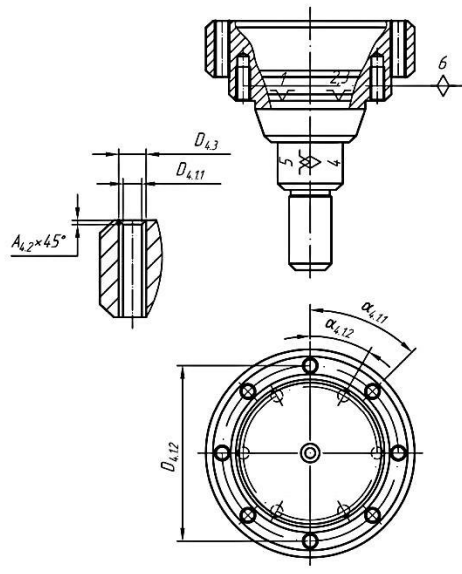
0	<u>Заготовительная</u>	
1	<u>Токарная</u> 1 <i>Отрезать, выдерживая размер <math>A_{01}</math></i> 2 <i>Точить, выдерживая размер <math>A_{12}</math>, <math>D_{12}</math></i>	
2	<u>Токарная с ЧПУ</u> 1 <i>Подрезать торец, выдерживая размер <math>A_{21}</math></i> 2 <i>Сверлить отверстие, выдерживая размеры <math>A_{22}</math> и <math>D_{22}</math></i> 3 <i>Точить, выдерживая размеры <math>A_{23}</math> и <math>D_{23}</math></i>	

4	Точить, выдерживая размеры $A_{24}$ и $D_{24}$	 <p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a shaft with a diameter of <math>D_{24}</math> and a length of <math>A_{24}</math>. The shaft has a stepped profile with a larger diameter section on the left and a smaller diameter section on the right. The dimensions <math>A_{24}</math> and <math>D_{24}</math> are indicated with dimension lines and arrows.</p>
5	Точить, выдерживая размеры $A_{25}$ и $D_{25}$	 <p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a shaft with a diameter of <math>D_{25}</math> and a length of <math>A_{25}</math>. The shaft has a stepped profile with a larger diameter section on the left and a smaller diameter section on the right. The dimensions <math>A_{25}</math> and <math>D_{25}</math> are indicated with dimension lines and arrows.</p>
6	Точить, выдерживая размеры $A_{26}$ и $D_{26}$	 <p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a shaft with a diameter of <math>D_{26}</math> and a length of <math>A_{26}</math>. The shaft has a stepped profile with a larger diameter section on the left and a smaller diameter section on the right. The dimensions <math>A_{26}</math> and <math>D_{26}</math> are indicated with dimension lines and arrows.</p>
7	Точить коническую поверхность, выдерживая размер $\alpha_{27}$	 <p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a shaft with a conical surface. The angle of the conical surface is indicated as <math>\alpha_{27}</math>. The shaft has a stepped profile with a larger diameter section on the left and a smaller diameter section on the right. The angle <math>\alpha_{27}</math> is indicated with a dimension line and an arrow.</p>
8	Точить, выдерживая размеры $A_{28}$ и $D_{28}$	 <p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a shaft with a diameter of <math>D_{28}</math> and a length of <math>A_{28}</math>. The shaft has a stepped profile with a larger diameter section on the left and a smaller diameter section on the right. The dimensions <math>A_{28}</math> and <math>D_{28}</math> are indicated with dimension lines and arrows.</p>

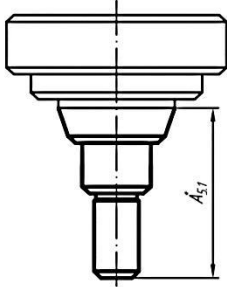
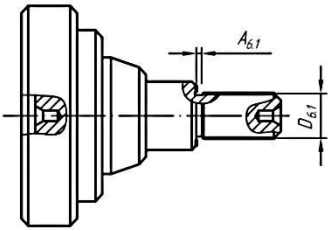
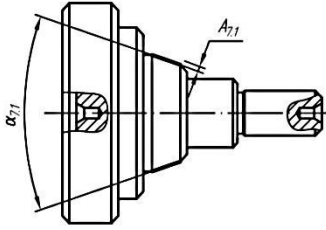
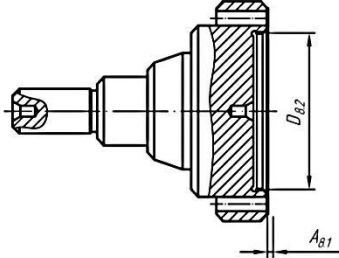
9	<i>Подрезать торец, выдерживая размер <math>A_{29}</math></i>	
10	<i>Точить, выдерживая размеры <math>A_{210}</math> и <math>D_{210}</math></i>	
11	<i>Точить, выдерживая размеры <math>A_{211}</math> и <math>D_{211}</math></i>	
12	<i>Точить, выдерживая размеры <math>A_{212}</math> и <math>D_{212}</math></i>	
13	<i>Точить, выдерживая размеры <math>A_{213}</math> и <math>D_{213}</math></i>	

14	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2.14} \times 45^\circ$	
15	Точить фаску, выдер. размер $A_{2.15} \times 45^\circ$	
16	Точить коническую поверхность, выдерживая размер $\alpha_{2.16}$	
17	Точить фаску, выдер. размер $A_{2.17} \times 45^\circ$	
18	Точить фаску, выдер. размер $A_{2.18} \times 45^\circ$	
19	Точить фаску, выдер. размер $A_{2.19} \times 45^\circ$	
20	Сверлить 6 отв., выдер. размеры $A_{2.20}$ , $D_{2.20.1}$ , $D_{2.20.2}$ , $\alpha_{2.20}$	
21	Зенковать 6 фасок, выдер. размер $A_{2.21} \times 45^\circ$	
22	Нарезать резьбу в 6 отверстиях, выдер. размеры $A_{2.22}$ и $D_{2.22}$	

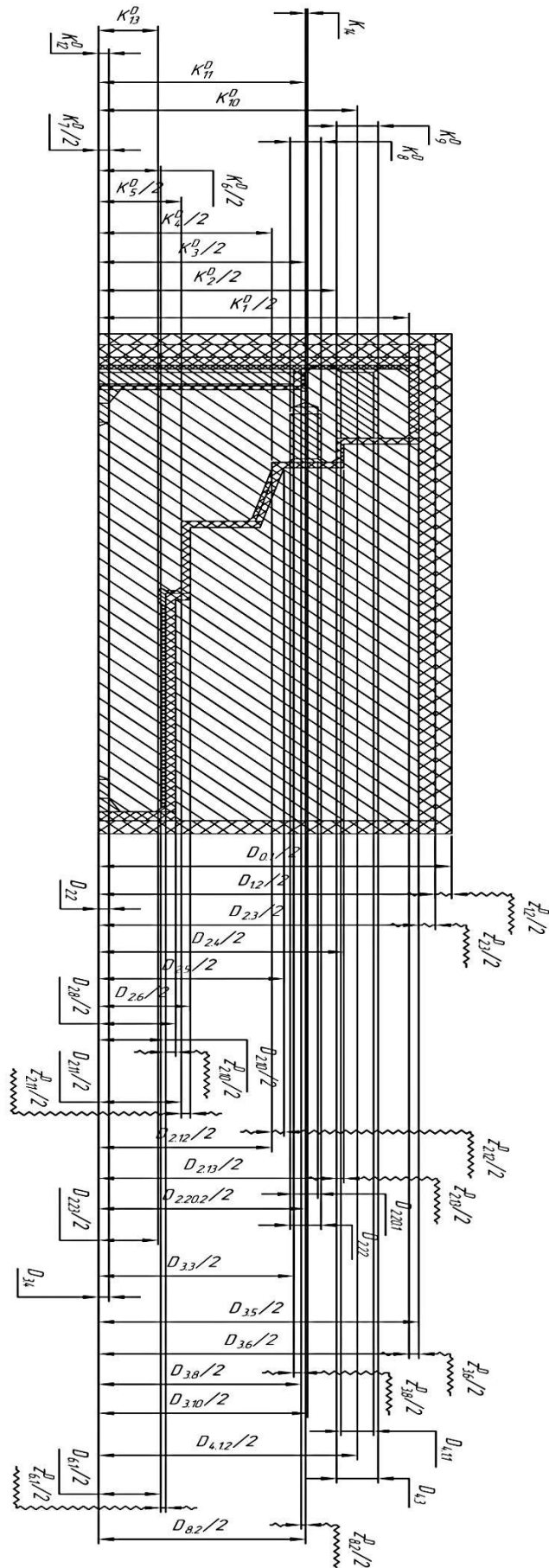
23	Точить канавку, выдер. размер $A_{223.1}$ , $A_{223.2}$ , $D_{223}$	
3	<u>Токарная с ЧПУ</u>	
1	Подрезать торец, выдерживая размер $A_{31}$	
2	Подрезать торец, выдерживая размер $A_{32}$	
3	Фрезеровать углубление, выдер. размеры $A_{33}$ , $D_{33}$	
4	Сверлить отверстие, выдерживая размер $A_{34}$ и $D_{34}$	
5	Точить, выдерживая размер $D_{35}$	
6	Точить, выдерживая размер $D_{36}$	

7	Точить фаску, выдер. размеры $A_{3,7} \times 45^\circ$	
8	Расточить углубление, выдер. размеры $A_{3,8}, D_{3,8}$	
9	Точить фаску, выдерж. размер $A_{3,9} \times 45^\circ$	
10	Точить канавку, выдерж. размер $A_{3,10}, D_{3,10}$	
4	<u>Фрезерная с ЧПУ</u>	
1	Сверлить 8 отв, выдер. размеры $D_{4,11}, D_{4,12}, \alpha_{4,11}, \alpha_{4,12}$	
2	Зенковать 8 фасок, выдерж. размер $A_{4,2} \times 45^\circ$	
3	Нарезать резьбу в 8 отверстиях, выдерж. размер $D_{4,3}$	



5	<u>Термическая</u>		
	1	<i>Закалка ТВЧ (850°C), выдерж. <math>A_{5,1}</math>  Нагрев (воздух)  Выдержка (воздух)  Охлаждение (масло)</i>	
	2	<i>Отпуск средний (450°C)  38..42 HRC  Нагрев (воздух)  Выдержка (воздух)  Охлаждение (воздух)</i>	
6	<u>Шлифовальная</u>		
	1	<i>Шлифовать цилиндрическую поверхность и торец, выдерж. размеры <math>A_{6,1}</math>, <math>D_{6,1}</math></i>	
7	<u>Шлифовальная</u>		
	1	<i>Шлифовать коническую поверхность, выдерж. размеры <math>A_{7,1}</math>, <math>\alpha_{7,1}</math></i>	
8	<u>Шлифовальная</u>		
	1	<i>Шлифовать торец, выдерж. размер <math>A_{8,1}</math></i>	
	2	<i>Шлифовать цил. пов-ть, выдерж. размер <math>D_{8,2}</math></i>	
9	<u>Слесарная</u>		
	1	<i>Удалить заусенцы, отчистить от окалины</i>	

## 1.5 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров



### Допуски на конструкторские диаметральные размеры

Размер	$K_1^D$	$K_2^D$	$K_3^D$	$K_4^D$	$K_5^D$	$K_6^D$	$K_7^D$	$K_8^D$	$K_9^D$	$K_{10}^D$	$K_{11}^D$	$K_{12}^D$	$K_{13}^D$
Номинал	60	46	40	33,5	16	12	2	3	4	50	40	2	11,5
Допуск	0,74	0,62	0,02	0,2	0,43	0,02	0,1	0,14	0,18	0,1	0,1	0,1	0,1

Назначим допуски на технологические диаметральные размеры, используя формулу:

$$TD_i = \omega_{c_i} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (1.1)$$

где:

$\omega_{c_i}$  – статистическая погрешность размера;

$\rho_{i-1}$  – пространственные отклонения;

$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6 + \varepsilon_3}$  – погрешность установки.

### Допуски на технологические диаметральные размеры

Размер	$D_{0.1}$	$D_{1.2}$	$D_{2.2}$	$D_{2.3}$	$D_{2.4}$	$D_{2.5}$	$D_{2.6}$	$D_{2.8}$	$D_{2.10}$
Допуск	1,6	0,35	0,075	0,22	0,16	0,16	0,11	0,11	0,07

Размер	$D_{2.11}$	$D_{2.12}$	$D_{2.13}$	$D_{2.20.1}$	$D_{2.20.2}$	$D_{2.22}$	$D_{2.23}$	$D_{3.3}$	$D_{3.4}$
Допуск	0,07	0,1	0,1	0,1	0,1	0,025	0,1	0,16	0,1

Размер	$D_{3.5}$	$D_{3.6}$	$D_{3.8}$	$D_{3.10}$	$D_{4.1.1}$	$D_{4.1.2}$	$D_{4.3}$	$D_{6.1}$	$D_{8.2}$
Допуск	0,22	0,14	0,1	0,1	0,12	0,1	0,03	0,01	0,01

Все диаметральные размеры выдерживаются непосредственно

$$K_1^D = D_{3.6} = 60_{-0,74},$$

$$K_8^D = D_{2.22} = 3^{+0,14}$$

$$K_2^D = D_{2.13} = 46_{-0,62}$$

$$K_9^D = D_{4.3} = 4^{+0,18}$$

$$K_3^D = D_{8.2} = 40^{+0,02}$$

$$K_{10}^D = D_{4.1.2} = 50^{+0,1}$$

$$K_4^D = D_{2.12} = 33,5_{-0,2}$$

$$K_{11}^D = D_{2.20.2} = 40^{+0,1}$$

$$K_5^D = D_{2.11} = 16_{-0,43}$$

$$K_{12}^D = D_{2.2} = 2^{+0,1}$$

$$K_6^D = D_{6.1} = 12^{+0,02}$$

$$K_{13}^D = D_{2.23} = 11,5_{-0,1}$$

$$K_7^D = D_{3.4} = 2^{+0,1}$$

Проверка обеспечения точности размеров

$$\begin{array}{ll}
 TK_1^D \geq TD_{3.6}, & 0,74 > 0,14 & TK_8^D \geq TD_{2.22}, & 0,14 > 0,025 \\
 TK_2^D \geq TD_{2.13}, & 0,62 > 0,1 & TK_9^D \geq TD_{4.3}, & 0,18 > 0,03 \\
 TK_3^D \geq TD_{8.2}, & 0,02 > 0,01 & TK_{10}^D \geq TD_{4.1.2}, & 0,1 = 0,1 \\
 TK_4^D \geq TD_{2.12}, & 0,2 > 0,1 & TK_{11}^D \geq TD_{2.20.2}, & 0,1 = 0,1 \\
 TK_5^D \geq TD_{2.11}, & 0,43 > 0,07 & TK_{12}^D \geq TD_{2.2}, & 0,1 > 0,075 \\
 TK_6^D \geq TD_{6.1}, & 0,02 > 0,01 & TK_{13}^D \geq TD_{2.23}, & 0,1 > 0,07 \\
 TK_7^D \geq TD_{3.4}, & 0,1 = 0,1 & & 
 \end{array}$$

Определим минимальные припуски на обработку поверхностей вращения, используя формулу:

$$z_{i\min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (1.2)$$

где:

$Rz_{i-1}$  – шероховатость поверхности, полученная на предшествующем переходе;

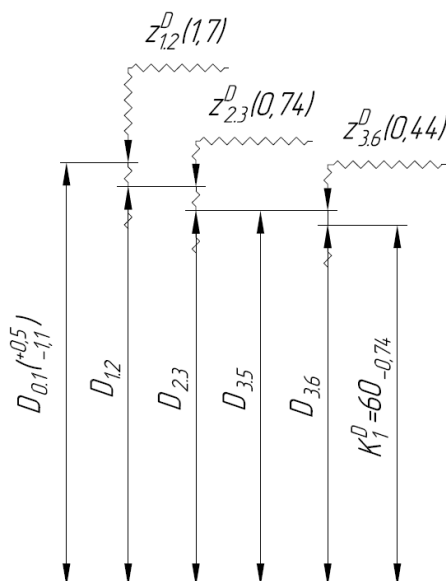
$h_{i-1}$  – толщина дефектного слоя, сформированного на предшествующем переходе;

$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2}$  – пространственные отклонения;

$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_{6_i}^2 + \varepsilon_{3_i}^2}$  – погрешность установки.

Припуск	$z_{1.2}^D$	$z_{2.3}^D$	$z_{2.10}^D$	$z_{2.11}^D$	$z_{2.12}^D$	$z_{2.13}^D$	$z_{3.6}^D$	$z_{3.8}^D$	$z_{6.1}^D$	$z_{7.1}^D$	$z_{8.2}^D$
Наименьшее значение	1,7	0,74	0,4	0,4	0,6	0,4	0,44	0,44	0,15	0,15	0,12

## Расчет диаметральных технологических размеров



$$D_{3.6\text{cp}} = 60 + \frac{0 - 0,14}{2} = 59,93 \text{ мм}, \quad D_{3.6} = 59,93 \pm 0,07 \text{ мм}, \quad TD_{3.5} = 0,22 \text{ мм},$$

$$z_{3.6\text{cp}}^D = 0,44 + \frac{0,14 + 0,22}{2} = 0,62 \text{ мм}, \quad D_{3.5\text{cp}} = 59,93 + 0,62 = 60,55 \text{ мм},$$

$$D_{3.5} = 60,55 \pm 0,11 \text{ мм};$$

$$D_{2.3\text{cp}} = 60,55 \text{ мм}, \quad D_{2.3} = 60,55 \pm 0,11, \quad TD_{1.2} = 0,35 \text{ мм}$$

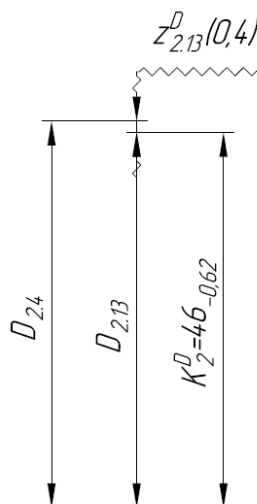
$$z_{2.3\text{cp}}^D = 0,74 + \frac{0,22 + 0,35}{2} = 1,025 \text{ мм}, \quad D_{1.2\text{cp}} = 60,55 + 1,025 = 61,575 \text{ мм},$$

$$D_{1.2} = 61,575 \pm 0,175 \text{ мм};$$

$$z_{1.2\text{cp}}^D = 1,7 + \frac{0,35 + 1,6}{2} = 2,675 \text{ мм}, \quad D_{0.1\text{cp}} = 61,575 + 2,675 = 64,25 \text{ мм},$$

$$D_{0.1} = 64,25^{+0,5}_{-1,1},$$

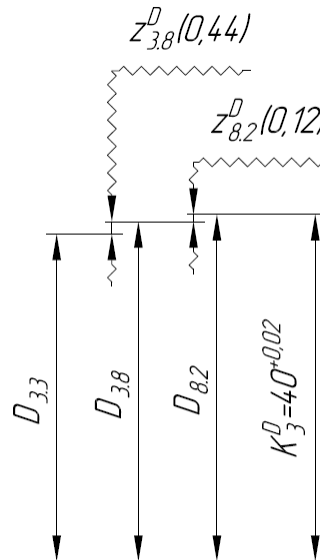
$$D_{0.1\phi} = 65^{+0,5}_{-1,1}, \quad z_{1.2\phi}^D = 65^{+0,5}_{-1,1} - 61,575^{+0,175}_{-0,175} = 3,425^{+0,675}_{-1,275};$$



$$D_{2.13_{cp}} = 46 + \frac{0 - 0,1}{2} = 45,95 \text{ мм}, \quad D_{2.13} = 45,95 \pm 0,05 \text{ мм}, \quad TD_{2.4} = 0,16 \text{ мм},$$

$$z_{2.13_{cp}}^D = 0,4 + \frac{0,1 + 0,16}{2} = 0,53 \text{ мм}, \quad D_{2.4_{cp}} = 45,95 + 0,53 = 46,48 \text{ мм},$$

$$D_{2.4} = 46,48 \pm 0,08 \text{ мм};$$



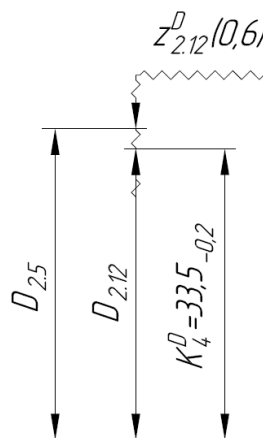
$$D_{8.2_{cp}} = 40 + \frac{0 + 0,01}{2} = 40,005 \text{ мм}, \quad D_{8.2} = 40,005 \pm 0,005 \text{ мм}, \quad TD_{3.8} = 0,1 \text{ мм},$$

$$z_{8.2_{cp}}^D = 0,12 + \frac{0,01 + 0,1}{2} = 0,175 \text{ мм}, \quad D_{3.8_{cp}} = 40,005 - 0,175 = 39,83 \text{ мм},$$

$$D_{3.8} = 39,83 \pm 0,05 \text{ мм}, \quad TD_{3.3} = 0,16 \text{ мм},$$

$$z_{3.8_{cp}}^D = 0,44 + \frac{0,1 + 0,16}{2} = 0,57 \text{ мм}, \quad D_{3.3_{cp}} = 39,83 - 0,57 = 39,26 \text{ мм},$$

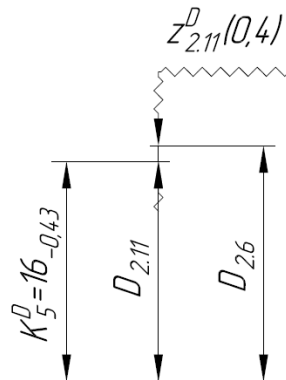
$$D_{3.3} = 39,26 \pm 0,08 \text{ мм};$$



$$D_{2.12_{cp}} = 33,5 + \frac{0 - 0,1}{2} = 33,45 \text{ мм}, \quad D_{2.12} = 33,45 \pm 0,05 \text{ мм}, \quad TD_{2.5} = 0,16 \text{ мм},$$

$$z_{2.12\text{cp}}^D = 0,6 + \frac{0,1 + 0,16}{2} = 0,73 \text{ мм}, \quad D_{2.5\text{cp}} = 33,45 + 0,73 = 34,18 \text{ мм},$$

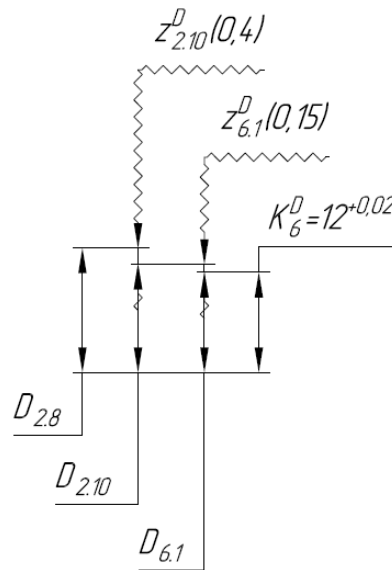
$$D_{2.5} = 34,18 \pm 0,08 \text{ мм};$$



$$D_{2.11\text{cp}} = 16 + \frac{0 - 0,07}{2} = 15,965 \text{ мм}, \quad D_{2.11} = 15,965 \pm 0,035 \text{ мм}, \quad TD_{2.6} = 0,11 \text{ мм},$$

$$z_{2.11\text{cp}}^D = 0,4 + \frac{0,07 + 0,11}{2} = 0,49 \text{ мм}, \quad D_{2.6\text{cp}} = 15,965 + 0,49 = 16,455 \text{ мм},$$

$$D_{2.6} = 16,455 \pm 0,055 \text{ мм};$$



$$D_{6.1\text{cp}} = 12 + \frac{0 + 0,01}{2} = 12,005 \text{ мм}, \quad D_{6.1} = 12,005 \pm 0,005 \text{ мм}, \quad TD_{2.10} = 0,07 \text{ мм},$$

$$z_{6.1\text{cp}}^D = 0,15 + \frac{0,01 + 0,07}{2} = 0,19 \text{ мм}, \quad D_{2.10\text{cp}} = 12,005 + 0,19 = 12,195 \text{ мм},$$

$$D_{2.10} = 12,195 \pm 0,035 \text{ мм}, \quad TD_{2.8} = 0,11 \text{ мм},$$

$$z_{2.10\text{cp}}^D = 0,4 + \frac{0,07 + 0,11}{2} = 0,49 \text{ мм}, \quad D_{2.8\text{cp}} = 12,195 + 0,49 = 12,685 \text{ мм},$$

$$D_{2.8} = 12,685 \pm 0,055 \text{ мм};$$

Диаметр центровочного сверла

$$D_{2.2\phi} = D_{3.4\phi} = 2^{+0,1} \text{ мм};$$

Диаметр сверла (отверстие под резьбу М3)

$$D_{2.20.1\phi} = 2,5^{+0,1} \text{ мм};$$

Диаметр метчика М3

$$D_{2.22\phi} = 3_{-0,025} \text{ мм};$$

Диаметр сверла (отверстие под резьбу М4)

$$D_{4.1.1\phi} = 3,3^{+0,12} \text{ мм};$$

Диаметр метчика М4

$$D_{4.3\phi} = 4_{-0,03} \text{ мм};$$

$$D_{2.20.2} = 40 \pm 0,05 \text{ мм};$$

$$D_{4.1.2} = 50 \pm 0,05 \text{ мм};$$

$$D_{2.23} = 11,5_{-0,1}$$

$$D_{3.10} = 40,2^{+0,1}$$

Результаты расчета

Размер	$D_{0.1}$	$D_{1.2}$	$D_{2.2}$	$D_{2.3}$	$D_{2.4}$	$D_{2.5}$	$D_{2.6}$
Значение	$65^{+0,5}_{-1,1}$	$61,75_{-0,35}$	$2^{+0,1}$	$60,66_{-0,22}$	$46,56_{-0,16}$	$34,26_{-0,16}$	$16,51_{-0,11}$

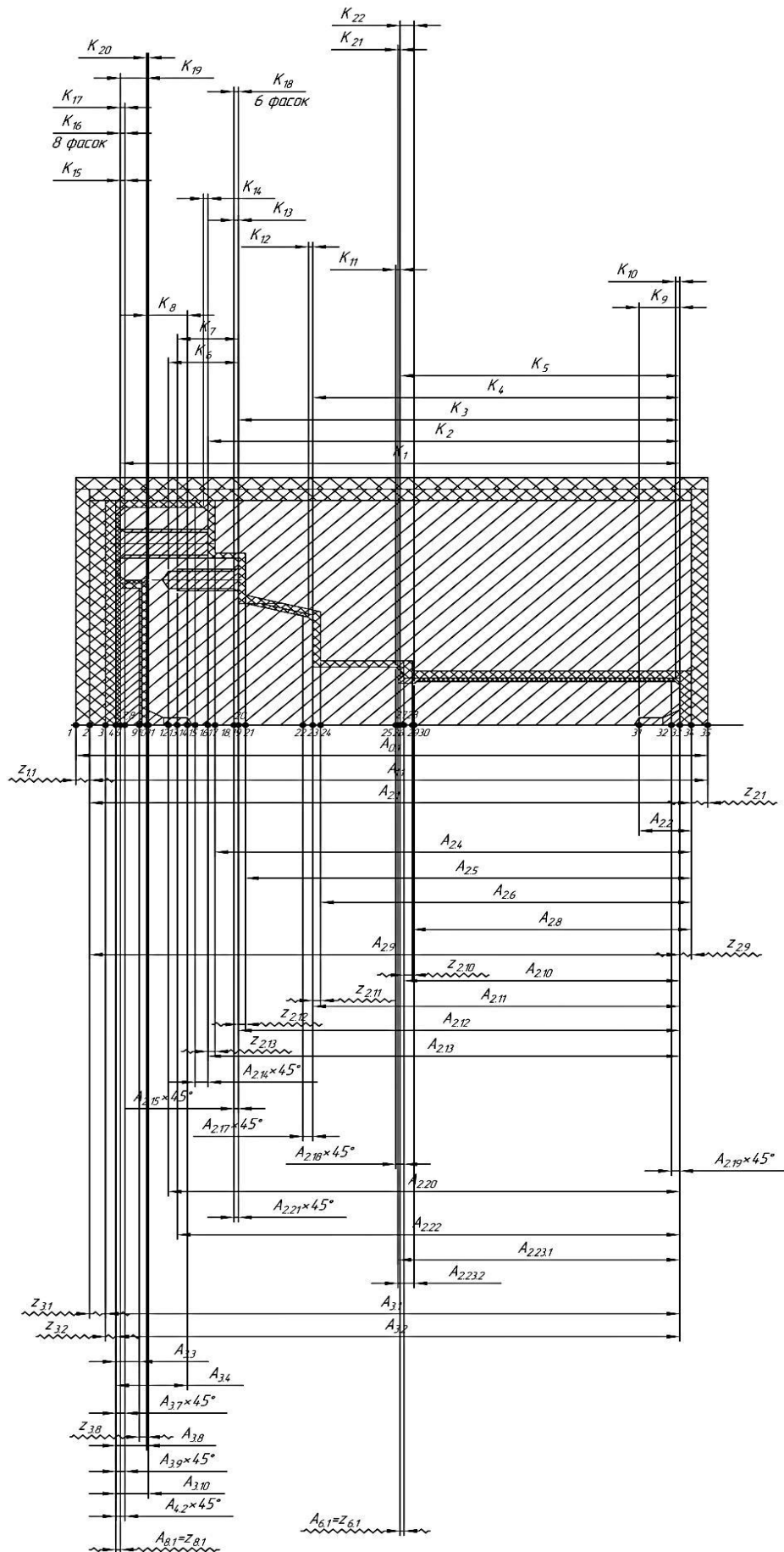
Размер	$D_{2.8}$	$D_{2.10}$	$D_{2.11}$	$D_{2.12}$	$D_{2.13}$	$D_{2.20.1}$	$D_{2.20.2}$
Значение	$12,74_{-0,11}$	$12,23_{-0,07}$	$16_{-0,07}$	$33,5_{-0,1}$	$46_{-0,1}$	$2,5^{+0,1}$	$40 \pm 0,05$

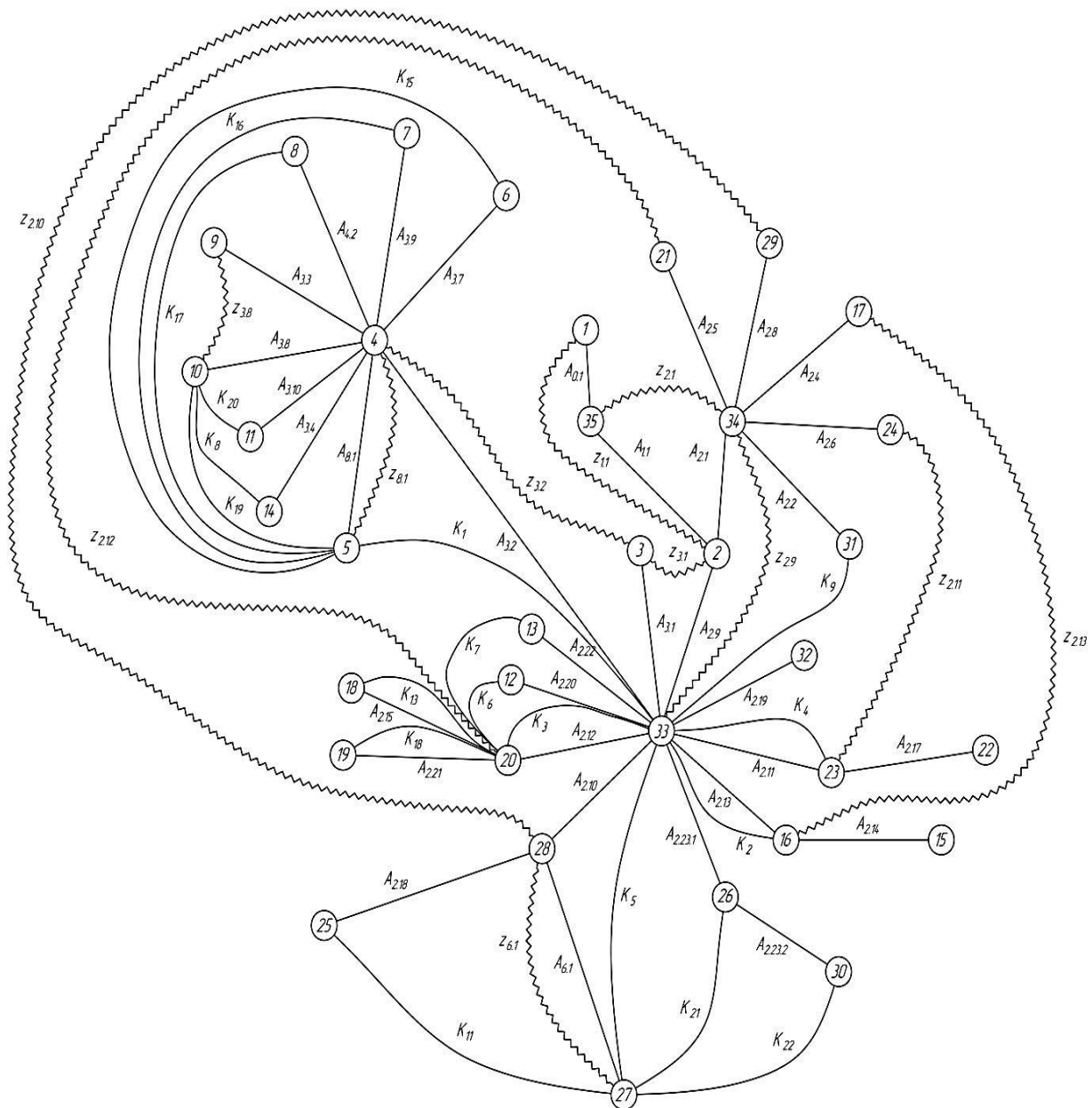
Размер	$D_{2.22}$	$D_{2.23}$	$D_{3.3}$	$D_{3.4}$	$D_{3.5}$	$D_{3.6}$	$D_{3.8}$
Значение	$3_{-0,025}$	$11,5_{-0,1}$	$39,18^{+0,16}$	$2^{+0,1}$	$60,66_{-0,22}$	$60_{-0,14}$	$39,78^{+0,1}$

Размер	$D_{3.10}$	$D_{4.1.1}$	$D_{4.1.2}$	$D_{4.3}$	$D_{6.1}$	$D_{8.2}$
Значение	$40,2^{+0,1}$	$3,3^{+0,12}$	$50 \pm 0,05$	$4_{-0,03}$	$12^{+0,01}$	$40^{+0,01}$



## 1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров





Допуски на конструкторские осевые размеры

Размер	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{10}$	$K_{11}$
Номинал	64	54	50,5	42	32	8	7	5,2	5,2	0,5	0,5
Допуск	0,74	0,74	0,74	0,62	0,62	0,36	0,36	0,5	0,5	0,25	0,25

Размер	$K_{12}$	$K_{13}$	$K_{14}$	$K_{15}$	$K_{16}$	$K_{17}$	$K_{18}$	$K_{19}$	$K_{20}$	$K_{21}$	$K_{22}$
Номинал	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,2	0,25	1,6
Допуск	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2	0,2	0,2

Назначим допуски на технологические осевые размеры, используя формулу:

$$TA_i = \omega_{c_i} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (1.3)$$

где:

$\omega_{c_i}$  – статистическая погрешность размера;

$\rho_{и}$  – пространственные отклонения;

$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6 + \varepsilon_3}$  – погрешность установки.

Допуски на технологические осевые размеры

Размер	$A_{0.1}$	$A_{1.1}$	$A_{2.1}$	$A_{2.2}$	$A_{2.4}$	$A_{2.5}$	$A_{2.6}$	$A_{2.8}$	$A_{2.9}$
Допуск	3,64	1,82	0,34	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,235

Размер	$A_{2.10}$	$A_{2.11}$	$A_{2.12}$	$A_{2.13}$	$A_{2.14}$	$A_{2.15}$	$A_{2.17}$	$A_{2.18}$	$A_{2.19}$
Допуск	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

Размер	$A_{2.20}$	$A_{2.21}$	$A_{2.22}$	$A_{2.23.1}$	$A_{2.23.2}$	$A_{3.1}$	$A_{3.2}$	$A_{3.3}$	$A_{3.4}$
Допуск	0,1	0,1	0,1	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,1

Размер	$A_{3.7}$	$A_{3.8}$	$A_{3.9}$	$A_{3.10}$	$A_{4.2}$	$A_{6.1}$	$A_{7.1}$	$A_{8.1}$
Допуск	0,12	0,05	0,12	0,12	0,1	0,01	0,01	0,01

Осевые размеры, которые выдерживаются непосредственно:

$$K_2 = A_{2.13}, \quad 0,74 > 0,12;$$

$$K_3 = A_{2.12}, \quad 0,74 > 0,12;$$

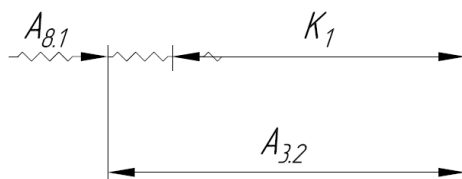
$$K_4 = A_{2.11}, \quad 0,62 > 0,12;$$

$$K_{13} = A_{2.15}, \quad 0,25 > 0,12;$$

$$K_{18} = A_{2.21}, \quad 0,25 > 0,1.$$

Анализ технологических размерных цепей, замыкающими звеньями которых являются непосредственно не выдерживаемые конструкторские размеры.

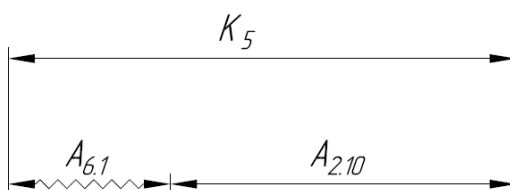
Размерная цепь №1



$$K_1 = A_{3.2} + A_{8.1}$$

$$0,12 + 0,01 = 0,13, \quad 0,74 > 0,13;$$

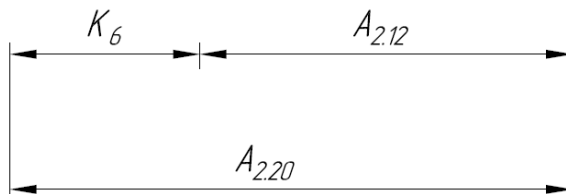
Размерная цепь №2



$$K_5 = A_{2.10} + A_{6.1}$$

$$0,12 + 0,01 = 0,13, \quad 0,62 > 0,13;$$

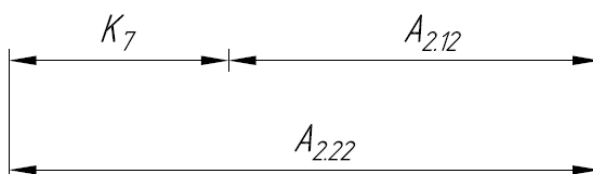
Размерная цепь №3



$$K_6 = A_{2.20} - A_{2.12}$$

$$0,12 + 0,1 = 0,22, \quad 0,36 > 0,22;$$

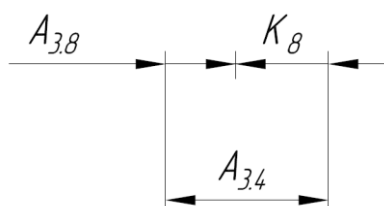
Размерная цепь №4



$$K_7 = A_{2.22} - A_{2.12}$$

$$0,12 + 0,1 = 0,22, \quad 0,36 > 0,22;$$

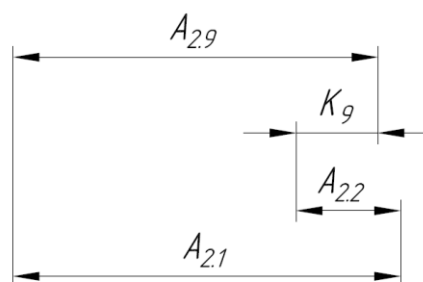
Размерная цепь №5



$$K_8 = A_{3.4} - A_{3.8}$$

$$0,1 + 0,05 = 0,15, \quad 0,5 > 0,15;$$

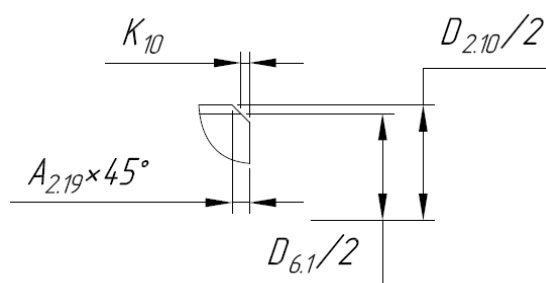
Размерная цепь №6



$$K_9 = A_{2.9} + A_{2.2} - A_{2.1}$$

$$\sqrt{0,235^2 + 0,1^2 + 0,34^2} = 0,425, \quad 0,5 > 0,425;$$

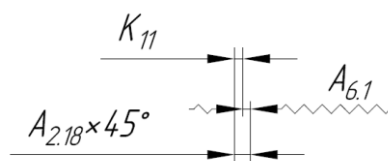
Размерная цепь №7



$$K_{10} = A_{2.19} - \frac{D_{2.10} - D_{6.1}}{2}$$

$$\sqrt{0,12^2 + \left(\frac{0,07}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{2}\right)^2} = 0,125, \quad 0,25 > 0,125;$$

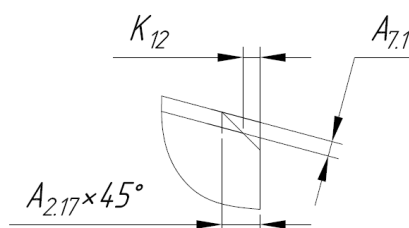
Размерная цепь №8



$$K_{11} = A_{2.18} - A_{6.1}$$

$$0,12 + 0,01 = 0,13, \quad 0,25 > 0,13;$$

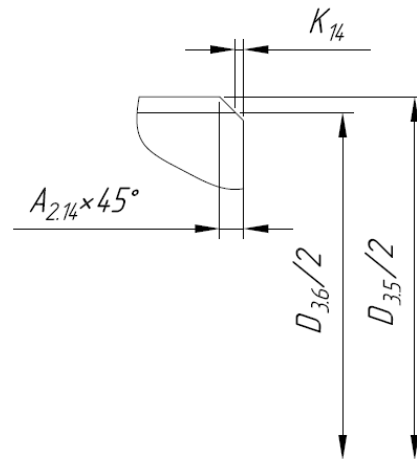
Размерная цепь №9



$$K_{12} = A_{2.17} - \cos 45^\circ \cdot \frac{A_{7.1}}{\sin 30^\circ}$$

$$0,12 + 0,014 = 0,134, \quad 0,25 > 0,134;$$

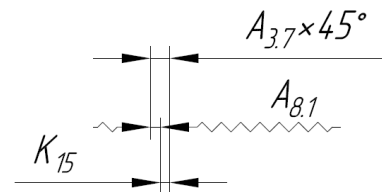
Размерная цепь №10



$$K_{14} = A_{2.14} - \frac{D_{3.5} - D_{3.6}}{2}$$

$$\sqrt{0,12^2 + \left(\frac{0,22}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,14}{2}\right)^2} = 0,18, \quad 0,25 > 0,18;$$

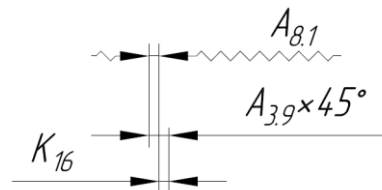
Размерная цепь №11



$$K_{15} = A_{3.7} - A_{8.1}$$

$$0,12 + 0,01 = 0,13, \quad 0,25 > 0,13;$$

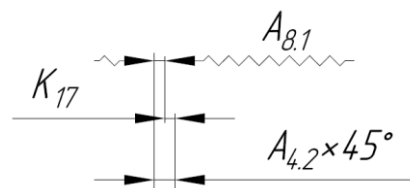
Размерная цепь №12



$$K_{16} = A_{3.9} - A_{8.1}$$

$$0,12 + 0,01 = 0,13, \quad 0,25 > 0,13;$$

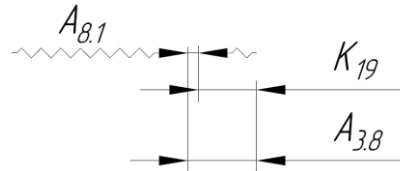
Размерная цепь №13



$$K_{17} = A_{4.2} - A_{8.1}$$

$$0,1 + 0,01 = 0,11, \quad 0,25 > 0,11;$$

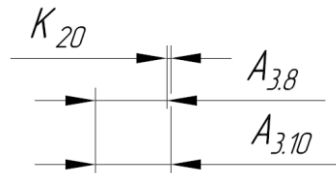
Размерная цепь №14



$$K_{19} = A_{3.8} - A_{8.1}$$

$$0,05 + 0,01 = 0,06, \quad 0,25 > 0,06;$$

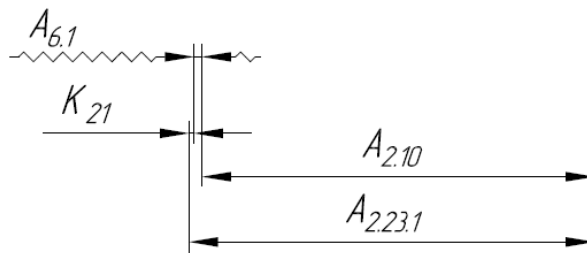
Размерная цепь №15



$$K_{20} = A_{3.10} - A_{3.8}$$

$$0,12 + 0,05 = 0,17, \quad 0,2 > 0,17;$$

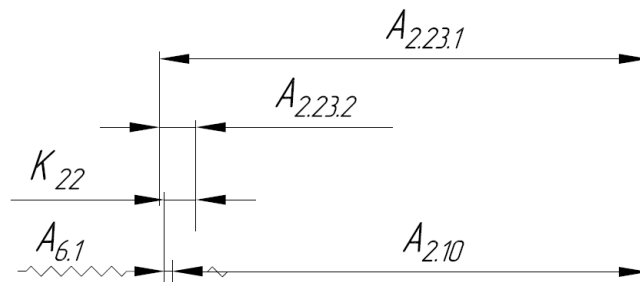
Размерная цепь №16



$$K_{21} = A_{2.23.1} - A_{2.10} - A_{2.1}$$

$$\sqrt{0,12^2 + 0,12^2 + 0,01^2} = 0,17, \quad 0,2 > 0,17;$$

Размерная цепь №17



$$K_{22} = A_{2.23.2} - A_{2.23.1} + A_{2.10} + A_{6.1}$$

$$\sqrt{0,12^2 + 0,12^2 + 0,12^2 + 0,01^2} = 0,2, \quad 0,2 = 0,2;$$

Определим минимальные припуски на обработку плоскостей, используя формулу:

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (1.4)$$

Припуск	$z_{1.1}$	$z_{2.1}$	$z_{3.1}$	$z_{2.9}$	$z_{2.10}$	$z_{2.11}$	$z_{2.12}$	$z_{2.13}$	$z_{3.2}$	$z_{3.8}$	$z_{6.1}$	$z_{8.1}$
Наименьшее значение	0	1,5	0,45	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,22	0,15	0,15

#### Расчет осевых технологических размеров

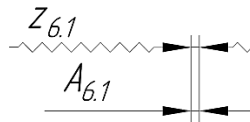
$$A_{2.13\text{cp}} = K_{2\text{cp}} = 54 \text{ мм}, \quad A_{2.13} = 54 \pm 0,06 \text{ мм};$$

$$A_{2.12\text{cp}} = K_{3\text{cp}} = 50,5 \text{ мм}, \quad A_{2.12} = 50,5 \pm 0,06 \text{ мм};$$

$$A_{2.11\text{cp}} = K_{4\text{cp}} = 42 \text{ мм}, \quad A_{2.11} = 42 \pm 0,06 \text{ мм};$$

$$A_{2.15\text{cp}} = K_{13\text{cp}} = 0,5 \text{ мм}, \quad A_{2.15} = 0,5 \pm 0,06 \text{ мм};$$

$$A_{2.21\text{cp}} = K_{18\text{cp}} = 0,5 \text{ мм}, \quad A_{2.21} = 0,5 \pm 0,05 \text{ мм};$$

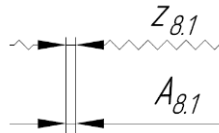


$$A_{6.1\min} = z_{6.1\min} = 0,15 \text{ мм},$$

$$A_{6.1\max} = z_{6.1\min} + TA_{6.1} = 0,15 + 0,01 = 0,16 \text{ мм},$$

$$A_{6.1\text{cp}} = \frac{A_{6.1\min} + A_{6.1\max}}{2} = \frac{0,15 + 0,16}{2} = 0,155 \text{ мм},$$

$$A_{6.1} = 0,155 \pm 0,005 \text{ мм}.$$

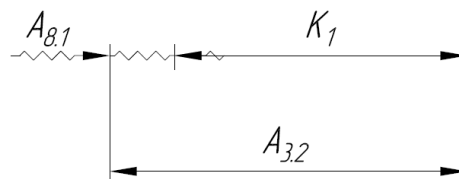


$$A_{8.1\min} = z_{8.1\min} = 0,15 \text{ мм},$$

$$A_{8.1\max} = z_{8.1\min} + TA_{8.1} = 0,15 + 0,01 = 0,16 \text{ мм},$$

$$A_{8.1\text{cp}} = \frac{A_{8.1\min} + A_{8.1\max}}{2} = \frac{0,15 + 0,16}{2} = 0,155 \text{ мм},$$

$$A_{8.1} = 0,155 \pm 0,005 \text{ мм}.$$

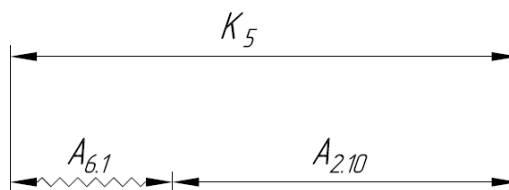


$$K_1 = 64 \pm 0,37, \quad K_{1\text{cp}} = 64,$$



$$A_{3.2_{cp}} = K_{1_{cp}} + A_{8.1_{cp}} = 64 + 0,155 = 64,155 \text{ мм},$$

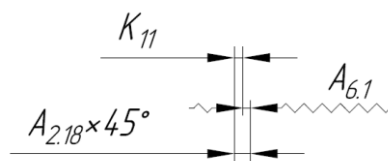
$$A_{3.2} = 64,155 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$K_5 = 32 \pm 0,31, \quad K_{5_{cp}} = 32,$$

$$A_{2.10_{cp}} = K_{5_{cp}} - A_{6.1_{cp}} = 32 - 0,155 = 31,845 \text{ мм},$$

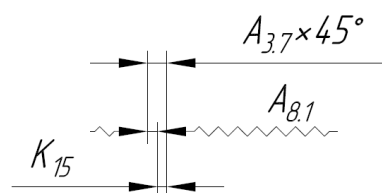
$$A_{2.10} = 31,845 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$K_{11} = 0,5 \pm 0,125, \quad K_{11_{cp}} = 0,5,$$

$$A_{2.18_{cp}} = K_{11_{cp}} + A_{6.1_{cp}} = 0,5 + 0,155 = 0,655 \text{ мм},$$

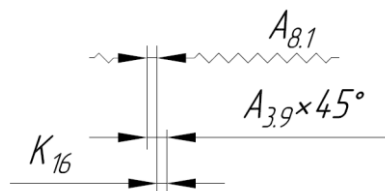
$$A_{2.18} = 0,655 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$K_{15} = 0,5 \pm 0,125, \quad K_{15_{cp}} = 0,5,$$

$$A_{3.7_{cp}} = K_{15_{cp}} + A_{8.1_{cp}} = 0,5 + 0,155 = 0,655 \text{ мм},$$

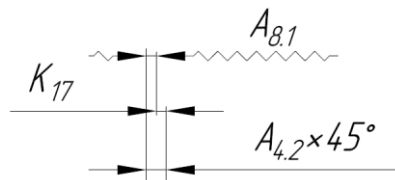
$$A_{3.7} = 0,655 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$K_{16} = 0,5 \pm 0,125, \quad K_{16_{cp}} = 0,5,$$

$$A_{3.9_{cp}} = K_{16_{cp}} + A_{8.1_{cp}} = 0,5 + 0,155 = 0,655 \text{ мм},$$

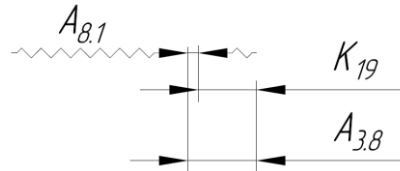
$$A_{3.9} = 0,655 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$K_{17} = 0,5 \pm 0,125, \quad K_{17_{cp}} = 0,5,$$

$$A_{4.2_{cp}} = K_{17_{cp}} + A_{8.1_{cp}} = 0,5 + 0,155 = 0,655 \text{ мм},$$

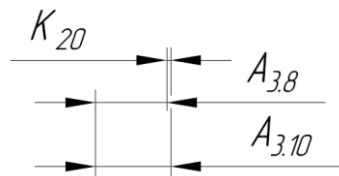
$$A_{4.2} = 0,655 \pm 0,05 \text{ мм}.$$



$$K_{19} = 3 \pm 0,125, \quad K_{19_{cp}} = 3,$$

$$A_{3.8_{cp}} = K_{19_{cp}} + A_{8.1_{cp}} = 3 + 0,155 = 3,155 \text{ мм},$$

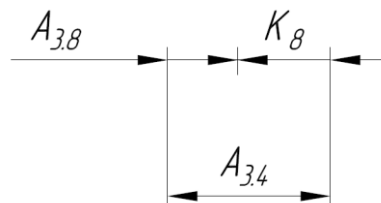
$$A_{3.8} = 3,155 \pm 0,025 \text{ мм}.$$



$$K_{20} = 0,2^{+0,2}, \quad K_{20_{cp}} = 0,3,$$

$$A_{3.10_{cp}} = K_{20_{cp}} + A_{3.8_{cp}} = 0,3 + 3,155 = 3,455 \text{ мм},$$

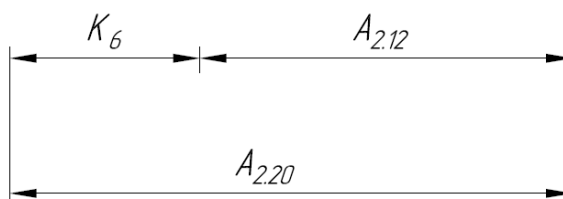
$$A_{3.10} = 3,455 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$K_8 = 5,2^{+0,5}, \quad K_{8_{cp}} = 5,45,$$

$$A_{3.4_{cp}} = K_{8_{cp}} + A_{3.8_{cp}} = 5,45 + 3,155 = 8,605 \text{ мм},$$

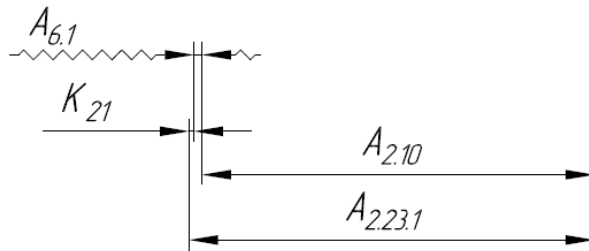
$$A_{3.4} = 8,605 \pm 0,05 \text{ мм}.$$



$$K_6 = 8 \pm 0,18, \quad K_{6_{cp}} = 8,$$

$$A_{2.20_{cp}} = K_{6_{cp}} + A_{2.12_{cp}} = 8 + 50,5 = 58,5 \text{ мм},$$

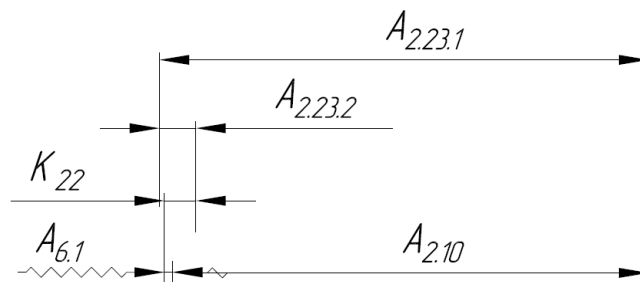
$$A_{2.20} = 58,5 \pm 0,05 \text{ мм}.$$



$$K_{21} = 0,25^{+0,2}, \quad K_{21_{cp}} = 0,35,$$

$$A_{2.23.1_{cp}} = K_{21_{cp}} + A_{2.10_{cp}} + A_{6.1_{cp}} = 0,35 + 31,845 + 0,155 = 32,35 \text{ мм},$$

$$A_{2.23.1} = 32,35 \pm 0,06 \text{ мм}.$$

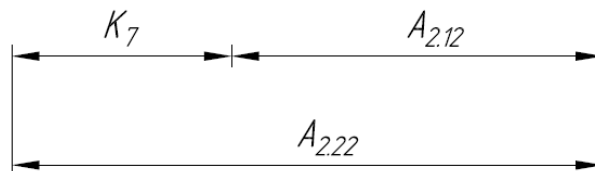


$$K_{22} = 1,6^{+0,2}, \quad K_{22_{cp}} = 1,7,$$

$$A_{2.23.2_{cp}} = K_{22_{cp}} + A_{2.23.1_{cp}} - A_{2.10_{cp}} - A_{6.1_{cp}} =$$

$$= 1,7 + 32,35 - 31,845 - 0,155 = 32,35 \text{ мм},$$

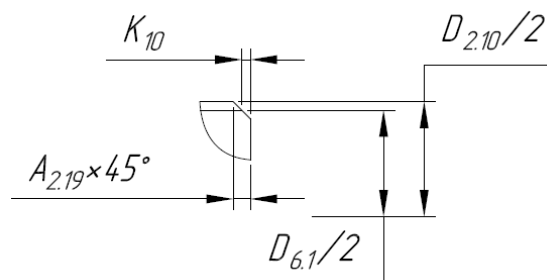
$$A_{2.23.2} = 2,05 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$K_7 = 7 \pm 0,18, \quad K_{7_{cp}} = 7,$$

$$A_{2.22_{cp}} = K_{7_{cp}} + A_{2.12_{cp}} = 7 + 50,5 = 57,5 \text{ мм},$$

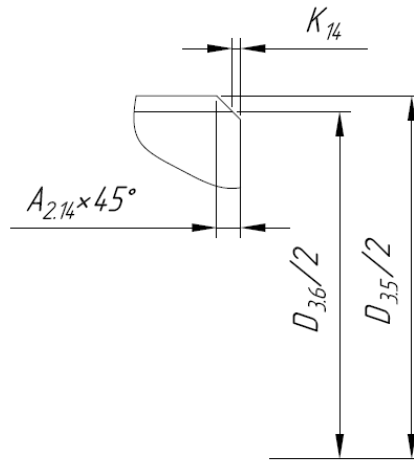
$$A_{2.22} = 57,5 \pm 0,05 \text{ мм}.$$



$$K_{10} = 0,5 \pm 0,125, \quad K_{10_{cp}} = 0,5,$$

$$A_{2.19_{cp}} = K_{10_{cp}} + \frac{D_{2.10_{cp}} - D_{6.1_{cp}}}{2} = 0,5 + \frac{12,195 - 12,005}{2} = 0,595 \text{ мм},$$

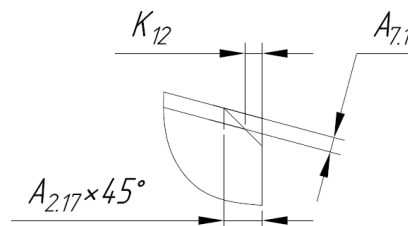
$$A_{2.19} = 0,595 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$K_{14} = 0,5 \pm 0,125, \quad K_{14_{cp}} = 0,5,$$

$$A_{2.14_{cp}} = K_{14_{cp}} + \frac{D_{3.5_{cp}} - D_{3.6_{cp}}}{2} = 0,5 + \frac{60,55 - 59,93}{2} = 0,81 \text{ мм},$$

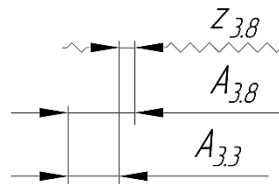
$$A_{2.14} = 0,81 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$K_{12} = 0,5 \pm 0,125, \quad K_{12_{cp}} = 0,5,$$

$$A_{2.17_{cp}} = K_{12_{cp}} + \cos 45^\circ \cdot \frac{A_{7.1}}{\sin 30^\circ} = 0,5 + 0,707 \cdot \frac{0,155}{0,5} = 0,72 \text{ мм},$$

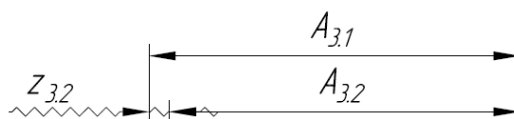
$$A_{2.17} = 0,72 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$z_{3.8_{cp}} = z_{3.8_{min}} + \frac{TA_{3.8} + TA_{3.3}}{2} = 0,22 + \frac{0,05 + 0,12}{2} = 0,305 \text{ мм},$$

$$A_{3.3_{cp}} = A_{3.8_{cp}} - z_{3.8_{cp}} = 3,155 - 0,305 = 2,85,$$

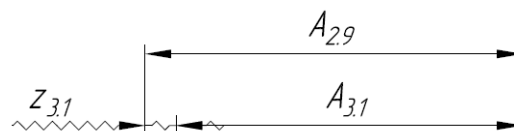
$$A_{3.3} = 2,85 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$z_{3.2cp} = z_{3.2min} + \frac{TA_{3.1} + TA_{3.2}}{2} = 0,25 + \frac{0,12 + 0,12}{2} = 0,37 \text{ мм},$$

$$A_{3.1cp} = A_{3.2cp} + z_{3.2cp} = 64,155 + 0,37 = 64,525 \text{ мм},$$

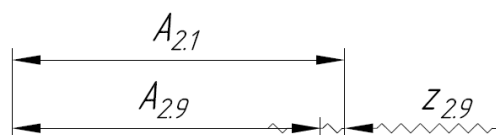
$$A_{3.1} = 64,525 \pm 0,06 \text{ мм}.$$



$$z_{3.1cp} = z_{3.1min} + \frac{TA_{2.9} + TA_{3.1}}{2} = 0,45 + \frac{0,24 + 0,12}{2} = 0,63 \text{ мм},$$

$$A_{2.9cp} = A_{3.1cp} + z_{3.1cp} = 64,525 + 0,63 = 65,155,$$

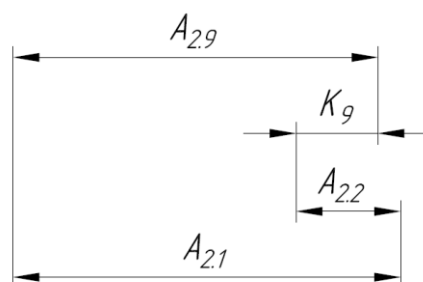
$$A_{2.9} = 65,155 \pm 0,12 \text{ мм}.$$



$$z_{2.9cp} = z_{2.9min} + \frac{TA_{2.9} + TA_{2.1}}{2} = 0,25 + \frac{0,24 + 0,34}{2} = 0,54 \text{ мм},$$

$$A_{2.1cp} = A_{2.9cp} + z_{2.9cp} = 65,155 + 0,54 = 65,695,$$

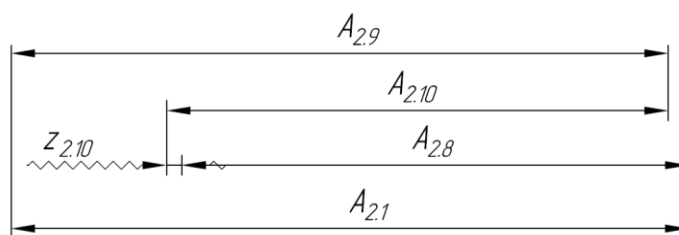
$$A_{2.1} = 65,695 \pm 0,17 \text{ мм}.$$



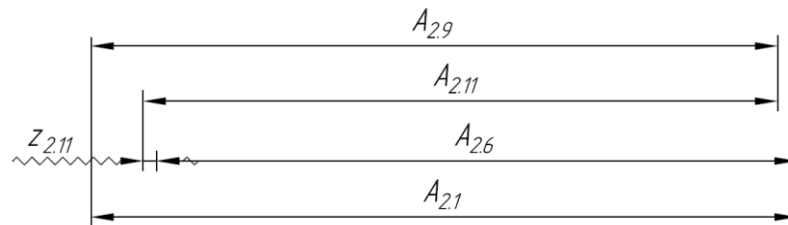
$$K_9 = 5,2^{+0,5}, \quad K_{9cp} = 5,45,$$

$$A_{2.2cp} = K_{9cp} - A_{2.9cp} + A_{2.1cp} = 5,45 - 65,155 + 65,695 = 5,99 \text{ мм},$$

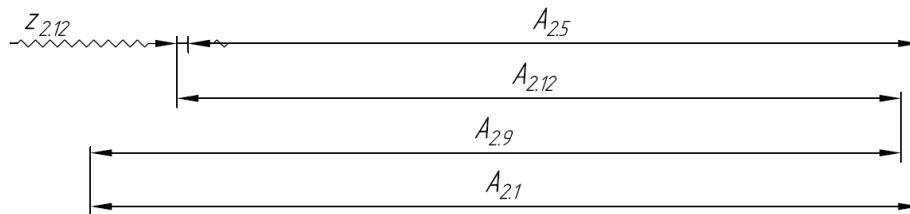
$$A_{2.2} = 5,99 \pm 0,05 \text{ мм}.$$



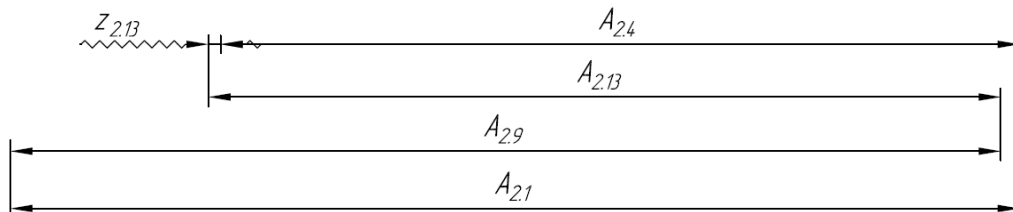
$$\begin{aligned}
z_{2.10_{cp}} &= z_{2.10_{min}} + \frac{TA_{2.9} + TA_{2.10} + TA_{2.8} + TA_{2.1}}{2} = \\
&= 0,25 + \frac{0,24 + 0,12 + 0,2 + 0,34}{2} = 0,7 \text{ мм}, \\
A_{2.8_{cp}} &= A_{2.1_{cp}} + A_{2.10_{cp}} - A_{2.9_{cp}} - z_{2.10_{cp}} = \\
&= 65,695 + 31,845 - 65,155 - 0,7 = 31,685 \text{ мм}, \\
A_{2.8} &= 31,685 \pm 0,1 \text{ мм}.
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
z_{2.11_{cp}} &= z_{2.11_{min}} + \frac{TA_{2.9} + TA_{2.11} + TA_{2.6} + TA_{2.1}}{2} = \\
&= 0,25 + \frac{0,24 + 0,12 + 0,2 + 0,34}{2} = 0,7 \text{ мм}, \\
A_{2.6_{cp}} &= A_{2.1_{cp}} + A_{2.11_{cp}} - A_{2.9_{cp}} - z_{2.11_{cp}} = \\
&= 65,695 + 42 - 65,155 - 0,7 = 41,84 \text{ мм}, \\
A_{2.6} &= 41,84 \pm 0,1 \text{ мм}.
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
z_{2.12_{cp}} &= z_{2.12_{min}} + \frac{TA_{2.9} + TA_{2.12} + TA_{2.5} + TA_{2.1}}{2} = \\
&= 0,25 + \frac{0,24 + 0,12 + 0,2 + 0,34}{2} = 0,7 \text{ мм}, \\
A_{2.5_{cp}} &= A_{2.1_{cp}} + A_{2.12_{cp}} - A_{2.9_{cp}} - z_{2.12_{cp}} = \\
&= 65,695 + 50,5 - 65,155 - 0,7 = 50,34 \text{ мм}, \\
A_{2.5} &= 50,34 \pm 0,1 \text{ мм}.
\end{aligned}$$



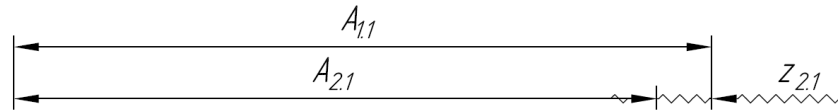
$$z_{2.13_{cp}} = z_{2.13_{min}} + \frac{TA_{2.9} + TA_{2.13} + TA_{2.4} + TA_{2.1}}{2} =$$

$$= 0,25 + \frac{0,24 + 0,12 + 0,2 + 0,34}{2} = 0,7 \text{ мм},$$

$$A_{2.4\text{cp}} = A_{2.1\text{cp}} + A_{2.13\text{cp}} - A_{2.9\text{cp}} - z_{2.13\text{cp}} =$$

$$= 65,695 + 54 - 65,155 - 0,7 = 53,84 \text{ мм},$$

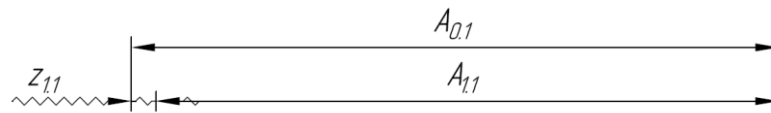
$$A_{2.4} = 53,84 \pm 0,1 \text{ мм}.$$



$$z_{2.1\text{cp}} = z_{2.1\text{min}} + \frac{TA_{2.1} + TA_{1.1}}{2} = 1,7 + \frac{0,34 + 1,82}{2} = 2,58 \text{ мм}$$

$$A_{1.1\text{cp}} = A_{2.1\text{cp}} + z_{2.1\text{cp}} = 65,695 + 2,58 = 68,275 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 68,275 \pm 0,91 \text{ мм}.$$



$$z_{1.1\text{cp}} = z_{1.1\text{min}} + \frac{TA_{0.1} + TA_{1.1}}{2} = 0 + \frac{3,64 + 1,82}{2} = 2,73 \text{ мм}$$

$$A_{0.1\text{cp}} = A_{1.1\text{cp}} + z_{1.1\text{cp}} = 68,275 + 2,73 = 71,005 \text{ мм}$$

$$A_{0.1} = 71,005 \pm 1,82 \text{ мм}.$$

### Результаты расчета

Размер	Значение
$A_{0.1}$	$71 \pm 1,8$
$A_{1.1}$	$68,3 \pm 0,9$
$A_{2.1}$	$65,7 \pm 0,17$
$A_{2.2}$	$6 \pm 0,05$
$A_{2.4}$	$53,84 \pm 0,1$
$A_{2.5}$	$50,34 \pm 0,1$
$A_{2.6}$	$41,84 \pm 0,1$
$A_{2.8}$	$31,69 \pm 0,1$
$A_{2.9}$	$65,16 \pm 0,12$
$A_{2.10}$	$31,85 \pm 0,06$
$A_{2.11}$	$42 \pm 0,06$
$A_{2.12}$	$50,5 \pm 0,06$
$A_{2.13}$	$54 \pm 0,06$
$A_{2.14}$	$0,81 \pm 0,06$
$A_{2.15}$	$0,5 \pm 0,06$
$A_{2.17}$	$0,72 \pm 0,06$
$A_{2.18}$	$0,66 \pm 0,06$

Размер	Значение
$A_{2.19}$	$0,6 \pm 0,06$
$A_{2.20}$	$58,5 \pm 0,05$
$A_{2.21}$	$0,5 \pm 0,05$
$A_{2.22}$	$57,5 \pm 0,05$
$A_{2.23.1}$	$32,35 \pm 0,06$
$A_{2.23.2}$	$2,05 \pm 0,06$
$A_{3.1}$	$64,53 \pm 0,06$
$A_{3.2}$	$64,16 \pm 0,06$
$A_{3.3}$	$2,85 \pm 0,06$
$A_{3.4}$	$8,6 \pm 0,05$
$A_{3.7}$	$0,66 \pm 0,06$
$A_{3.8}$	$3,155 \pm 0,025$
$A_{3.9}$	$0,66 \pm 0,06$
$A_{3.10}$	$3,46 \pm 0,06$
$A_{4.2}$	$0,66 \pm 0,05$
$A_{6.1}$	$0,155 \pm 0,005$
$A_{7.1}$	$0,155 \pm 0,005$
$A_{8.1}$	$0,155 \pm 0,005$

## 1.7 Расчет режимов резания. Расчет сил резания и мощности. Расчет норм времени. Выбор режущего и измерительного инструмента

### 0. Заготовительная операция (Ленточнопильный станок «SHARK 281 МА»)

#### 0.1. Отрезать, выдерживая размер $71 \pm 1,8$ мм

Скорость резания	$V_{ст} = 72$ м/мин
Подача	$S_M = 136$ мм/мин
Режущий инструмент	Ленточная пила
Ширина полотна	$B = 0,9$ мм
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦ-1-125, $c=0,1$ мм
Основное время обработки	$t_o = \frac{d_3}{S_M} = \frac{65 \text{ мм}}{136 \text{ мм/мин}} = 0,48$ мин

Вспомогательное время	$t_{всп} = 0,5 \cdot t_o = 0,24$ мин
-----------------------	--------------------------------------

Оперативное время	$t_{оп} = t_o + t_{всп} = 0,48 + 0,24 = 0,72$ мин
-------------------	---

Штучное время	$t_{шт} = t_{оп} + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} = 0,72 + \frac{8 + 4}{100} = 0,84$ мин
---------------	---

Подготовительно-заключительное время	$t_{пз} = 15$ мин
--------------------------------------	-------------------

Штучно-калькуляционное время	$t_{шт.к.} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{N} = 0,84 + \frac{15}{5000} = 0,843$ мин
------------------------------	--

### 1. Токарная операция (Токарно-винторезный станок 1К62)

#### 1.1. Подрезать торец, выдерживая размер $68,3 \pm 0,9$ мм

Скорость резания	$V = 129$ м/мин
Подача	$S = 0,8$ мм/об; $S_M = n \cdot S = 504$ мм/мин;
Глубина резания	$t = 2,7$ мм
Частота вращения шпинделя	$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 129}{3,1416 \cdot 65} = 631$ об/мин $n_{ст} = 630$ об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сечение державки	25x25 мм
Сила резания	$P_Z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 2,7^1 \cdot 0,8^{0,75} = 692,8$ Н
Мощность резания	$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{692,8 \cdot 129}{1020 \cdot 60} = 1,46$ кВт $\leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1
Основное время обработки	$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{34}{504} = 0,067$ мин



1.2. Точить, выдерживая размеры  $10 \pm 0,1$  мм и  $61,75_{-0,35}$  мм

Скорость резания	$V = 122$ м/мин
Подача	$S = 1$ мм/об; $S_M = n \cdot S = 630$ мм/мин
Глубина резания	$t = 1,625$ мм
Частота вращения шпинделя	$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 122}{3,1416 \cdot 61,75} = 629$ об/мин $n_{\text{станка}} = 630$ об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сечение державки	25x25 мм
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 1,625^1 \cdot 1^{0,75} = 487,5$ Н
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{487,5 \cdot 122}{1020 \cdot 60} = 0,97$ кВт $\leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1
Основное время обработки	$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{12}{630} = 0,02$ мин

Вспомогательное время  $t_{\text{всп}} = 0,3$  мин

Оперативное время  $t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{всп}} = 0,087 + 0,3 = 0,387$  мин

Штучное время  $t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} = 0,387 + \frac{8 + 4}{100} = 0,507$  мин

Подготовительно-заключительное время  $t_{\text{пз}} = 20$  мин

Штучно-калькуляционное время  $t_{\text{шт.к.}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{пз}}}{N} = 0,507 + \frac{20}{5000} = 0,511$  мин

2. Токарная операция с ЧПУ (Токарный обрабатывающий центр «DMTG CL15»)

2.1. Подрезать торец, выдерживая размер  $65,7 \pm 0,17$  мм

Скорость резания	$V = 140$ м/мин
Подача	$S = 0,8$ мм/об; $S_M = n \cdot S = 549$ мм/мин;
Глубина резания	$t = 2,6$ мм
Частота вращения шпинделя	$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 140}{3,1416 \cdot 65} = 686$ об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сечение державки	25x25 мм
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 2,6^1 \cdot 0,8^{0,75} = 654,7$ Н
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{654,7 \cdot 140}{1020 \cdot 60} = 1,5$ кВт $\leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01
Основное время обработки	$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{34}{549} = 0,062$ мин

2.2. Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры  $6 \pm 0,05$  мм и  $2^{+0,1}$  мм

Скорость резания	$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 \cdot 2^{0,4}}{15^{0,2} 0,08^{0,7}} \cdot 0,6 = 18,9$ м/мин
Подача	$S = 0,08$ мм/об; $S_M = n \cdot S = 241$ мм/мин;
Частота вращения шпинделя	$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 18,9}{3,1416 \cdot 2} = 3008$ об/мин
Режущий инструмент	Сверло центровочное $\varnothing 2$ мм, Р6М5
Крутящий момент	$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^2 \cdot 0,08^{0,8} \cdot 0,75 = 0,137$ Нм
Осевая сила	$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 68 \cdot 2^2 \cdot 0,08^{0,8} \cdot 0,75 = 27$ Н
Мощность резания	$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,137 \cdot 3008}{9750} = 0,042$ кВт $\leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01
Основное время обработки	$t_o = \frac{(l + l_{вп} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{7}{241} = 0,03$ мин

2.3. Точить, выдерживая размеры  $52 \pm 0,1$  мм и  $60,66_{-0,22}$  мм

Скорость резания	$V = 222$ м/мин
Подача	$S = 0,3$ мм/об; $S_M = n \cdot S = 350$ мм/мин;
Глубина резания	$t = 0,545$ мм
Частота вращения шпинделя	$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 222}{3,1416 \cdot 60,66} = 1165$ об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6
Сечение державки	25x25 мм
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,545^1 \cdot 0,3^{0,75} = 66,27$ Н
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{66,27 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,24$ кВт $\leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01
Основное время обработки	$t_o = \frac{(l + l_{вп} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{60}{350} = 0,172$ мин

2.4. Точить, выдерживая размеры  $53,84 \pm 0,1$  мм и  $46,56_{-0,16}$  мм

Скорость резания	$V = 127$ м/мин
Подача	$S = 1$ мм/об; $S_{M1} = n_1 \cdot S = 701$ мм/мин; $S_{M2} = n_2 \cdot S = 739$ мм/мин; $S_{M3} = n_3 \cdot S =$ $782$ мм/мин; $S_{M4} = n_4 \cdot S = 830$ мм/мин; $S_{M5} = n_5 \cdot S = 868$ мм/мин
Глубина резания	$t_{1,2,3,4} = 1,5$ мм, $t_5 = 1,05$ мм
Частота вращения шпинделя	$n_1 = 701$ об/мин; $n_2 = 739$ об/мин, $n_3 =$ $782$ об/мин, $n_4 = 830$ об/мин, $n_5 = 868$ об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6

Сечение державки	25x25 мм
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0,75} = 450 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{450 \cdot 127}{1020 \cdot 60} = 0,934 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01
Основное время обработки	$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{мсп}}} = \frac{55 \cdot 5}{784} = 0,35 \text{ мин}$

2.5. Точить, выдерживая размеры  $50,34 \pm 0,1 \text{ мм}$  и  $34,26_{-0,16} \text{ мм}$

Скорость резания	$V = 127 \text{ м/мин}$
Подача	$S = 1 \text{ мм/об}; S_{\text{м1}} = n_1 \cdot S = 934 \text{ мм/мин};$ $S_{\text{м2}} = n_2 \cdot S = 1004 \text{ мм/мин}; S_{\text{м3}} = n_3 \cdot S =$ $1084 \text{ мм/мин}; S_{\text{м4}} = n_4 \cdot S = 1179 \text{ мм/мин};$
Глубина резания	$t_1 = 1,65 \text{ мм}, t_{2,3,4} = 1,5 \text{ мм}$
Частота вращения шпинделя	$n_1 = 934 \text{ об/мин}; n_2 = 1004 \text{ об/мин},$ $n_3 = 1084 \text{ об/мин}, n_4 = 1179 \text{ об/мин}$
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6
Сечение державки	25x25 мм
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 1,65^1 \cdot 1^{0,75} = 495 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{495 \cdot 127}{1020 \cdot 60} = 1,03 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01
Основное время обработки	$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{мсп}}} = \frac{52 \cdot 4}{1050} = 0,2 \text{ мин}$

2.6. Точить, выдерживая размеры  $41,84 \pm 0,1 \text{ мм}$  и  $16,51_{-0,11} \text{ мм}$

Скорость резания	$V = 127 \text{ м/мин}$
Подача	$S = 1 \text{ мм/об}; S_{\text{м1}} = n_1 \cdot S = 1292 \text{ мм/мин};$ $S_{\text{м2}} = n_2 \cdot S = 1429 \text{ мм/мин}; S_{\text{м3}} = n_3 \cdot S =$ $1599 \text{ мм/мин}; S_{\text{м4}} = n_4 \cdot S = 1814 \text{ мм/мин};$ $S_{\text{м5}} = n_5 \cdot S = 2097 \text{ мм/мин}; S_{\text{м6}} = n_6 \cdot S =$ $2446 \text{ мм/мин};$
Глубина резания	$t_{1,2,3,4,5} = 1,5 \text{ мм}, t_6 = 1,375 \text{ мм}$
Частота вращения шпинделя	$n_1 = 1292 \text{ об/мин}; n_2 = 1429 \text{ об/мин},$ $n_3 = 1599 \text{ об/мин}, n_4 = 1814 \text{ об/мин},$ $n_5 = 2097 \text{ об/мин}, n_6 = 2446 \text{ об/мин}$
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6
Сечение державки	25x25 мм
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0,75} = 450 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{450 \cdot 127}{1020 \cdot 60} = 0,934 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01

Основное время обработки	$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_{мсп}} = \frac{44 \cdot 6}{1780} = 0,149 \text{ мин}$
--------------------------	---

### 2.7. Точить коническую поверхность, выдерживая размер 30°

Скорость резания	$V = 127 \text{ м/мин}$
Подача	$S = 1 \text{ мм/об}; S_{м1} = n_1 \cdot S = 1292 \text{ мм/мин};$ $S_{м2} = n_2 \cdot S = 1262 \text{ мм/мин};$
Глубина резания	$t_1 = 1,5 \text{ мм}, t_2 = 0,7 \text{ мм}$
Частота вращения шпинделя	$n_1 = 1292 \text{ об/мин}; n_2 = 1262 \text{ об/мин}$
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6
Сечение державки	25x25 мм
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0,75} = 450 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{450 \cdot 127}{1020 \cdot 60} = 0,934 \text{ кВт} \leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Инструментальный микроскоп ИМЦЛ 200x75
Основное время обработки, $t_0$	$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_{мсп}} = \frac{9 \cdot 2}{1277} = 0,014 \text{ мин}$

### 2.8. Точить, выдерживая размеры $31,69 \pm 0,1 \text{ мм}$ и $12,74_{-0,11} \text{ мм}$

Скорость резания	$V = 127 \text{ м/мин}$
Подача	$S = 1 \text{ мм/об}; S_{м1} = n_1 \cdot S = 2989 \text{ мм/мин};$ $S_{м2} = n_2 \cdot S = 3170 \text{ мм/мин};$
Глубина резания	$t_1 = 1,5 \text{ мм}, t_2 = 0,385 \text{ мм}$
Частота вращения шпинделя	$n_1 = 2989 \text{ об/мин}; n_2 = 3170 \text{ об/мин}$
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6
Сечение державки	25x25 мм
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0,75} = 450 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{450 \cdot 127}{1020 \cdot 60} = 0,934 \text{ кВт} \leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01 Микрометр гладкий 0-25-0,005
Основное время обработки	$t_0 = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_{мсп}} = \frac{33 \cdot 2}{3080} = 0,021 \text{ мин}$

### 2.9. Подрезать торец, выдерживая размер $65,16 \pm 0,12 \text{ мм}$

Скорость резания	$V = 235 \text{ м/мин}$
Подача	$S = 0,2 \text{ мм/об}; S_m = n \cdot S = 230 \text{ мм/мин};$
Глубина резания	$t = 0,54 \text{ мм}$
Частота вращения шпинделя	$n = 1148 \text{ об/мин}$
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сечение державки	25x25 мм

Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,54^1 \cdot 0,2^{0,75} = 48,5 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{48,5 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 0,186 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01 Микрометр гладкий 0-25-0,005
Основное время обработки	$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{мср}}} = \frac{7,5}{230} = 0,032 \text{ мин}$

2.10. Точить, выдерживая размеры  $31,85 \pm 0,06 \text{ мм}$  и  $12,23_{-0,07} \text{ мм}$

Скорость резания, V	192 м/мин
Подача, S	0,3 мм/об
Глубина резания, t	0,255 мм
Частота вращения шпинделя, n	5776 об/мин, $n_{\text{станка}_{\text{max}}} = 5000 \text{ об/мин}$
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,255^1 \cdot 0,3^{0,75} = 31 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{31 \cdot 192}{1020 \cdot 60} = 0,097 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01 Микрометр гладкий 0-25-0,005
Основное время обработки, $t_o$	0,03 мин

2.11. Точить, выдерживая размеры  $42 \pm 0,06 \text{ мм}$  и  $16_{-0,07} \text{ мм}$

Скорость резания, V	222 м/мин
Подача, S	0,3 мм/об
Глубина резания, t	0,255 мм
Частота вращения шпинделя, n	4415 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,255^1 \cdot 0,3^{0,75} = 31 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{31 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,112 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01 Микрометр гладкий 0-25-0,005
Основное время обработки, $t_o$	0,04 мин

2.12. Точить, выдерживая размеры  $50,5 \pm 0,06 \text{ мм}$  и  $33,5_{-0,1} \text{ мм}$

Скорость резания, V	222 м/мин
Подача, S	0,3 мм/об
Глубина резания, t	0,365 мм
Частота вращения шпинделя, n	2109 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,365^1 \cdot 0,3^{0,75} = 44,4 \text{ Н}$

Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{44,4 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,161 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01 Микрометр гладкий 25-50-0,005
Основное время обработки, $t_0$	0,10 мин

2.13. Точить, выдерживая размеры  $54 \pm 0,06$  мм и  $46_{-0,1}$  мм

Скорость резания, $V$	222 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об
Глубина резания, $t$	0,265 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1536 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной упорный, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,265^1 \cdot 0,3^{0,75} = 33,22 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{33,22 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,117 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01 Микрометр гладкий 25-50-0,005
Основное время обработки, $t_0$	0,12 мин

2.14. Точить фаску, выдерживая размер  $0,81 \pm 0,06$  мм  $\times$   $45^\circ$

Скорость резания, $V$	222 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об
Глубина резания, $t$	0,81 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1168 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,81^1 \cdot 0,3^{0,75} = 98,5 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{98,5 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,357 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Основное время обработки, $t_0$	0,01 мин

2.15. Точить фаску, выдерживая размер  $0,5 \pm 0,06$  мм  $\times$   $45^\circ$

Скорость резания, $V$	222 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об
Глубина резания, $t$	0,5 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1536 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,3^{0,75} = 60,8 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{60,8 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,22 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Основное время обработки, $t_0$	0,01 мин

2.16. Точить коническую поверхность, выдерживая размер 30°

Скорость резания, $V$	235 м/мин
Подача, $S$	0,2 мм/об
Глубина резания, $t$	0,25 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	2366 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,2^{0,75} = 22,4 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{22,4 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 0,086 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Инструментальный микроскоп ИМЦЛ 200x75
Основное время обработки, $t_o$	0,07 мин

2.17. Точить фаску, выдерживая размер  $0,72 \pm 0,06 \text{ мм} \times 45^\circ$

Скорость резания, $V$	222 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об
Глубина резания, $t$	0,72 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	2379 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,72^1 \cdot 0,3^{0,75} = 87,55 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{87,55 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,317 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Основное время обработки, $t_o$	0,01 мин

2.18. Точить фаску, выдерживая размер  $0,655 \pm 0,06 \text{ мм} \times 45^\circ$

Скорость резания, $V$	222 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об
Глубина резания, $t$	0,655 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	4415 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,655^1 \cdot 0,3^{0,75} = 79,65 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{79,65 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,29 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Основное время обработки, $t_o$	0,01 мин

2.19. Точить фаску, выдерживая размер  $0,595 \pm 0,06 \text{ мм} \times 45^\circ$

Скорость резания, $V$	189 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об
Глубина резания, $t$	0,595 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	5887 об/мин, $n_{\text{станка max}} = 5000 \text{ об/мин}$
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,595^1 \cdot 0,3^{0,75} = 72,3 \text{ Н}$

Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{72,3 \cdot 189}{1020 \cdot 60} = 0,223 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Основное время обработки, $t_0$	0,01 мин

2.20. Сверлить 6 отверстий, выдерживая размеры  $58,5 \pm 0,05$  мм,  $2,5^{+0,1}$  мм,  $40 \pm 0,05$  мм,  $60^\circ$

Скорость резания, $V$	22 м/мин
Подача, $S$	0,06 мм/об
Частота вращения привода, $n$	2800 об/мин
Режущий инструмент	Сверло $\Phi 2,5$ мм, Р6М5
Крутящий момент	$M_{\text{кр}} = 10C_m D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,5^2 \cdot 0,06^{0,8} \cdot 0,75 = 0,17 \text{ Нм}$
Осевая сила	$P_o = 10C_p D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 68 \cdot 2,5^2 \cdot 0,06^{0,8} \cdot 0,75 = 33,6 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{0,17 \cdot 2800}{9750} = 0,05 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01
Основное время обработки, $t_0$	0,28 мин

2.21. Зенковать 6 фасок, выдерживая размер  $0,25 \pm 0,05$  мм

Скорость резания, $V$	18 м/мин
Подача, $S$	0,15 мм/об
Частота вращения привода, $n$	2291 об/мин
Режущий инструмент	Зенковка, Р6М5
Крутящий момент	$M_{\text{кр}} = 10C_m D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,5^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,75 = 0,354 \text{ Нм}$
Осевая сила	$P_o = 10C_p D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 68 \cdot 2,5^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,75 = 51,3 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{0,354 \cdot 2291}{9750} = 0,083 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Основное время обработки, $t_0$	0,03 мин

2.22. Нарезать резьбу М3-6Н в 6 отверстиях, выдерживая размер  $57,5 \pm 0,05$  мм

Скорость резания, $V$	3,45 м/мин
Подача, $S$	0,5 мм/об
Частота вращения привода, $n$	275 об/мин
Крутящий момент	$M_{\text{кр}} = 10C_m D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 0,0345 \cdot 3^2 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 0,75 = 1,33 \text{ Нм}$
Осевая сила	$P_o = 10C_p D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 68 \cdot 3^2 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 0,75 = 87,8 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{1,33 \cdot 275}{9750} = 0,04 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Режущий инструмент	Метчик М3, Р6М5



Основное время обработки, $t_0$	0,32 мин
---------------------------------	----------

2.23. Точить канавку, выдерживая размеры  $32,35 \pm 0,06$  мм,  $2,05 \pm 0,06$  мм и  $11,5_{-0,1}$  мм

Скорость резания, $V$	235 м/мин
Подача, $S$	0,1 мм/об
Глубина резания, $t$	0,25 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	6503 об/мин, $n_{\text{станка}_{max}} = 5000$ об/мин
Режущий инструмент	Резец канавочный №1, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,1^{0,75} = 13,33$ Н
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{13,33 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 0,051$ кВт $\leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01
Основное время обработки, $t_0$	0,01 мин

Вспомогательное время, $t_{\text{всп}}$	0,4 мин
---	---------

Оперативное время, $t_{\text{оп}}$	1,83 мин
------------------------------------	----------

Штучное время, $t_{\text{шт}}$	2,23 мин
--------------------------------	----------

Подготовительно-заключительное время, $t_{\text{пз}}$	25 мин
---	--------

Штучно-калькуляционное время, $t_{\text{пз}}$	2,24 мин
---	----------

3. Токарная операция с ЧПУ (Токарный обрабатывающий центр «DMTG CL15»)

3.1. Подрезать торец, выдерживая размер  $64,525 \pm 0,06$  мм

Скорость резания, $V$	166 м/мин
Подача, $S$	0,5 мм/об
Глубина резания, $t$	0,63 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1144 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,63^1 \cdot 0,5^{0,75} = 112,4$ Н
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{112,4 \cdot 166}{1020 \cdot 60} = 0,304$ кВт $\leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Микрометр гладкий 50-75-0,005 Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01
Основное время обработки, $t_0$	0,15 мин

3.2. Подрезать торец, выдерживая размер  $64,155 \pm 0,06$  мм

Скорость резания, $V$	222 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об

Глубина резания, t	0,37 мм
Частота вращения шпинделя, n	1144 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,37^1 \cdot 0,3^{0,75} = 45 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{45 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,163 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Микрометр гладкий 50-75-0,005 Штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01
Основное время обработки, t <sub>0</sub>	0,19 мин

3.3. Фрезеровать углубление, выдерживая размеры  $2,85 \pm 0,06$  мм и  $39,18^{+0,16}$  мм

Скорость резания	$V = 80 \text{ м/мин}$
Подача	$S_z = 0,06 \text{ мм/об}, S_m = S_z \cdot z \cdot n = 636 \text{ мм/об},$
Глубина резания	$t = 2,85 \text{ мм}$
Частота вращения привода	$n = 2121 \text{ об/мин}$
Режущий инструмент	Концевая фреза Ø12 мм, z=5
Окружная сила	$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} =$ $= \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 2,85^{0,95} 0,06^{0,8} \cdot 12^{1,1} \cdot 5}{12^{1,1} 2121^0} = 1175 \text{ Н}$
Крутящий момент	$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1175 \cdot 12}{200} = 70,5 \text{ Нм}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1175 \cdot 80}{1020 \cdot 60} = 1,53 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01
Основное время обработки	$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} = \frac{146}{636} = 0,23 \text{ мин}$

3.4. Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры  $8,605 \pm 0,05$  мм и  $2^{+0,1}$  мм

Скорость резания, V	22 м/мин
Подача, S	0,06 мм/об
Частота вращения привода, n	3500 об/мин
Режущий инструмент	Сверло центровочное Ø2 мм, Р6М5
Крутящий момент	$M_{\text{кр}} = 10C_m D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^2 \cdot 0,08^{0,8} \cdot 0,75 = 0,137 \text{ Нм}$
Осевая сила	$P_o = 10C_p D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 68 \cdot 2^2 \cdot 0,08^{0,8} \cdot 0,75 = 27 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{0,137 \cdot 3008}{9750} = 0,042 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01
Основное время обработки, t <sub>0</sub>	0,07 мин

### 3.5. Точить, выдерживая размер $60,66_{-0,22}$ мм

Скорость резания, $V$	222 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об
Глубина резания, $t$	0,545 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1165 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,545^1 \cdot 0,3^{0,75} = 66,27$ Н
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{66,27 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,24$ кВт $\leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Микрометр гладкий 50-75-0,005
Основное время обработки, $t_0$	0,03 мин

### 3.6. Точить, выдерживая размер $60_{-0,14}$ мм

Скорость резания, $V$	235 м/мин
Подача, $S$	0,2 мм/об
Глубина резания, $t$	0,165 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1246 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,165^1 \cdot 0,2^{0,75} = 14,8$ Н
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{14,8 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 0,057$ кВт $\leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Микрометр гладкий 50-75-0,005
Основное время обработки, $t_0$	0,05 мин

### 3.7. Точить фаску, выдерживая размеры $0,655 \pm 0,06$ мм $\times$ $45^\circ$

Скорость резания, $V$	222 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об
Глубина резания, $t$	0,655 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1246 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,655^1 \cdot 0,3^{0,75} = 79,65$ Н
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{79,65 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,289$ кВт $\leq N_{ст}$
Основное время обработки, $t_0$	0,01 мин

### 3.8. Расточить углубление, выдерживая размеры $3,155 \pm 0,025$ мм и $39,78^{+0,1}$ мм

Скорость резания, $V$	235 м/мин
Подача, $S$	0,2 мм/об
Глубина резания, $t$	0,3 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1880 об/мин
Режущий инструмент	Резец расточной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,3^1 \cdot 0,2^{0,75} = 26,9$ Н

Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{26,9 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 0,103 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Измерительный инструмент	Микрометрический глубиномер 0-25-0,005 Штангенциркуль ШЦЦ-1-125-0,01
Основное время обработки, $t_0$	0,02 мин

3.9. Точить фаску, выдерживая размеры  $0,655 \pm 0,06 \text{ мм} \times 45^\circ$

Скорость резания, $V$	222 м/мин
Подача, $S$	0,3 мм/об
Глубина резания, $t$	0,655 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1880 об/мин
Режущий инструмент	Резец проходной, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,655^1 \cdot 0,3^{0,75} = 79,7 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{79,7 \cdot 222}{1020 \cdot 60} = 0,28 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Основное время обработки, $t_0$	0,01 мин

3.10. Точить канавку, выдерживая размеры  $3,455 \pm 0,06 \text{ мм}$  и  $40,2^{+0,1} \text{ мм}$

Скорость резания, $V$	235 м/мин
Подача, $S$	0,1 мм/об
Глубина резания, $t$	0,21 мм
Частота вращения шпинделя, $n$	1860 об/мин
Режущий инструмент	Резец канавочный №2, Т15К6
Сила резания	$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} = 300 \cdot 0,21^1 \cdot 0,1^{0,75} = 11,2 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{11,2 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 0,043 \text{ кВт} \leq N_{\text{ст}}$
Основное время обработки, $t_0$	0,01 мин

Вспомогательное время, $t_{\text{всп}}$	0,3 мин
---	---------

Оперативное время, $t_{\text{оп}}$	0,76 мин
------------------------------------	----------

Штучное время, $t_{\text{шт}}$	0,88 мин
--------------------------------	----------

Подготовительно-заключительное время, $t_{\text{пз}}$	25 мин
---	--------

Штучно-калькуляционное время, $t_{\text{пз}}$	0,89 мин
---	----------

4. Фрезерная операция с ЧПУ (Фрезерный обрабатывающий центр DMTG VDL500)

4.1. Сверлить 8 отверстий, выдерживая размеры  $3,3^{+0,12} \text{ мм}$ ,  $50 \pm 0,05 \text{ мм}$ ,  $45^\circ$ ,  $30^\circ$

Скорость резания	$V = 20 \text{ м/мин}$
Подача	$S = 0,08 \text{ мм/об}$ , $S_m = n \cdot S = 154 \text{ мм/об}$ ,

Частота вращения шпинделя	$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 20}{3,1416 \cdot 3,3} = 1929 \text{ об/мин}$
Режущий инструмент	Сверло Ø3,3 мм, Р6М5
Крутящий момент	$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 0,0345 \cdot 3,3^2 \cdot 0,08^{0,8} \cdot 0,75 = 2,82 \text{ Нм}$
Осевая сила	$P_o = 10C_p D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 68 \cdot 3,3^2 \cdot 0,08^{0,8} \cdot 0,75 = 74,6 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2,82 \cdot 1929}{9750} = 0,55 \text{ кВт} \leq N_{ст}$
Основное время обработки, $t_o$	0,52 мин

#### 4.2. Зенковать 8 фасок, выдерживая размер $0,655 \pm 0,05 \text{ мм}$

Скорость резания, $V$	18 м/мин
Подача, $S$	0,15 мм/об
Частота вращения шпинделя, $n$	2291 об/мин
Режущий инструмент	Зенковка, Р6М5
Крутящий момент	$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 0,0345 \cdot 3,3^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,75 = 0,617 \text{ Нм}$
Осевая сила	$P_o = 10C_p D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 68 \cdot 3,3^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,75 = 43,6 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,62 \cdot 2291}{9750} = 0,145 \text{ кВт} \leq N_{ст}$
Основное время обработки, $t_o$	0,03 мин

#### 4.3. Нарезать резьбу М4 в 8 отверстиях, выдерживая размеры $4_{-0,03} \text{ мм}$

Скорость резания, $V$	2,3 м/мин
Подача, $S$	0,7 мм/об
Частота вращения шпинделя, $n$	183 об/мин
Режущий инструмент	Метчик М4, Р6М5
Крутящий момент	$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 0,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,7^{0,8} \cdot 0,75 = 3,11 \text{ Нм}$
Осевая сила	$P_o = 10C_p D^q S^y K_p =$ $= 10 \cdot 68 \cdot 3,3^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,75 = 108,1 \text{ Н}$
Мощность резания	$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,11 \cdot 183}{9750} = 0,058 \text{ кВт} \leq N_{ст}$
Основное время обработки, $t_o$	0,63 мин

Вспомогательное время, $t_{всп}$	0,6 мин
----------------------------------	---------

Оперативное время, $t_{оп}$	1,71 мин
-----------------------------	----------

Штучное время, $t_{шт}$	1,83 мин
-------------------------	----------

Подготовительно-заключительное время, $t_{пз}$	25 мин
--	--------

Штучно-калькуляционное время, $t_{пз}$	1,84 мин
--	----------

### 6. Шлифовальная (Торцекруглошлифовальный станок «RSM 500»)

6.1. Шлифовать цилиндрическую поверхность и торец, выдерживая размеры  $0,155 \pm 0,005$  мм и  $12^{+0,01}$  мм

Окружная скорость круга, $V$	32 м/с
Окружная скорость заготовки, $v$	40 м/мин
Подача продольная, $S$	4,8 мм/об
Глубина шлифования, $t$	I=0,025 мм, II=0,025 мм, III=0,025 мм, IV=0,01 мм, V=0,01 мм
Режущий инструмент	Круг шлифовальный
Мощность резания, $N$	$N = C_N v_3^r t^x S^y d^q = 0,14 \cdot 40^{0,8} \cdot 0,025^{0,8} \cdot 4,8^{0,5} \cdot 12^{0,2} = 0,5 \text{ кВт} \leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Инструментальный микроскоп ИМЦЛ 200x75
Основное время обработки, $t_0$	0,04 мин

Вспомогательное время, $t_{всп}$	1,5 мин
----------------------------------	---------

Оперативное время, $t_{оп}$	1,54 мин
-----------------------------	----------

Штучное время, $t_{шт}$	1,66 мин
-------------------------	----------

Подготовительно-заключительное время, $t_{пз}$	17 мин
--	--------

Штучно-калькуляционное время, $t_{пз}$	1,67 мин
--	----------

### 7. Шлифовальная (Круглошлифовальный станок «RSM 500»)

7.1. Шлифовать коническую поверхность, выдерживая размеры  $0,155 \pm 0,005$  мм и  $30^\circ$

Окружная скорость круга, $V$	32 м/с
Окружная скорость заготовки, $v$	27 м/мин
Подача продольная, $S$	4,8 мм/об
Глубина шлифования, $t$	I=0,025 мм, II=0,025 мм, III=0,025 мм, IV=0,01 мм, V=0,01 мм
Режущий инструмент	Круг шлифовальный
Мощность резания, $N$	$N = C_N v_3^r t^x S^y d^q = 0,14 \cdot 27^{0,8} \cdot 0,025^{0,8} \cdot 4,8^{0,5} \cdot 30^{0,2} = 0,442 \text{ кВт} \leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Инструментальный микроскоп ИМЦЛ 200x75
Основное время обработки, $t_0$	0,035 мин

Вспомогательное время, $t_{всп}$	1,5 мин
----------------------------------	---------

Оперативное время, $t_{оп}$	1,535 мин
-----------------------------	-----------

Штучное время, $t_{шт}$	1,66 мин
-------------------------	----------

Подготовительно-заключительное время, $t_{пз}$	17 мин
--	--------

Штучно-калькуляционное время, $t_{пз}$	1,67 мин
--	----------

## 8. Шлифовальная (Круглошлифовальный станок «RSM 500»)

### 8.1. Шлифовать торец, выдерживая размер $0,155 \pm 0,005$ мм

Окружная скорость круга, $V$	32 м/с
Окружная скорость заготовки, $v$	27 м/мин
Глубина шлифования, $t$	I=0,05 мм, II=0,05 мм, III=0,05 мм, IV=0,005 мм
Режущий инструмент	Шлифовальная головка
Мощность резания, $N$	$N = C_N v_3^r t^x b^z = 0,28 \cdot 27^{0,8} \cdot 0,05^{0,8} \cdot 3^1 = 1,07$ кВт $\leq N_{ст}$
Измерительный инструмент	Инструментальный микроскоп ИМЦЛ 200x75
Основное время обработки, $t_0$	0,03 мин

Вспомогательное время, $t_{всп}$	1,5 мин
----------------------------------	---------

Оперативное время, $t_{оп}$	1,53 мин
-----------------------------	----------

Штучное время, $t_{шт}$	1,65 мин
-------------------------	----------

Подготовительно-заключительное время, $t_{пз}$	17 мин
--	--------

Штучно-калькуляционное время, $t_{пз}$	1,66 мин
--	----------

## 1.8 Оборудование, технологическая оснастка и инструмент

### 1. Ленточнопильный станок «SHARK 281 MA»

Технические характеристики:

Размер режущего полотна, мм	2950 × 27 × 0,9
Мощность, кВт	1,5/1,8
Скорость м/мин	36/72
Допустимый диаметр проката, мм	250
Масса, кг	375

Оснастка:

- 1) Регулируемый упор с миллиметровой шкалой для выполнения распилов одинаковой длины;
- 2) Пневматические тиски;
- 3) Встроенная система охлаждения.

Инструмент:

Режущее полотно - биметаллическая ленточная пила Pilous-ТМJ, имеет переменный шаг зубьев 5/8, размеры 27x0,9 мм, 2950 мм

### 2. Токарно-винторезный станок «1К62»

Технические характеристики:

Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	47
Наибольший диаметр прутка, мм	45
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин	12,5...2000
Число ступеней частот обратного вращения шпинделя	49
Пределы рабочих подач продольных, мм/об	0,07...4,16
Скорость быстрых перемещений суппорта, продольных, м/мин	3,4
Скорость быстрых перемещений суппорта, поперечных, м/мин	1,7
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	10
Мощность электродвигателя быстрых перемещений, кВт	0,8
Мощность электродвигателя насоса охлаждения, кВт	0,125
Габариты, мм	2812 × 1166 × 1324
Масса, кг	2140

Оснастка:

Трехкулачковый самоцентрирующий патрон

Инструмент:

Резец токарный, проходной с СМП «СNUM-120408»

(ромб, 4 грани,  $r=0,8$  мм,  $80^\circ$ ), Т15К6, 25X25X150 мм;



### 3. Токарный обрабатывающий центр с ЧПУ «DMTG CL15»

Технические характеристики:

Максимальный диаметр обработки, мм	400
Максимальный диаметр точения над револьверной головкой, мм	165
Максимальный диаметр точения над станиной, мм	200
Максимальная длина обработки, мм	250/330
Диаметр патрона, дюйм	6
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	46
Максимальный диаметр обрабатываемого прутка, мм	32
Диаметр подшипника шпинделя, мм	80
Угол наклона станины, град.	60
Перемещения по осям X/Z, мм	120/260
Быстрые перемещения по осям X/Z, м/мин	15/18
Точность позиционирования, мкм	±4
Повторяемость, мкм	±2,5
Частота вращения шпинделя, об/мин	30-5000
Скорость подачи, мм/мин.	0-5000
Мощность главного привода, кВт	5,5/7,5
Торец шпинделя	A2-5
Количество инструмента	8
Время смены инструмента, сек.	0,3/1,85
Диаметр пиноли задней бабки, мм	80
Конус пиноли задней бабки	Морзе 4
Ход пиноли задней бабки, мм	130
Система ЧПУ	Fanuc 0i Mate-TC
Габаритные размеры, мм	2085 × 1560 × 1880
Масса, кг	2700

Револьверная головка станка имеет восемь позиций для установки инструмента, четыре позиции имеют приводные блоки.

Оснастка:

Трехкулачковый пневматический патрон

Инструмент:

1) Резец токарный, проходной с СМП «CNUM-120408»

(ромб, 4 грани,  $r=0,8$  мм,  $80^\circ$ ), T15K6, 25X25X150 мм;

2) Резец токарный, проходной упорный с СМП «ССМТ-060202 F3»

(ромб, 4 грани,  $r=0,2$  мм,  $80^\circ$ ), T15K6, 25X25X150 мм;

- 3) Сверло центровочное комбинированное,  
ГОСТ 14952-75, 2317-0116, d=2 мм, 60°, P6M5;
- 4) Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком,  
ГОСТ 886-77, 2300-6924, d=2,5 мм, 118°, P6M5;
- 5) Зенковка коническая с цилиндрическим хвостовиком,  
ГОСТ 14953-80, 2353-0109, d=2,5, 90°, P6M5;
- 6) Метчик машинный М3, ГОСТ 3266-81, 2620-1061, P6M5;
- 7) Резец токарный канавочный №1, T15K6;
- 8) Концевая фреза с цилиндрическим хвостовиком  
ГОСТ 17025-71, 2220-0013, d=12 мм, z=5;
- 9) Резец токарный расточной с СМП «ДСМТ11Т304»,  
(ромб, 4 грани, r=0,4 мм, 55°), T15K6, 20X20X180 мм
- 10) Резец токарный канавочный №2, T15K6.

#### 4. Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ «DMTG VDL500»

Технические характеристики:

Размеры рабочего стола, мм	700 × 320
Перемещение по осям X/Y/Z	450/350/380
Наибольшая нагрузка на стол, кг	150
Диапазон скорости вращения шпинделя, об/мин	60-8000
Расстояние от центра шпинделя до направляющих колонны, мм	430
Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	140-250
Тип направляющих	качения
Быстрые перемещения по осям X/Y/Z, м/мин	30/30/30
Точность позиционирования, мкм	±4
Повторяемость, мкм	±2,5
Скорость подачи, мм/мин	1-10000
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	5,5/7,5
Тип хвостовика инструмента	BT40
Емкость магазина инструмента	12
Максимальная масса инструмента, кг	6
Максимальный диаметр/длина инструмента, мм	80/250
Время смены инструмента, сек	6
Система ЧПУ	Fanuc
Габаритные размеры, мм	2570 × 1920 × 2200
Масса нетто, кг	2200

Инструмент:

- 1) Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком, ГОСТ 886-77, 2300-6939, d=3,3 мм, 118°, P6M5;
- 2) Зенковка коническая с цилиндрическим хвостовиком, ГОСТ 14953-80, 2353-0109, d=2,5, 90°, P6M5;
- 3) Метчик машинный М4, ГОСТ 3266-81, 2620-1095, P6M5.

#### 5. Круглошлифовальный станок «RSM 500 А»

Технические характеристики:

Высота центров, мм	135
Длина шлифования, мм	500
Диаметр шлифования, мм	8-200
Заготовка, максимальная масса между центрами, кг	50
Технологический ход шлифовальной головки, мм	200
Диаметр патрона, мм	165
Подача стола, бесступенчато, м/мин	0,1-4
Подача шлифовального диска, мм/мин	0,005
Скорость по окружности, м/сек	35
Частота вращения шлифовального шпинделя, об/мин	0-1670
Диапазон поворота рабочей передней бабки	0-45°
Диапазон поворота шлифовальной шпиндельной бабки	0-30°
Подача за оборот маховика по X, мм	1
Подача за единицу деления шкалы по X, мм	0,005
Конус задней бабки	МК4
Ход пиноли задней бабки, мм	30
Мощность двигателя, кВт	4
Мощность двигателя рабочего шпинделя, кВт	0,75
Мощность двигателя насоса СОЖ, кВт	0,125
Мощность двигателя гидравлического насоса, кВт	0,75
Общая потребляемая мощность, кВт	5,62
Размер шлифовального диска, мм	400x50x203
Габариты, мм	2500x1600x1500
Масса, кг	2500

Инструмент:

Круг шлифовальный абразивный прямого профиля, ГОСТ Р 52781-2007,  
1 – 400 × 16 × 203 – 25А – F46 – L – 6 – V – 35 – Б – 3;

Шлифовальная головка

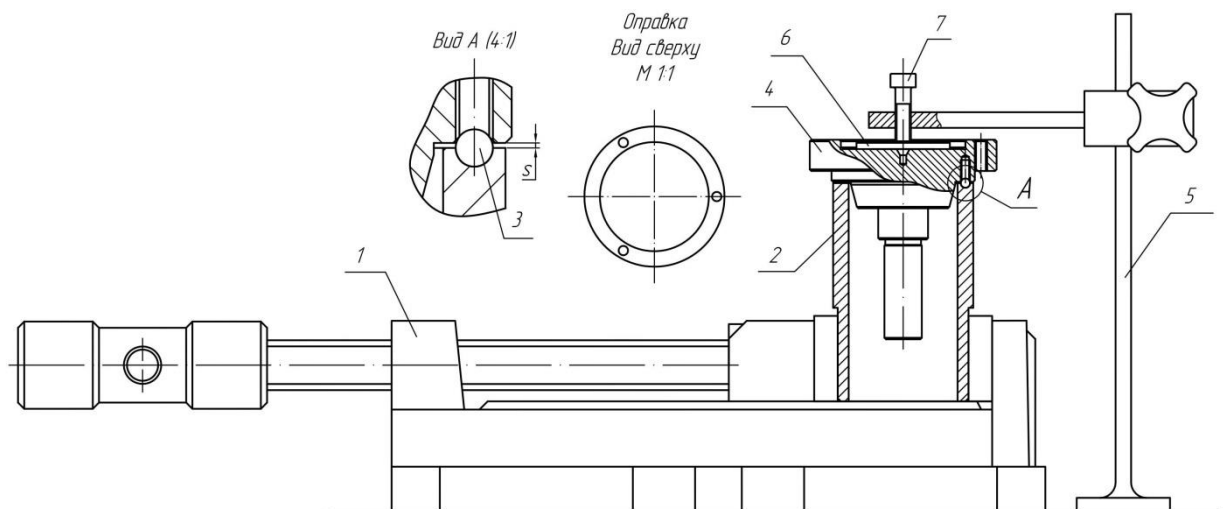
## 2. Конструкторская часть

### 2.1 Выбор базовой конструкции приспособления

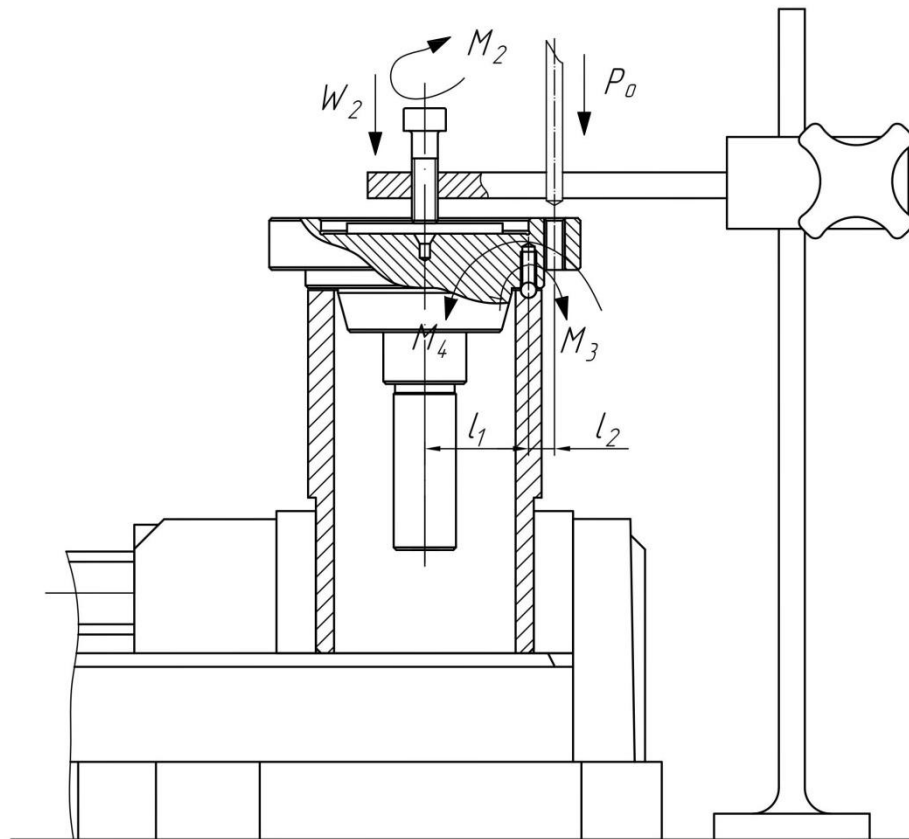
Деталь «выходной вал» на торцевой поверхности имеет 8 резьбовых отверстий М4. Данные отверстия будут получены на четвертой операции на фрезерном станке DMTG VDL500, для которого будет разработана оправка. Благодаря этому приспособлению станет возможным получение всех 8 отверстий, с заданной точностью угловых размеров, за один установ.

### 2.2 Описание принципа работы

Оправка 2 устанавливается в тиски 1, закрепленные на фрезерном столе. Заготовка 4 устанавливается на оправку и базируется на трех шариках 3 по фаскам отверстий М3, полученных ранее на операции №2. Далее на стол устанавливается поворотный штатив 5. Штатив имеет достаточно жесткую конструкцию. Штатив устанавливается таким образом, чтобы была возможность прижима заготовки. Далее в штатив вкручивается винт 7, прижим заготовки осуществляется через быстросъемную шайбу 6. После установки заготовки следует настройка фрезерного станка с ЧПУ. Фрезерная операция выполняется за один установ и включает в себя сверление восьми отверстий, зенкование фасок в отверстиях и нарезание резьбы М4. После выполнения операции, заготовка снимается, для этого необходимо ослабить винт, повернуть штатив и извлечь заготовку. Следующая заготовка устанавливается аналогично. Настройка станка уже не требуется.



## 2.3 Расчет сил закрепления



$P_0$  – осевая сила сверления;  
 $W_1$  – сила закрепления оправки тисами;  
 $M_1$  – момент затяжки тисов;  
 $W_2$  – сила закрепления заготовки винтом;  
 $M_2$  – момент завинчивания винта;  
 $M_3$  – изгибающий момент (опрокидывающий)  
равен моменту сопротивления  $M_4$ ;  
 $l_1$  – плечо силы  $W_2$ ;  
 $l_2$  – плечо силы  $P_0$ ;

Расчет затяжки винта:

$$M_4 = M_3,$$
$$W_2 \cdot l_1 = P_0 \cdot l_2, \quad W_2 = \frac{P_0 \cdot l_2}{l_1} = \frac{14,6 \text{ Н} \cdot 5 \text{ мм}}{20 \text{ мм}} = 3,65 \text{ Н}$$
$$M_2 = 0,2 W_2 \cdot d = 0,2 \cdot 3,65 \cdot 5 = 3,65 \text{ Нм}$$

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ЛЗ1	Старикову Максиму Александровичу

<b>Институт</b>	<b>Кибернетики</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТМСПР</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение 15.03.01

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

<p><i>1. Стоимость ресурсов для изготовления детали «Выходной вал»</i></p>	<p><i>1. Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</i></p> <p><i>2. Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</i></p> <p style="margin-left: 20px;"><i>1 разряд - 40 руб./час.</i></p> <p style="margin-left: 20px;"><i>2 разряд – 51 руб./час.</i></p> <p style="margin-left: 20px;"><i>3 разряд – 65 руб./час.</i></p> <p style="margin-left: 20px;"><i>4 разряд – 82.96 руб./час.</i></p> <p style="margin-left: 20px;"><i>5 разряд – 105,81 руб./час.</i></p> <p style="margin-left: 20px;"><i>6 разряд – 135 руб./час.</i></p> <p><i>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</i></p> <p><i>3. Тариф на электроэнергию – 5.8 руб/кВт.ч.</i></p>
<p><i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p><i>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</i></p> <p><i>-коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06</i></p> <p><i>-затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих</i></p> <p><i>-затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации</i></p> <p><i>-затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной зарплаты основных рабочих.</i></p> <p><i>-общехозяйственные расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих</i></p> <p><i>-общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих.</i></p> <p><i>-расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости</i></p>
<p><i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p><i>Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ</i></p> <p><i>Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ</i></p> <p><i>Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.</i></p>

<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Расчет себестоимости изготовления детали «Выходной вал»	1. Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов) 2. Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды. 3. Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. 4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов. 5. Провести расчет себестоимости.
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 (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. Калькуляция себестоимости детали «Выходной вал»	

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

**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	Стариков Максим Александрович		

## 3. Экономическая часть

### 3.1. 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.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера; (не учитывается, т.к. полуфабрикаты отсутствуют);
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.



В зависимости от полноты охвата данных статей на предприятии рассчитываются следующие виды себестоимости:

- цеховая, включающая статьи с 1-й по 12-ю;
- производственная, включающая статьи с 1-й по 15-ю, т.е. исчисляемая как цеховая с добавлением ряда статей, учитывающих затраты, носящие общезаводской характер;
- полная, включающая все 16 статей.

При выполнении ВКР следует опустить статьи:

- расходы на подготовку и освоение производства, т.к. задание на ВКР не предполагает подготовку нового вида продукции;
- технологические потери, т.к. они не характерны для разрабатываемых процессов;
- потери от брака, т.к. они не учитываются в плановых и нормативных калькуляциях;
- прочие производственные расходы, т.к. они связаны со спецификой производства на конкретных предприятиях.

### 3.2. 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. Стоимость материалов определяется по нормам их расхода и ценам приобретения с учетом наценок и надбавок на единицу материала в натуральном выражении. Транспортно-заготовительные расходы прибавляются к стоимости сырья, материалов, а также покупных изделий, полуфабрикатов и топлива.

Затраты на основные материалы для каждого (i-го) вида в отдельности рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{моi}} = w_i \cdot \Pi_{\text{mi}} \cdot (1 + k_{\text{тз}}), \quad (3.1)$$

где  $w_i$  – норма расхода материала i-го вида на изделие (деталь), кг/ед;

$\Pi_{\text{mi}}$  – цена материала i-го вида, ден. ед./кг.,  $i = 1$ ;

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

Расчет нормы расходного материала

$$w = V \cdot \rho = \pi r^2 l \cdot \rho = 3,1416 \cdot 0,0325^2 \cdot 0,071 \cdot 7820 = 1,85 \text{ кг,}$$

где  $V$ - объем заготовки,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$ - плотность стали 40Х,  $\rho = 7820 \text{ кг/м}^3$

Примем цену материала  $C_{mi} = 36 \frac{\text{руб}}{\text{кг}}$ , с учетом НДС, [1] - <http://www.alfasous.ru/katalog/chernyj-metalloprokat/krug-goryachekatannyj/st-40x.html>

Тогда затраты на основной материал будут равны

$$C_{mo_i} = 1,85 \cdot 36 \cdot (1 + 0,06) = 70,6 \text{ руб,}$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы каждого ( $j$ -го) вида  $C_{mv_j}$  выполняется по формуле:

$$C_{mvi} = N_{mvi} \cdot C_{mvi} \cdot (1 + k_{tz}), \quad (3.2)$$

где  $N_{mvj}$  – норма расхода  $j$ -го вспомогательного материала на изделие (деталь), кг;

$C_{mvj}$  – цена  $j$ -го вспомогательного материала, ден. ед./кг.

При отсутствии данных для расчета по формуле можно приближенно принять

$$C_{mv} = C_{mo} \cdot 0,02 = 70,6 \cdot 0,02 = 1,41 \text{ руб,}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме

$$C_m = C_{mo} + C_{mv} = 70,6 + 1,41 = 72,01 \text{ руб.}$$

### 3.3. Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

Данная статья не применяется для калькулирования. Разработанный технологический процесс не предусматривает приобретение полуфабрикатов.

### 3.4. 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.

Расчет выполняется по формуле

$$C_{от} = M_{от} \cdot C_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot C_{от}, \quad (3.3)$$

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

$C_{от}$  – цена отходов, руб.  $C_{от} = 150\$/\text{т} = 8,5 \text{ руб/кг}$ , [2] - <http://osntm.ru/zeny.html>

$V_{чр}$  – масса заготовки, кг;

$V_{чст}$  – чистая масса детали, кг;

$\beta$  – доля безвозвратных потерь (принять 0,02),

$$C_{от} = (1,85 - 0,33) \cdot (1 - 0,02) \cdot 8,5 = 12,66 \text{ руб}$$

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

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции. Расчет следует произвести по формуле

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_o} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_i \cdot k_{\text{пр}}, \quad (3.4)$$

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

$K_o$  – 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.

$$C_{озп} = \left( \frac{0,84 \cdot 65}{60} + \frac{(0,507 + 2,23 + 0,88 + 1,83 + 1,66 + 1,66 + 1,65) \cdot 135}{60} \right) \cdot 1,4 = \\ = 34,1 \text{ руб,}$$

Разряды работ: операция №0 – 3 разряд, операции №1-№8 – 6 разряд, разряд на термическую операцию в расчете не используется.

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

В данной статье учитываются 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:

$$C_{дзп} = C_{озп} \cdot k_d, \quad (3.5)$$

где  $C_{озп}$  – основная зарплата, руб.;

$k_d$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 34,1 \cdot 0,1 = 3,41 \text{ руб,}$$

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

В расчет включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование, на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле:

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot \frac{C_{\text{с.н.}} + C_{\text{стр}}}{100}, \quad (3.6)$$

где  $C_{\text{озп}}$  – основная зарплата производственных рабочих, руб.;

$C_{\text{дзп}}$  – дополнительная зарплата производственных рабочих, руб.;

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

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

$$C_{\text{н}} = (34,1 + 3,41) \cdot \frac{30 + 0,7}{100} = 11,51 \text{ руб}$$

### 3.8. Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

- a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение  $C_{\text{а}}$ ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутривозвратное перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

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

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_i + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_j, \quad (3.7)$$

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;

$H_i$  и  $H_j$  – соответствующие нормы амортизации.

$$\Phi_{\text{SHARK 281 MA}} = 318\,000 \text{ руб.};$$

$$\Phi_{1K62} = 120\,000 \text{ руб.};$$

$$\Phi_{\text{DMTG CL15}} = 3\,400\,000 \text{ руб.};$$

$$\Phi_{\text{DMTG VDL500}} = 4\,500\,000 \text{ руб.};$$

$$\Phi_{\text{RSM 500A}} = 2\,100\,000 \text{ руб.};$$

$$\Phi_{\text{Компрессор}} = 300\,000 \text{ руб.}$$

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{пи}}}, \quad (3.7)$$

где:  $T_{\text{пи}}$  – срок полезного использования (лет)

$$H_{\text{SHARK 281 MA}} = H_{1K62} = H_{\text{DMTG CL15}} = H_{\text{DMTG VDL500}} = H_{\text{RSM 500A}} = H_{\text{Компрессор}} = \frac{1}{10}$$

$$A_{\text{год}} = (318\,000 + 120\,000 + 3\,400\,000 + 4\,500\,000 + 2\,100\,000 + 300\,000) \cdot 0,1 = \\ = 1\,073\,800 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины:

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \sum_{i=1}^P t_i^{\text{штк}}}{\sum_{i=1}^P F_i}, \quad (3.8)$$

где  $N_{\text{в}}$  – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

$P$  – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{\text{шт.к}}$  – 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  $F_i = 4015$  часов.

$$l_{\text{кр}} = \frac{5000 \cdot \frac{0,843 + 0,511 + 2,24 + 0,89 + 1,84 + 1,67 + 1,67 + 1,66}{60}}{4015 \cdot 7} = 0,05,$$

Так как, получившиеся  $l_{\text{кр}} < 0,6$ , то

$$C_a = \left( \frac{A_{\text{год}}}{N_{\text{в}}} \right) \cdot \left( \frac{l_{\text{кр}}}{h_{\text{з.н.}}} \right) = \left( \frac{1\,073\,800}{5000} \right) \cdot \left( \frac{0,05}{0,85} \right) = 12,64 \text{ руб.}$$

где  $h_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

**Элемент «б»** (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 зарплаты и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = \\ = (34,1 + 3,41 + 37,82) \cdot 0,4 = 30,13 \text{ руб,}$$

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

$$C_{\text{мэкс}} = C_{\text{а}} \cdot 0,2 = 12,64 \cdot 0,2 = 2,53 \text{ руб,}$$

- затраты на все виды энергии и воду, потребляемые в процессе работы оборудования. В ВКР учитываются только затраты на электроэнергию по формуле

$$C_{\text{эл.п}} = C_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot t_i^{\text{маш}}, \quad (3.8)$$

где  $C_{\text{э}}$  – 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;

$$\sum W_i t_i^{\text{маш}} = 0,5 \cdot 0,84 + (1,46 + 0,97) \cdot 0,507 + (1,5 + 0,042 + 0,24 + 0,934 \cdot 5 + 1,03 \cdot 4 + \\ + 0,934 \cdot 6 + 0,934 + 0,934 + 0,186 + 0,097 + 0,112 + 0,161 + 0,117 + 0,357 + 0,22 + \\ + 0,086 + 0,317 + 0,29 + 0,223 + 0,05 \cdot 6 + 0,083 \cdot 6 + 0,04 \cdot 6 + 0,051) \cdot 2,23 + \\ + (0,304 + 0,163 + 1,53 + 0,042 + 0,24 + 0,057 + 0,289 + 0,103 + 0,28 + 0,043) \cdot 0,88 + \\ + (0,55 \cdot 8 + 0,145 \cdot 8 + 0,058 \cdot 8) \cdot 1,83 + 0,5 \cdot 1,66 + 0,442 \cdot 1,66 + 1,07 \cdot 1,65 = 0,42 + \\ + 1,232 + 47,5 + 2,68 + 11,03 + 0,83 + 0,73 + 1,76 = 1,1 \text{ кВт} \cdot \text{час, тогда}$$

$$C_{\text{эл.п}} = 5,8 \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 0,6 = 4,02 \text{ руб,}$$

**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% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot 1,0 = 34,1 \cdot 1,0 = 34,1 \text{ руб.}$$

**Элемент «d»** (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей, смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты допускается не учитывать, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

**Элемент «е»** (погашение стоимости инструментов), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года.

Расчет производится по формуле:

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}} \cdot n_i}, \quad (3.9)$$

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

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

$m_i$  – количество одновременно используемых инструментов, ( $m_i=1$ );

$T_{\text{ст.и.и}}$  – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин.

$n_i$  – возможное количество переточек (правок) инструмента

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

Наименование инструмента, приспособления	Время раб., мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{C_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}} \cdot n_i}$
Биметаллическая ленточная пила Pilous-TMJ, 27x0,9 мм, 2950 мм	0,48	300	450	0,36
Резец токарный, проходной с СМП «CNUM-120408», T15K6	1,42	20	150	2,66
Резец токарный, проходной упорный с СМП «ССМТ-060202 F3», T15K6	1,19	20	150	2,23
Сверло центровочное комбинированное, d=2 мм, P6M5	0,1	15	75	0,5
Сверло спиральное d=2,5 мм, P6M5	0,28	15	32	0,6
Сверло спиральное d=3,3 мм, P6M5	0,52	15	47	1,63

Зенковка коническая, P6M5	0,06	15	115	0,46
Метчик машинный М3, P6M5	0,32	20	87	1,39
Метчик машинный М4, P6M5	0,63	20	95	3
Концевая фреза d=12 мм, z=5; P6M5	0,23	60	300	1,15
Резец токарный канавочный №1, T15K6;	0,01	20	150	0,08
Резец токарный канавочный №2, T15K6;	0,01	20	150	0,08
Резец токарный расточной с СМП «ДСМТ11Т304», T15K6,	0,02	20	150	0,15
Круг шлифовальный прямого профиля, 1-400×16×203-25А-F46-L-6-V-35-В-3;	0,075	35	1300	2,78
Шлифовальная головка	0,03	35	500	0,43
Тисы сверлильные	-	-	3500	0,7
Оправка	-	-	500	0,1

$$C_{\text{июн}} = (1 + 0,06) \cdot (0,36 + 2,66 + 2,23 + 0,5 + 0,6 + 1,63 + 0,46 + 1,39 + 3 + 1,15 + 0,08 + 0,08 + 0,15 + 2,78 + 0,43 + 0,7 + 0,1) = 18,3 \text{ руб,}$$

**Элемент «f»** (прочие расходы) включает такие затраты, которые не вошли в состав вышерассмотренных элементов. При выполнении ВКР они **не** рассчитываются.

### 3.9. Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехового назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие расходы цеха, связанные с управлением и обслуживанием производства. Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента  $k_{\text{оп}}$ , рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = 34,1 \cdot 0,8 = 27,28 \text{ руб,}$$

### 3.10. Расчет затрат по статье «Технологические потери»

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

### **3.11. 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.

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 34,1 \cdot 0,5 = 17,05 \text{ руб,}$$

### **3.12. Расчет затрат по статье «Потери брака»**

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

### **3.13. Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»**

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

### **3.14. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»**

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: на хранение и упаковку на складах готовой продукции; на доставку продукции на станции и в порты отправления; на рекламу и сбытовую сеть; на комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости, т.е. от суммы затрат по всем предыдущим статьям.

$$C_{\text{рлз}} = \sum C_i \cdot 0,01 = (72,01 - 12,66 + 34,1 + 3,41 + 11,51 + 12,64 + \\ + 30,13 + 2,53 + 4,02 + 34,1 + 18,3 + 27,28 + 17,05) \cdot 0,01 = 254,4 \cdot 0,01 \\ = 2,54 \text{ руб}$$

### 3.15. Расчет прибыли

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$П = \sum C_{\text{полн}} \cdot 0,15 = (254,4 + 2,54) \cdot 0,15 = 38,54 \text{ руб,}$$

### 3.16. Расчет НДС

$$\text{НДС} = (C_{\text{полн}} + П) \cdot 0,18 = (256,94 + 38,54) \cdot 0,18 = 53,18 \text{ руб,}$$

### 3.17. Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{Цена} = C_{\text{полн}} + П + \text{НДС} = 256,94 + 38,54 + 53,18 = 348,66 \text{ руб.}$$

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Л31	Старикову Максиму Александровичу

<b>Институт</b>	<b>Кибернетики</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТМСПР</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение 15.03.01

**Тема дипломной работы:**

**Разработка технологического процесса изготовления детали типа «Выходной вал»**

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

1. Целью данной работы является создание модели технологического бюро и находящееся в нем оборудование (ПК)
2. 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 веществами, 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:**

1. 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 (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:
  - а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация

<p>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;</p> <p>– 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;</p> <p>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).</p>
<p>3. Охрана окружающей среды: организация безотходного производства (приводится перечень отходов при эксплуатации оборудования, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>– а)Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия</p> <p>– разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС;</p> <p>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</p> <p>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <p>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p> <p>1) Пути эвакуации</p> <p>2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Федорчук Ю. М.	доктор т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Стариков Максим Александрович		

## **4. Часть социальной ответственности**

### **4.1. 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 нем оборудование. 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. Также, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

### **4.2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы:

- а) не комфортные метеоусловия;
- б) вредные вещества;
- в) производственный шум;
- г) недостаточная освещенность;
- д) электромагнитное излучение;

#### **4.2.1. 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.

#### 4.2.2. 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. Наиболее опасным веществом является 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.

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 одного раза 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.

### 4.2.3. Производственный шум

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 должен превышать громкости 80 дБА.

Таблица 2. Допустимые уровни шумов

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднестатистическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструирование и проектирование: конструкторское бюро	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Выполнение всех видов работ на местах в производственных помещениях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80



Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха.

Для снижения шума можно использовать следующие методы СКЗ:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений (базальтовая вата, фибролит);
5. уменьшение шума на пути его распространения.

В качестве СИЗ (средств индивидуальной защиты) применяются (наушники, шлемы, заглушки), обеспечивающие ослабление шума до уровней, не превышающих допустимой нормы.

#### **4.2.4. 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  $A = 8$  м, ширина  $B = 5$  м, высота  $H = 3,5$  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:

$$S = 8\text{м} \cdot 5\text{м} = 42\text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор  $\rho_c=50\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_n=70\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_3=1,3$ .

Выбираем лампу дневного света ЛХБ-18 Вт, световой поток которой равен  $\Phi_{л} = 1065$  Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ЛВО-4x18.

Этот светильник имеет четыре лампы мощностью 18 Вт каждая, длина светильника равна 600 мм, ширина – 600 мм, высота 30 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)  $h_c = 0,03$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c, \quad (4.1)$$

$$h = 3,5 - 1 - 0,03 = 2,47 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (4.2)$$

$$L = 1,2 \cdot 2,47 = 2,96 \approx 3 \text{ м}$$

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

$$l = \frac{L}{3}, \quad (4.3)$$

$$l = \frac{3}{3} = 1 \text{ м}$$

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (4.4)$$

$$i = \frac{8 \cdot 5}{2,47 \cdot (8 + 5)} = 1,24$$

Найдем количество ламп, которое требуется для освещения помещения:

$$N = \frac{E_{min} \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_{л} \cdot \eta}, \quad (4.5)$$

$$N = \frac{300 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{1065 \cdot 0,58} = 27,78 \approx 32.$$

где:

$E_{min} = 300$  лк – минимальная нормированная освещенность;

$\eta = 0,58$  – коэффициент использования светового потока при  $\rho_c = 50\%$ ,  $\rho_n = 70\%$ , и

$i = 1,24$  ( $\eta$  показывает какая часть светового потока лампы попадает на рабочую поверхность)

$Z=1,1$  - коэффициент неравномерности освещения (при расчете освещения с люминесцентными лампами);

$\Phi_{л} = 1065$  лм – световой поток одной лампы.

Следовательно, количество светильников  $n=32/4=8$ .

Выполним пересчет светового потока с учетом рассчитанного количества ламп:

$$\Phi_{п} = \frac{E_{min} \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{32 \cdot 0,58} = 924,57 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{л} - \Phi_{п}}{\Phi_{л}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{л} - \Phi_{п}}{\Phi_{л}} \cdot 100\% = \frac{1065 - 924,57}{1065} \cdot 100\% = 13,2\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq 13,2\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Исходя из рассчитанных значений, выполним планировку размещения светильников в конструкторско-технологическом бюро (рисунок 1).

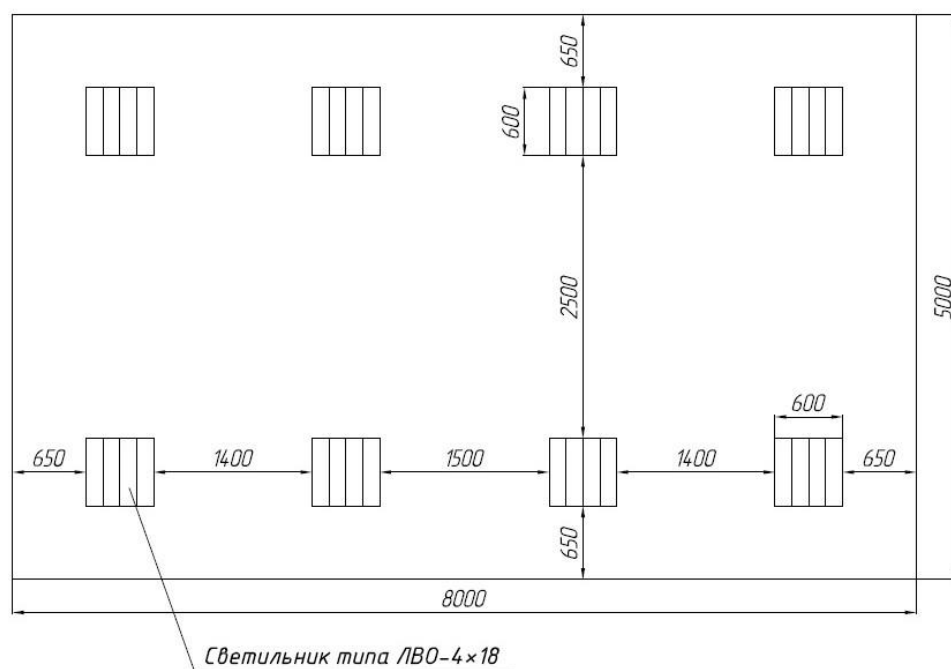


Рис. 1 – План размещения светильников в помещении.

#### 4.2.5. 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 (листовая сталь, сетка металлическая, заземленная);
- защита рабочего места от излучения;

СИЗ:

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

### **4.3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды**

#### **4.3.1. 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 статического 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. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электротехническими 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 электротехнические средства в электроустановках.

Дополнительными электротехническими 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.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;

- изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную);
- изоляцию рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление  
(безопасные номиналы:  $U=12-36$  В,  $I=0,1$  А,  $R=4$  Ом);
- зануление;
- выравнивание потенциала;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсацию токов замыкания на землю;
- разделительный трансформатор.

При использовании разделительного трансформатора необходимо руководствоваться следующим:

- от разделительного трансформатора разрешается питание только одного электроприемника;
- заземление вторичной обмотки разделительного трансформатора не допускается;
- корпус трансформатора в зависимости от режима нейтрали питающей электрической сети должен быть заземлен или занулен. В этом случае заземление корпуса электроприемника, присоединенного к разделительному трансформатору, не требуется.

### 4.3.2. 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 А<sub>н</sub>, Б<sub>н</sub>, В<sub>н</sub>, Г<sub>н</sub> и Д<sub>н</sub>.

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).

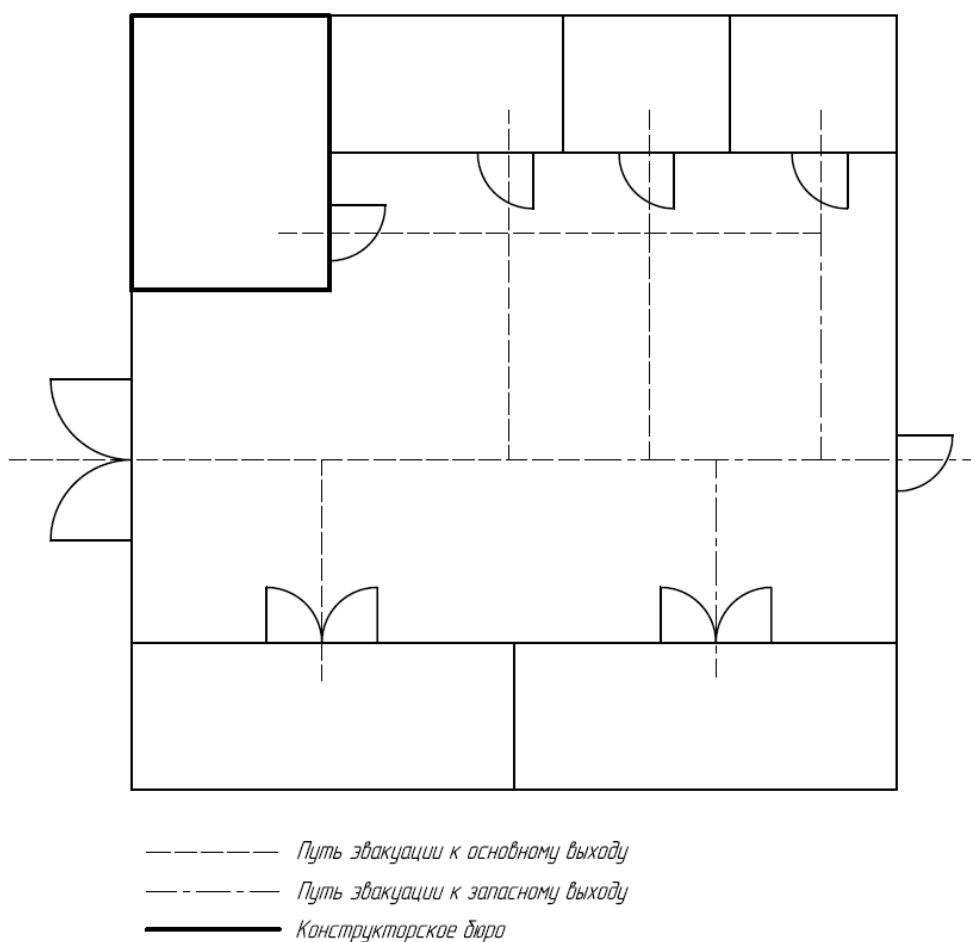


Рис 2. Пути эвакуации.

#### **4.4. 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.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Основными отходами производства являются стружка и отработанная СОЖ.

Стальная стружка утилизируется в контейнер, далее поступает в брикетировочный пресс и прессуется в компактный брикет (уменьшается объем стружки в 10-15 раз). Подготовленные брикеты отправляют на завод по переработке.

Отработанная смазочно-охлаждающая жидкость циркулирует через систему отчистки (фильтрация, магнитная сепарация) предусмотренной в станках.

#### **4.5. 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;
- аварии на тепло- и электросетях;
- промерзание водоканала;
- пожар;
- транспортные аварии;
- 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 населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели или подогревающий контур. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Для предотвращения причинения пожара на предприятии будет установлена пожарная охрана, включающая в себя датчики задымленности, кнопки экстренного вызова. Так как есть вероятность возгорания масла или керосина в цехе или электрооборудования в конструкторском бюро, то с целью предотвращения повреждения оборудования при тушении будут использованы углекислотные огнетушители.

В зимнее время года помещение отапливается через центральное отопление города, но в случае аварии должен быть предусмотрен электрический или газовый котел (если в здании проведена газовая магистраль)

На случай аварии на электросети на территории предприятия должен быть дизельный электрогенератор и дизельное топливо к нему в достаточном количестве.

Так как в цехе имеется электропогрузчик, перевозящий заготовки со склада, то возможны транспортные аварии с участием работников. На этот случай должны быть предусмотрены аптечки для оперативного оказания первой помощи.

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.

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

1. ГОСТ 12.4.154-85 "ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты"
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, 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.
11. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

## Список использованных источников

- 1.) Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944 с.
- 2.) Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
- 3.) Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – Томск: издательство Томского политехнического университета, 2006. – 99с.
- 4.) Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1974, 421с. (ЦБПНТ при НИИТруда).
- 5.) Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением, часть 1 . Романова С.Ю. – М.: Экономика, 1990. – 210 с.
- 6.) Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 912 с.
- 7.) Горбацевич А.Ф, Шкред В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015. – 256 с.
- 8.) Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2002. – 357с.
- 9.) Гигиенические требования к ВДТ, ПЭВМ и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2.542 – 96. – М., 1996
- 10.) Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Ю.В. Бородин, В.Н. Извеков, А.М. Плахов – Томск: Изд-во Томского политехнического универ-та, 2014. – 11 с. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.
- 11.) Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991.
- 12.) Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.

13.) Ревкин А.И. Инженерные вопросы радиогигиены при проектировании и эксплуатации источников излучения. – М.: МЭИ, 1987. – 58с.

14.) Федосова В.Д. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных задач по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. – Томск, ТПУ, 1991. – 25с.