

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления держатель ролика

УДК 621.822.8.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158л51	Сунь Тянько		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	к. т. н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Скаковская Н.В.	к. ф. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15. 03. 01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к. т. н.		

Томск – 2019 г.

## Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P2	Применить глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новом оборудовании и инструментами для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
<b>Универсальные компетенции</b>	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15,03,01

\_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
158л51	Сунь Тянько

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления держатель ролика	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.02.2019 г. № 1540/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2019
------------------------------------------	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д. ); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д. ).</p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p>(с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.</p>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический и конструкторский	Арляпов А.Ю.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н. В.
Социальная ответственность	Скачкова Л. А.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	27.02.2019
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Арляпов А.Ю.	к. т. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
158л51	Сунь Тянько		

Томск – 2019 г.

## Оглавление

Аннотация .....	8
РАЗДЕЛ 1 .Технологическая часть .....	10
1.1 Исходные данные .....	10
1.2 Определение типа производства.....	10
1.3 Анализ технологи-чности конструкции детали .....	13
1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.....	14
1.5 Проектирование технологического процесса изготовления детали .....	15
1.6 Размерный анализ технологического процесса .....	18
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров .....	20
1.8 Выбор оборудования и технологической процесса .....	35
1.9 Расчет режимов резании.....	38
1.10 Расчет основного времени.....	55
1.11 Определение штучно-калькуляционного времени.....	59
РАЗДЕЛ 2. Конструкторская часть.....	63
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления .....	63
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления .....	65
РАЗДЕЛ 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	69
3.1 Анализ конкурентных технических решений.....	71

проекта.....	73
3.3 Планирование проекта.....	75
3.4 Бюджета затрат на реализацию проекта.....	80
3.4.1 Расчет материальных затрат проекта.....	81
3.4.2 Заработная плата исполнителей проекта.....	81
3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	83
3.4.4 Накладные расходы.....	83
3.5 Формирование затрат на реализацию проекта.....	84
3.6 Ресурсоэффективность.....	84
РАЗДЕЛ4. Социальная ответственность.....	86
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	87
4.2 Производственная безопасность.....	88
4.2.1 Метеоусловия.....	89
4.2.2 Вредные вещества.....	90
4.2.3 Производственный шум.....	91
4.2.4 Освещенность.....	92
4.2.5 Электробезопасность.....	94
4.3 Экологическая безопасность.....	95
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	97
Список.....	100

### Аннотация

Целью данной работы является разработка технологии изготовления детали----держатель ролика.

Работа содержит 4 части: технологическую, конструкторскую, экономическую и часть, отвечающую, для социальную ответственность.

В технологии части выполнены определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, выбор исходной заготовки и методов ее изготовления, проектирование технологического процесса изготовления детали, размерный анализ технологического процесса, расчет допусков, припусков и технологических размеров, выбор оборудования и технологической процесса, расчет режимов резания, расчет основного времени, определение штучно-калькуляционного времени.

В конструкторской части разработка конструкции приспособления для сверлильной операции.

В работе освещены вопросы экономики и безопасности жизнедеятельности.



## ANNOTATION

The purpose of this work is to develop a technology for manufacturing parts ---- roller holder.

The work contains 4 parts: technological, design, economic and part, responsible for social responsibility.

The technology of the part includes the determination of the type of production, the analysis of the technological design of the part, the choice of the initial billet and methods of its manufacture, the design of the technological process of manufacturing the part, dimensional analysis of the technological process, calculation of tolerances, allowances and technological dimensions, selection of equipment and technological process basic time, the definition of piece-time calculation.

In the design part of the design of the device for the drilling operation.

The work highlights the issues of economics and safety of life for the company.



Где  $t_B$  – такт выпуска детали, мин.;

$T_{cp}$  – среднее штучно – калькуляционное время  
на выполнение операций технологического процесса, мин.

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

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} \quad (2)$$

Где  $F_r$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_r$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонды времени работы оборудования определяем по табл. 2.1.  
[1, стр. 22] при двухсменном режиме работы:  $F_r = 4060$  ч.

Тогда:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4060 \cdot 60}{12000} = 20,3 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время  
на выполнение операций технологического процесса:

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

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

$n$  – количество основных операций.

1. первая операция:

переход 1: фрезеровать поверхность.

переход 2: фрезеровать поверхность.

Для первой операции (вертикально-фрезерный станок)  $фк=1,84$ .

2. Вторая операция

переход 1: шлифовать поверхность.

переход 2: шлифовать поверхность.

Для второй операции (плоскошлифовальный станок)  $фк=2,10$ .

3. Третья операция

переход 1: фрезеровать торец.

переход 2: фрезеровать канавку.

переход 3: фрезеровать отверстия.

Для третьей операции(вертикально-фрезерный станок)  $\varphi_k=1,84$ .

Четвёртая операция

переход 1: сверлить отверстия.

Для четвертой операции(вертикально-сверлильный станок)  $\varphi_k=1,72$

1). Основное технологическое время первой операции определяем

$$\begin{aligned}T_{шт,1} &= 0,004l_1 + 0,004l_2 + 0,004l_3 + 0,004l_4 + 0,004l_5 + 0,004l_6 \\&= 0,004 * 29,5 + 0,004 * 29,5 + 0,004 * 57 + 0,004 * 57 + 0,004 \\&* 57 + 0,004 * 57 = 1,48\end{aligned}$$

$$T_{ш-к1} = \varphi_{к1} T_{01} = 1,48 * 1,84 = 2,1 \text{ мин}$$

2). Основное технологическое время второй операции определяем

$$T_{шт,2} = 0,0025 * l_1 + 0,0025 * l_2 = 0,0025 * 75 + 0,0025 * 75 = 0,375$$

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к2} T_{02} = 0,375 * 2,10 = 0,8 \text{ мин}$$

3). Основное технологическое время третьей операции определяем

$$\begin{aligned}T_{шт,3} &= 0,007 * l_1 + 0,007 * l_2 + 0,007 * 2 * (l_3 + l_4) \\&= 0,007 * 75 + 0,007 * 8 + 0,007 * 2 * [(1 + 3,14 * 9) \\&+ (1 + 3,14 * 10 + 1 + 3,14 * 12 + 1 + 3,14 * 14 + 1 + 3,14 * 15)] \\&= 3,29\end{aligned}$$

$$T_{ш-к3} = \varphi_{к3} T_{03} = 3,29 * 1,84 = 6,1 \text{ мин}$$

4). Основное технологическое время четвертой операции определяем

$$T_{шт,4} = 2 * 0,00052 * d_1 l_1 = 2 * 0,00052 * 7 * 6 = 0,044$$

$$T_{ш-к4} = \varphi_{к4} T_{04} = 0,044 * 1,72 = 0,08 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (3):

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{штi}}{n} = \frac{2,1 + 0,8 + 6,1 + 0,08}{4} = 2,27 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле:

$$K_{з,0} = \frac{t_B}{T_{ср}} = \frac{20,3}{2,27} = 8,9$$

Так как  $2 < K_{3,0} = 8,9 < 10$ , то тип производства: купносерийный.

### 1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Держатель ролика изготовлен из стали 45. Деталь в основном обрабатывается на фрезерном станке.

Конструкция детали содержит минимальное число поверхностей простой геометрической формы (цилиндрические и плоские поверхности), обусловленных её функциональным назначением. Число технических требований, предъявляемых к детали, также минимально. Включает соосность двух отверстий ( $\varnothing 7$ ), параллельность поверхностей и перпендикулярность поверхностей. Шероховатость поверхностей имеет параметр  $Ra_{3,2}$ . Но поверхности самых отверстий должны иметь параметр  $Ra_{1,25}$  и поверхность канавки должна иметь параметр  $Ra_{2,5}$ , что требуют дополнительной чистовой обработки. Размеры на основные поверхности детали проставлены так, что при обработке и контроле не требуется дополнительных вычислений. Возможно использование универсальных средств измерений.

Средний квалитет точности размеров поверхностей деталь:

$$(IT)_{cp} = \frac{7 * 2 + 9 * 1 + 10 * 1 + 11 * 1 + 14 * 14}{2 + 1 + 1 + 1 + 14} \approx 13$$

Коэффициент точности изготовления детали:

$$K_{тид} = 1 - \frac{1}{13} \approx 0,923$$

Коэффициент шероховатости:

$$(Rz)_{cp} = \frac{1,25 * 2 + 2,5 * 2 + 3,2 * 13}{2 + 2 + 13} \approx 2,89$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{2,89} \approx 0,65$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_3} = \frac{0,64}{2,51} \approx 0,3$$

#### 1.4.Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 45), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства(среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат стальной, горячекатаный по ГОСТ 1050-88

##### Химический состав в % стали 45

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0,17-0,37
Марганец (Mn)	0,50-0,80
Медь (Cu), не более	0,25
Мышьяк (As), не более	0,08
Никель (Ni), не более	0,25
Сера (S), не более	0,04
Углерод (C)	0,42-0,50
Фосфор (P), не более	0,035
Хром (Cr), не более	0,25

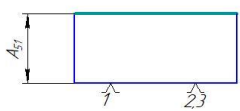
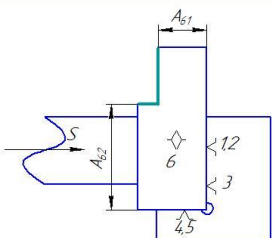
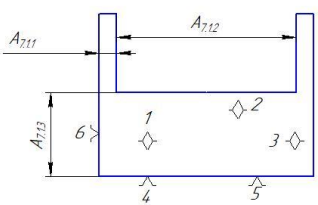
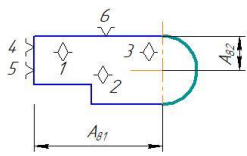
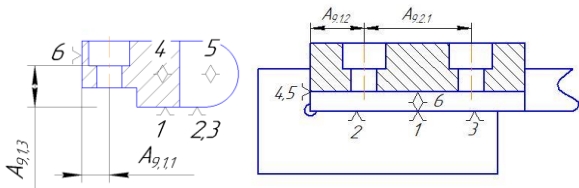
##### Механические свойства стали 45

НВ(МПа)	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_b$ (МПа)	$\sigma$ (%)	K(Дж)
170	310	590	22	55

1.5 Таблицы 1 -машрута изготовления детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз																																											
операции	переходы																																													
05	1	Плазменная резка выдерживая размеры $A_{01}$ $A_{02}$																																												
10	1	Термическая нормализация HB 260...290																																												
15	1	Фрезеровать поверхность выдерживая размер $A_{21}$ , $A_{22}$ $A_{23}$																																												
	2	Фрезеровать поверхность выдерживая размер $A_{31}$ , $A_{32}$ $A_{33}$																																												
15	1	Шлифовать поверхность выдерживая размеры $A_{41}$																																												
		<table><tr><td>Имя</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td><td>Лит.</td><td>Масса</td><td>Масштаб</td></tr><tr><td>Разраб.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1:1</td></tr><tr><td>Проб.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Лист</td><td>1</td><td>Листов</td><td>5</td></tr><tr><td>Главпр.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Удп.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <div>Копирован</div> <div>Формат А2</div>		Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб	Разраб.							1:1	Проб.					Лист	1	Листов	5	Главпр.									Удп.								
Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб																																							
Разраб.							1:1																																							
Проб.					Лист	1	Листов	5																																						
Главпр.																																														
Удп.																																														

### Продолжение таблицы 1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
	2	Шлифовать поверхность выдерживая размеры $A_{51}$	
20	1	Фрезеровать, выдерживая размеры $A_{61}$ и $A_{62}$	
	2	Фрезеровать, выдерживая размеры $A_{711}$ $A_{712}$ $A_{713}$	
25	1	Электроэрозионное вырезание с ЧПУ Выдерживая размеры $A_{81}$ $A_{82}$	
30	1	Фрезеровать с ЧПУ  Сверлить отверстия выдерживая размеры $A_{911}$ $A_{92}$ $A_{912}$ $A_{921}$	



### Продолжение таблицы 1

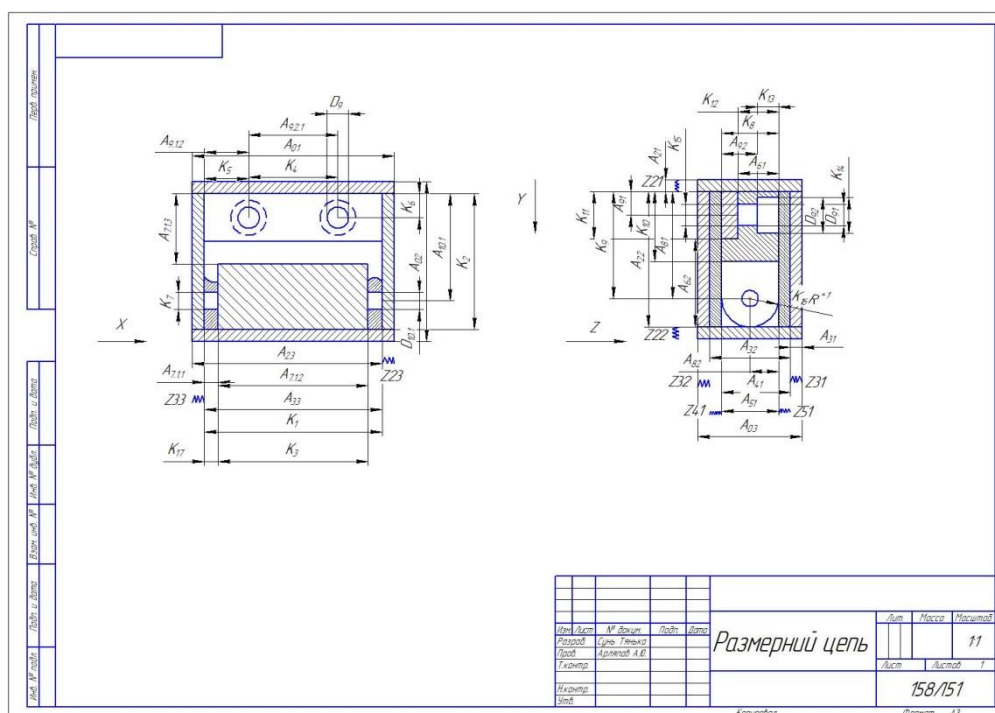
[illegible]

## 1.6 Размерный анализ технологического процесса

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия [2, стр. 13].

На основании маршрута изготовления «Держатель ролика», составляется расчётная схема (представлена на рисунок 3), которая содержит все технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.

Для облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Граф для продольной размерной схемы изготовления «Держатель ролика» представлена на рисунок 3



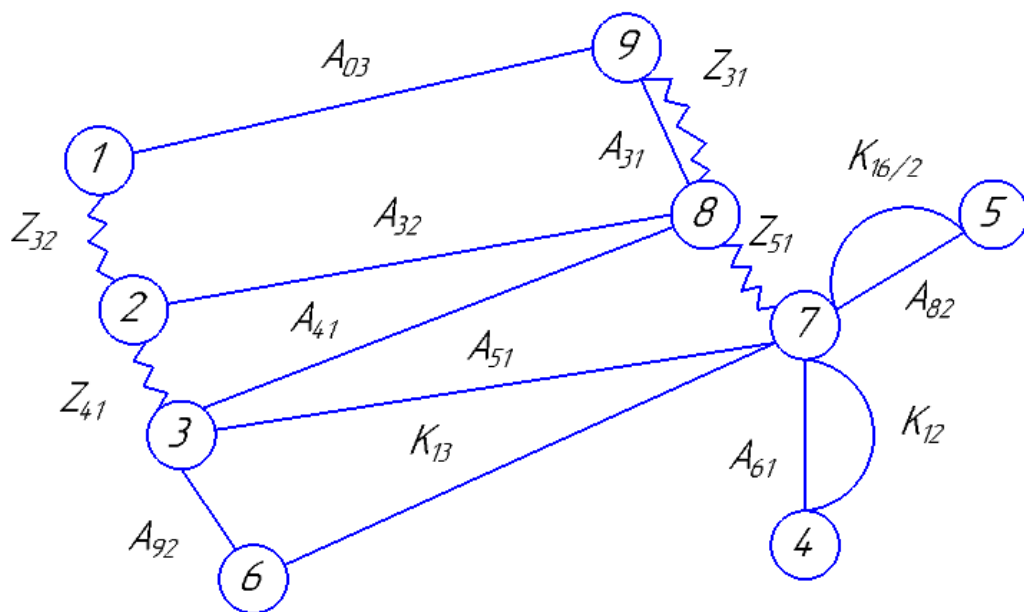


рисунок 4 - Граф технологических размерных цепей на правление Z

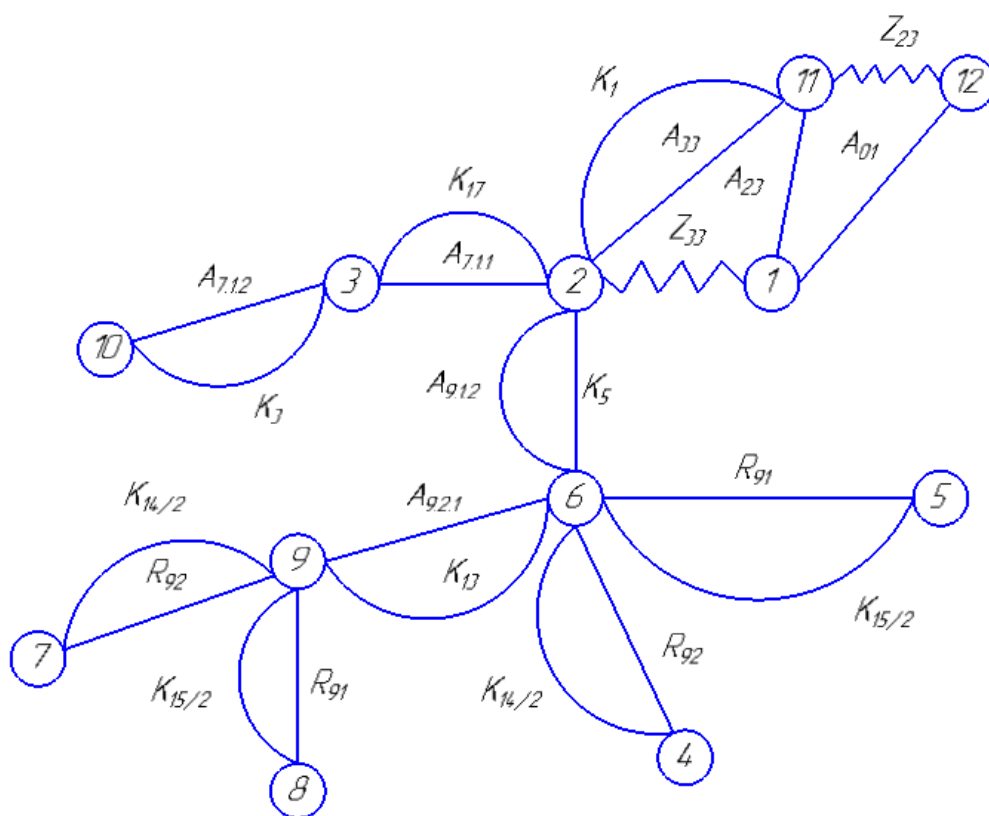


рисунок 5 - Граф технологических размерных цепей на правление X

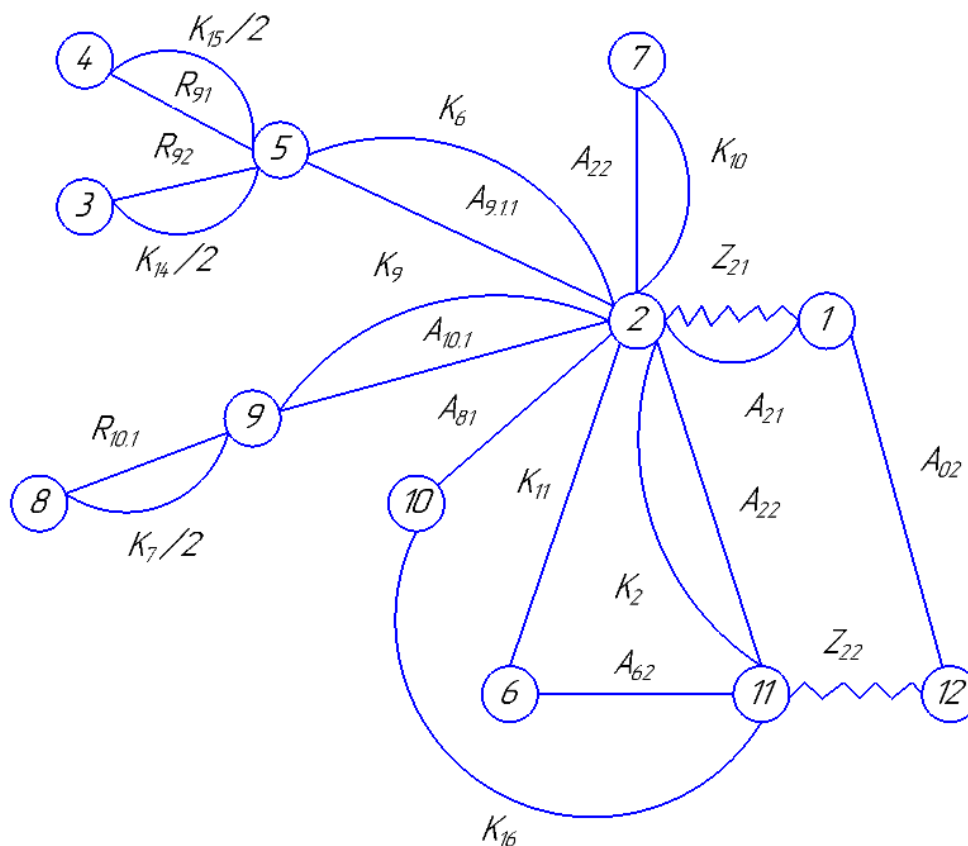


рисунок 6 - Граф технологических размерных цепей на правление Y

### 1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Допуски на конструкторские размеры:

Размер  $K_1 = 75_{-0,74}$  . Допуск  $TK_1 = 0,74\text{мм}$ ;

Размер  $K_2 = 57_{-0,74}$ . Допуск  $TK_2 = 0,74\text{ мм}$ ;

Размер  $K_3 = 63^{+0,1}$ . Допуск  $TK_3 = 0,1\text{ мм}$ ;

Размер  $K_4 = 37,5 \pm 0,05$  Допуск  $TK_4 = 0,1\text{мм}$ ;

Размер  $K_5 = 18,75 \pm 0,26$ . Допуск  $TK_5 = 0,52\text{ мм}$ ;

Размер  $K_6 = 10 \pm 0,18$ . Допуск  $TK_6 = 0,36\text{ мм}$ ;

Размер  $K_7 = 7^{+0,005}_{-0,010}$ . Допуск  $TK_7 = 0,15\text{ мм}$ ;

Размер  $K_8 = 24_{-0,52}$  . Допуск  $TK_8 = 0,52\text{ мм}$ ;

Размер  $K_9 = 45 \pm 0,31$ . Допуск  $TK_9 = 0,62\text{ мм}$ ;

Размер  $K_{10} = 29,5_{-0,52}$ . Допуск  $TK_{10} = 0,52\text{ мм}$ ;

Размер  $K_{11} = 20^{+0,52}$ . Допуск  $TK_{11} = 0,52$  мм;

Размер  $K_{12} = 17_{-0,43}$ . Допуск  $TK_{12} = 0,43$  мм;

Размер  $K_{13} = 9 \pm 0,18$  Допуск  $TK_{13} = 0,36$  мм;

Размер  $K_{14} = 15^{+0,43}$  Допуск  $TK_{14} = 0,43$  мм;

Размер  $K_{15} = 9^{+0,36}$  Допуск  $TK_{15} = 0,36$  мм;

Размер  $K_{16} = 12 \pm 0,18$  Допуск  $TK_{16} = 0,36$  мм;

Размер  $K_{17} = 6_{-0,05}$  Допуск  $TK_{17} = 0,05$  мм.

### **Определение допусков на осевые технологические размеры**

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными  
из

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{и}, \quad (4)$$

где  $\omega_{ci}$  - статическая погрешность, мм;

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

Допуски на заготовочные размеры после резки на ленточных назначаем  
:

$$TA_{0,1} = \omega_c = 2;$$

$$TA_{02} = \omega_c = 2;$$

$$TA_{03} = \omega_c = 1,1;$$

$$TA_{21} = \omega_c + \rho_{21} = 0,2 + 1 = 1,2;$$

$$TA_{22} = \omega_c + \rho_{21} = 0,2 + 0,1 = 0,3;$$

$$TA_{23} = \omega_c + \rho_{21} = 0,2 + 1 = 1,2;$$

$$TA_{31} = \omega_c = 1,2;$$

$$TA_{32} = \omega_c = 0,4;$$

$$TA_{33} = \omega_c = 0,2;$$

$$TA_{41} = \omega_c = 0,1;$$

$$TA_{51} = \omega_c = 0,05;$$

$$TA_{61} = \omega_c = 0,1;$$

$$TA_{62} = \omega_c = 0,1;$$

$$TA_{7.1.1} = \omega_c = 0,1;$$

$$TA_{7.1.2} = \omega_c = 0,1;$$

$$TA_{7.1.3} = \omega_c = 0,2;$$

$$TA_{81} = \omega_c = 0,1;$$

$$TA_{82} = \omega_c = 0,1;$$

$$TA_{9.1.1} = \omega_c = 0,2;$$

$$TA_{9.2.1} = \omega_c = 0,1;$$

$$TA_{9.1.2} = \omega_c = 0,1;$$

$$TA_{92} = \omega_c = 0,3;$$

$$TA_{10.1} = \omega_c = 0,2.$$

### **Проверка обеспечения точности конструкторских размеров**

Для расчета строится размерная схема технологического процесса в продольном направлении и граф технологических размерных цепей, облегчающий их выявление.

Перед началом расчета технологических размеров необходимо проанализировать технологические размерные цепи, замыкающимися звеньями которых являются непосредственно невыдерживаемые конструкторские размеры, и проверить возможность их обеспечения с требуемой точностью.

#### **Проверка обеспечения точности конструкторских размеров**

При расчете методом максимума – минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [4, стр. 60] :

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (6)$$

$$а. TK_{11} = 0,52 \geq TA_{22} + TA_{62} = 0,3 + 0,1 = 0,4$$

$$б. TK_{13} = 0,36 \geq TA_{92} + TA_{51} = 0,3 + 0,05 = 0,35$$

$$в. TK_{16} = 0,36 \leq TA_{81} + TA_{22} = 0,1 + 0,3 = 0,6$$

Поэтому выполнили расчет вероятностным методом

$$TK \geq \sqrt{\sum_{i=1}^{n+p} TA_i^2}$$

$$TK_{16} = 0.36 \geq \sqrt{TA_{81}^2 + TA_{22}^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,3^2} = 0,32.$$

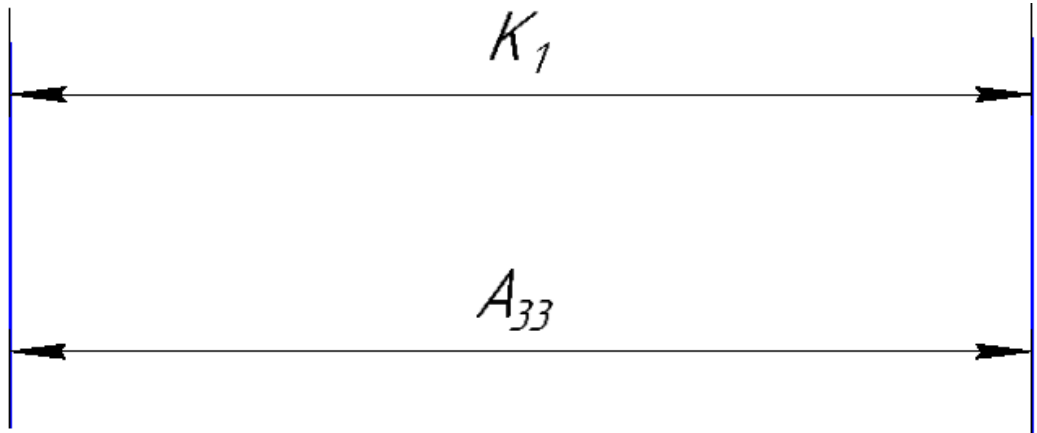


рисунок 7 - размеры цепи

$$A_{33}^{cp} = K_1^{cp}$$

$$TA_{33} = 1,2\text{мм}$$

$$A_{33}^{cp} = K_1^{cp} = 74,63\text{мм} \quad A_{33} = 75,3_{-1,2}\text{мм}$$

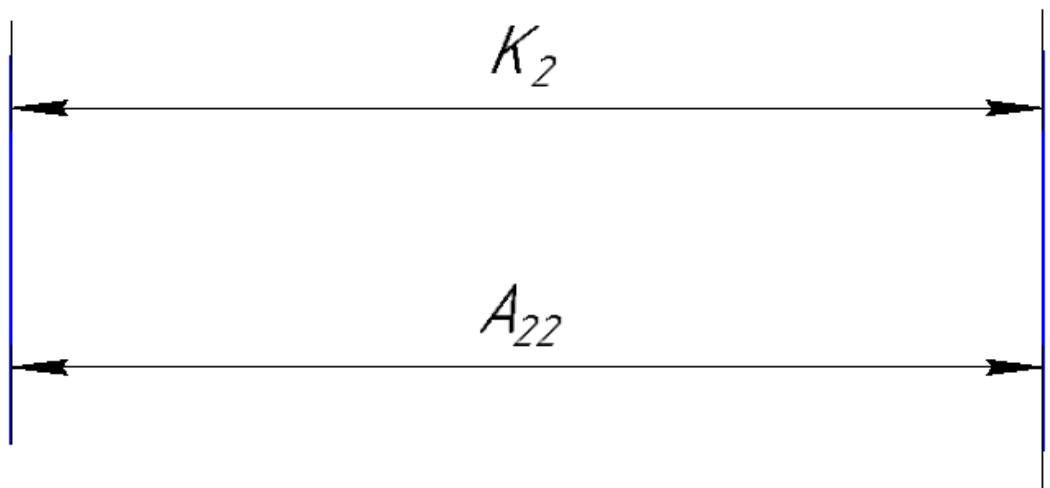


рисунок 8 - размеры цепи

$$A_{22}^{cp} = K_2^{cp}$$

$$TA_{22} = 0,4\text{мм.}$$

$$A_{22}^{cp} = K_2^{cp} = 56,63\text{мм} \quad A_{22} = 56,83_{-0,4}\text{мм}$$

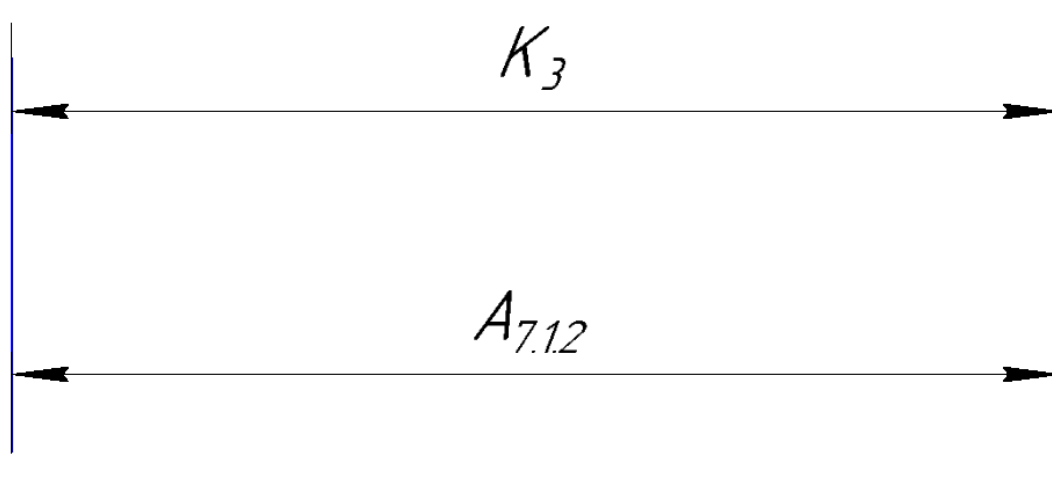


рисунок 9 - размеры цепи

$$A_{7.1.2}^{cp} = K_3^{cp}$$

$$TA_{7.1.2} = 0,1\text{мм}$$

$$A_{7.1.2}^{cp} = K_3^{cp} = 63,05\text{мм} \quad A_{7.1.2} = 63,1^{+0,1}\text{мм}$$

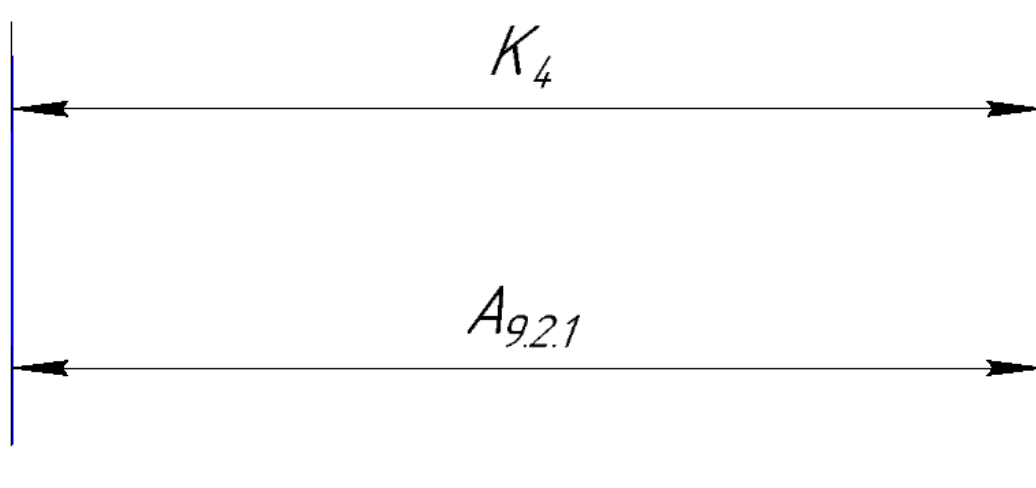


рисунок 10 - размеры цепи

$$A_{9.2.1}^{cp} = K_4^{cp}$$

$$TA_{9.2.1} = 0,1\text{мм}$$

$$A_{9.2.1}^{cp} = K_4^{cp} = 37,5\text{мм} \quad A_{9.2.1} = 37,5 \pm 0,05\text{мм}$$



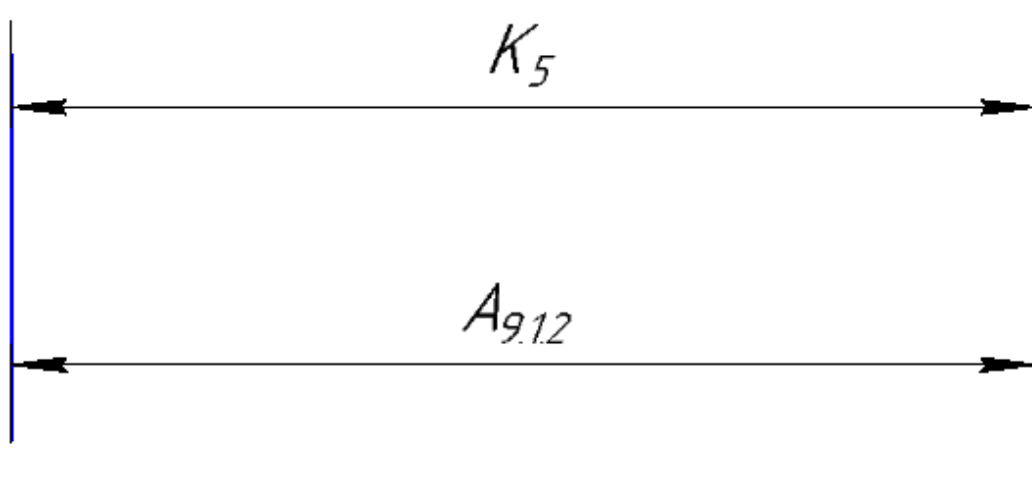


рисунок 11 - размеры цепи

$$A_{9.1.2}^{cp} = K_5^{cp}$$

$$TA_{9.1.2} = 0,1\text{мм}$$

$$A_{9.1.2}^{cp} = K_5^{cp} = 18.75\text{мм} \quad A_{9.1.2} = 18,75 \pm 0,05\text{мм}$$

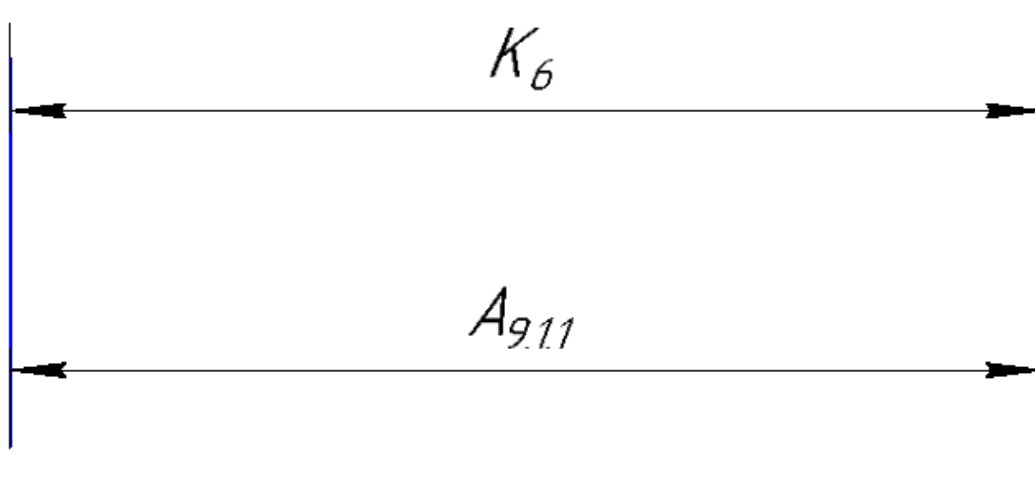


рисунок 12 - размеры цепи

$$A_{9.1.1}^{cp} = K_6^{cp}$$

$$TA_{9.1.1} = 0,1\text{мм}$$

$$A_{9.1.1}^{cp} = K_6^{cp} = 10\text{мм} \quad A_{9.1.1} = 10 \pm 0,05\text{мм}$$

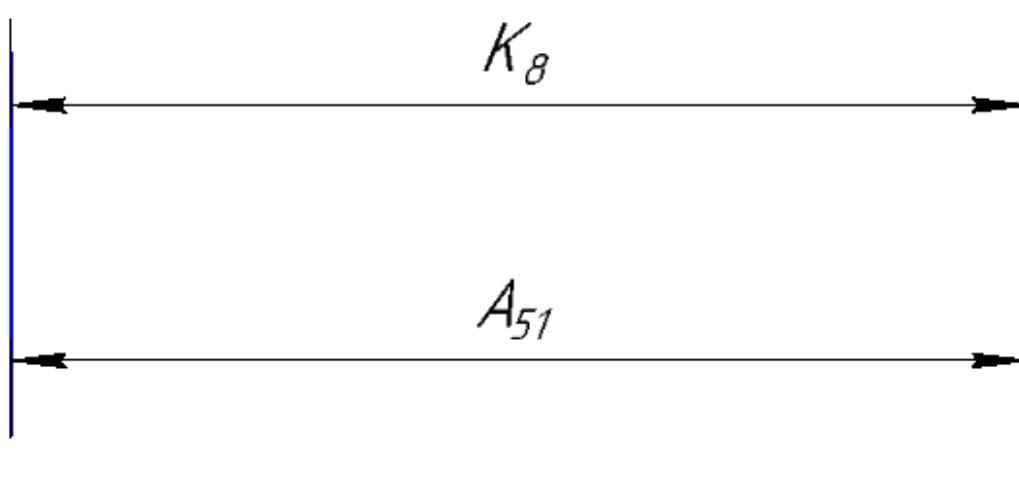


рисунок 13 - размеры цепи

$$A_{51}^{cp} = K_8^{cp}$$

$$TA_{51} = 0,05\text{мм}$$

$$A_{51}^{cp} = K_8^{cp} = 23,74\text{мм} \quad A_{51} = 23,77_{-0,05}\text{мм}$$

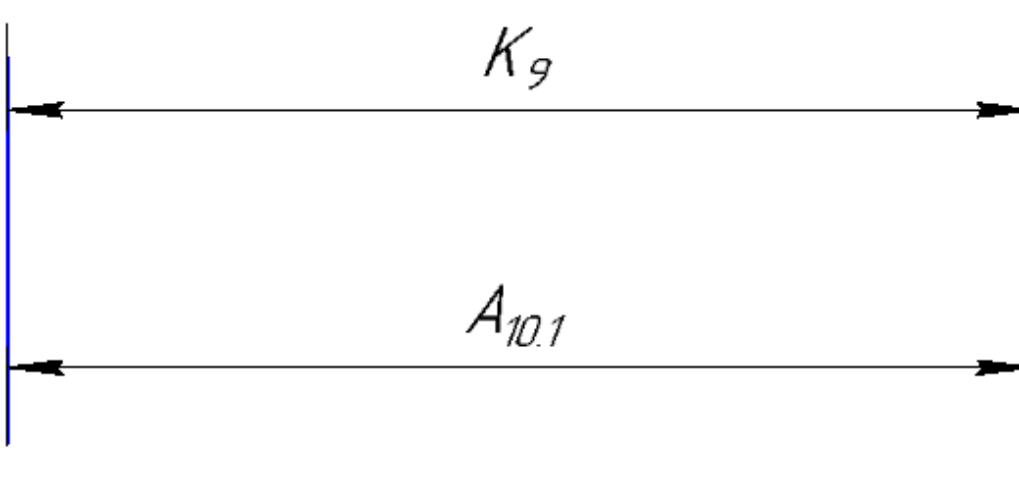


рисунок 14 - размеры цепи

$$A_{10.1}^{cp} = K_9^{cp}$$

$$TA_{10.1} = 0,2\text{мм}$$

$$A_{10.1}^{cp} = K_9^{cp} = 45\text{мм} \quad A_{10.1} = 45 \pm 0,1\text{мм}$$

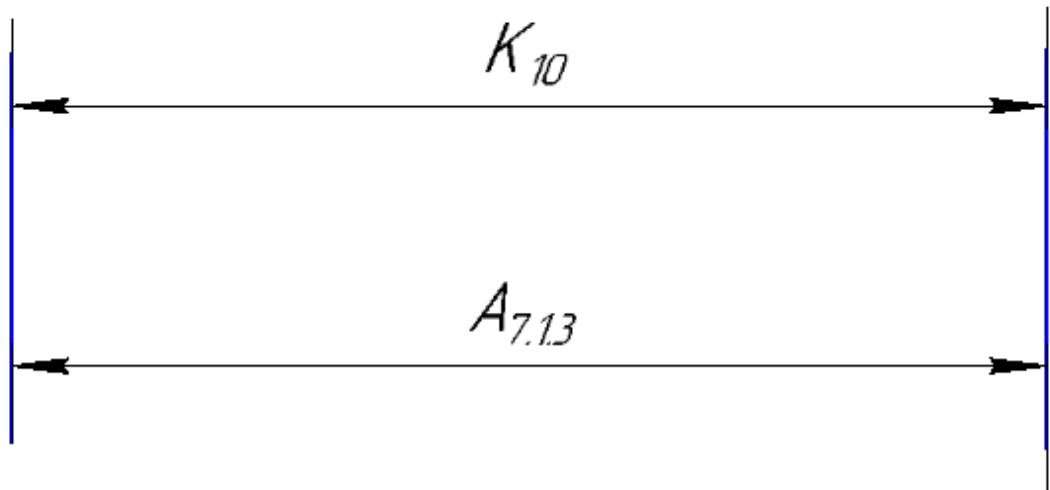


рисунок 15 - размеры цепи

$$A_{7.1.3}^{cp} = K_{10}^{cp}$$

$$TA_{7.1.3} = 0,2\text{мм}$$

$$A_{7.1.3}^{cp} = K_{10}^{cp} = 29,24\text{мм} \quad A_{7.1.3} = 29,4_{-0,2}\text{мм}$$

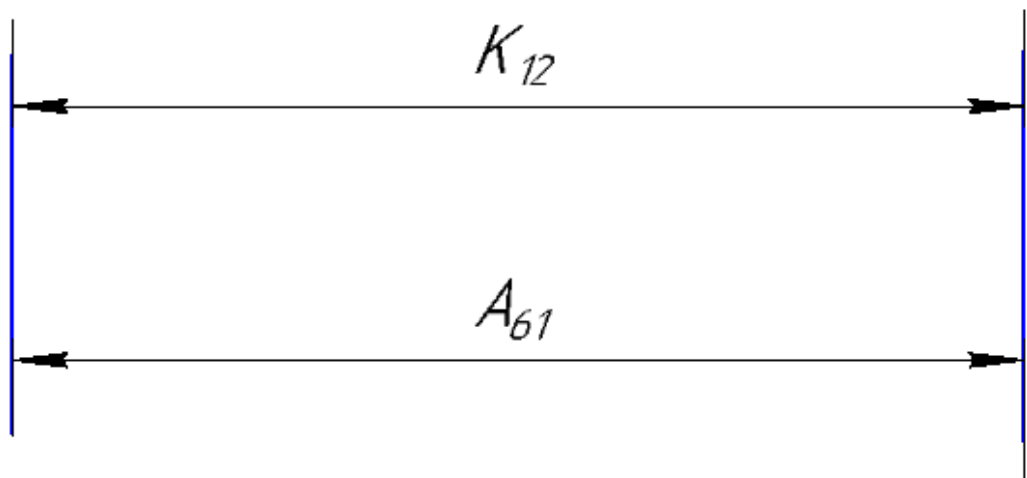


рисунок 16 - размеры цепи

$$A_{61}^{cp} = K_{12}^{cp}$$

$$TA_{61} = 0,1\text{мм}$$

$$A_{61}^{cp} = K_{12}^{cp} = 16,785 \text{ мм} \quad A_{61} = 16,9_{-0,1}\text{мм}$$

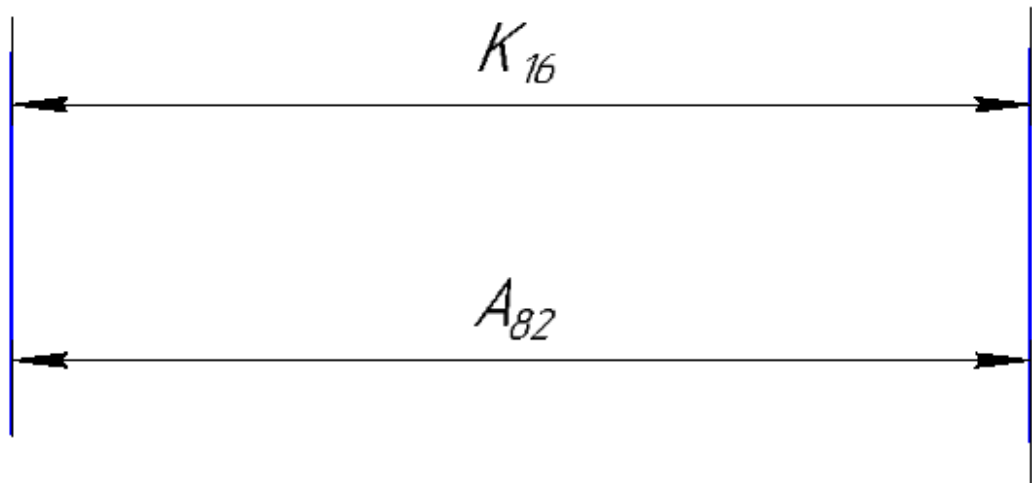


рисунок 17 - размеры цепи

$$A_{82}^{cp} = K_{16}^{cp}$$

$$TA_{82} = 0,1\text{мм}$$

$$A_{82}^{cp} = K_{16}^{cp} = 12 \text{ мм } A_{82} = 12 \pm 0,05\text{мм}$$

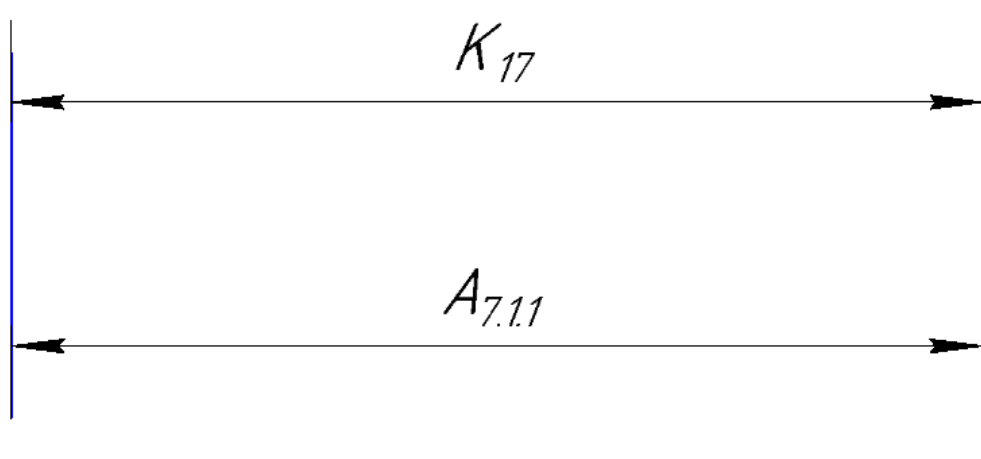


рисунок 18 - размеры цепи

$$A_{7.1.1}^{cp} = K_{17}^{cp}$$

$$TA_{7.1.1} = 0,1\text{мм}$$

$$A_{7.1.1}^{cp} = K_{17}^{cp} = 5,975 \text{ мм } A_{7.1.1} = 6,1_{-0,1}\text{мм}$$

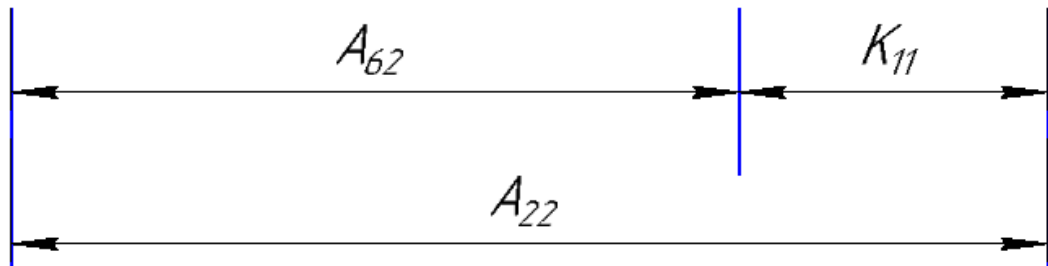


рисунок 19 - размеры цепи

$$K_{11} = A_{22} - A_{62}$$

$$TA_{62} = 0,2\text{мм}$$

$$TA_{22} = 0,4\text{мм}$$

$$A_{62}^{cp} = A_{22}^{cp} - K_{11}^{cp} = 56,63 - 20 = 36,63\text{мм} \quad A_{62} = 36,7 \pm 0,1\text{мм}$$

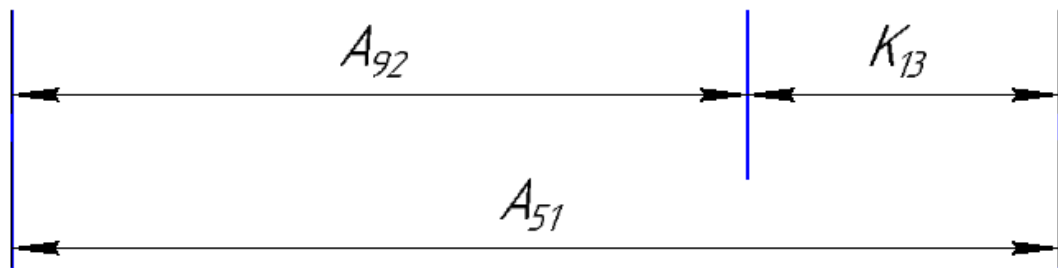


рисунок 20 - размеры цепи

$$K_{13} = A_{51} - A_{92}$$

$$TA_{51} = 0,05\text{мм}$$

$$TA_{92} = 0,3\text{мм}$$

$$A_{92}^{cp} = A_{51}^{cp} - K_{13}^{cp} = 23,74 - 17,3 = 6,44\text{мм} \quad A_{92} = 6,44 \pm 0,15\text{мм}$$

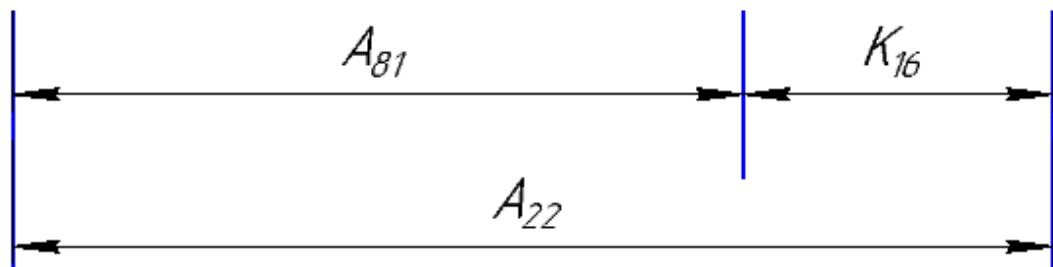


рисунок 21 - размеры цепи

$$K_{16} = A_{22} - A_{81}$$

$$K_{16} = 12 \pm 0,18$$

$$TA_{81} = 0,2$$

$$A_{81}^{cp} = A_{22}^{cp} - K_{16}^{cp} = 56,63 - 12 = 44,63 \text{ мм } A_{81} = 44,7 \pm 0,1 \text{ мм}$$

## Определение минимальных припусков на обработку

Припуски принято делить на общие и промежуточные. Общий припуск необходим для выполнения всех технологических переходов обработки данной поверхности, промежуточный – для выполнения отдельного перехода.

Принято различать минимальное, максимальное, среднее и номинальное значение припуска на обработку. Однако первичным, определяющим остальные категории припуска, является его минимальное значение. Минимальный припуск должен быть таким, чтобы его удаление было достаточно для обеспечения требуемой точности и качества поверхностного слоя обработанной поверхности.

Таким образом, минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле [4, стр. 42]:

$$Z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

Где  $z_{i\min}$  - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

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

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

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

Расчёт припуска на обработку плоскости опоры делается по формуле[4, стр. 42]

$$Z_{21min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,4 + 0,5 + 1 \\ = 1,9 \text{ мм}$$

$$Z_{22min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,4 + 0,5 + 1 \\ = 1,9 \text{ мм}$$

$$Z_{31min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,4 + 0,5 + 1 \\ = 1,9 \text{ мм}$$

$$Z_{32min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,4 + 0,5 + 1 \\ = 1,9 \text{ мм}$$

$$Z_{41min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,04 + 0,05 + 0,13 \\ = 0,22 \text{ мм}$$

$$Z_{51min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,04 + 0,05 + 0,13 \\ = 0,22 \text{ мм}$$

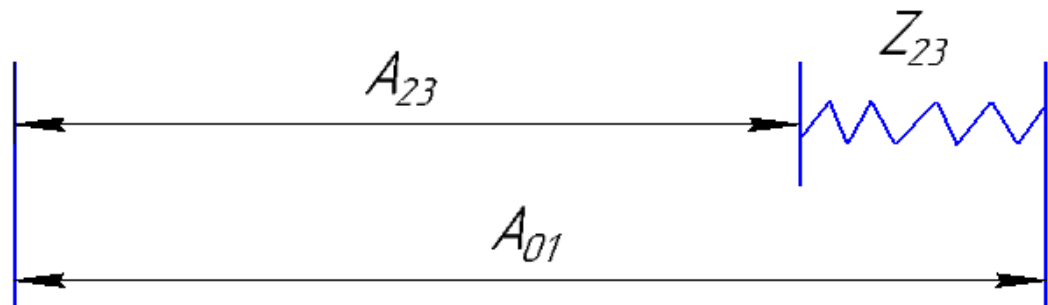


рисунок 22 размеры цепи

$$Z_{23} = A_{01} - A_{23}$$

$$Z_{23min} = 1900 \text{ мкм}$$

$$TA_{23} = 1,2 \text{ мм}$$

$$Z_{23}^{cp} = Z_{23min} + \frac{TA_{23} + TA_{01}}{2} = 1,9 + \frac{1,2 + 2}{2} = 3,5 \text{ мм} \quad A_{01}^{cp} = A_{23}^{cp} + Z_{23}^{cp}$$

$$= 77,6 + 3,5 = 81,1 \text{ мм} \quad A_{23} = 81,7_{-1,2} \text{ мм}$$

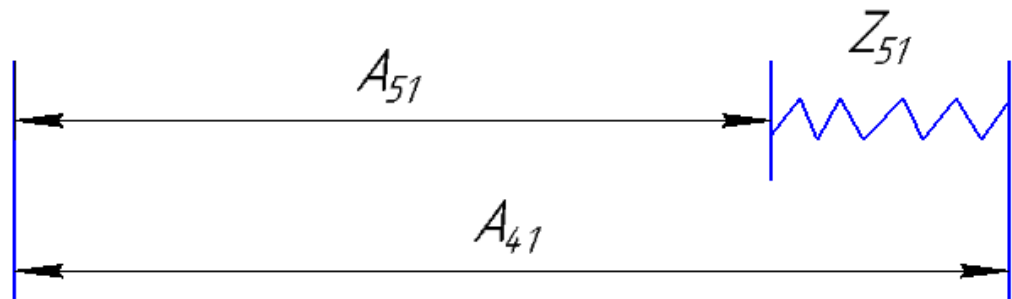


рисунок 23 размеры цепи

$$Z_{51} = A_{41} - A_{51}$$

$$Z_{51min} = 220 \text{ мкм}$$

$$TA_{41} = 0,1 \text{ мм}$$

$$Z_{51}^{cp} = Z_{51min} + \frac{TA_{51} + TA_{41}}{2} = 0,22 + \frac{0,05 + 0,1}{2} = 0,27 \text{ мм} \quad A_{41}^{cp} = A_{51}^{cp} + Z_{51}^{cp}$$

$$= 23,77 + 0,27 = 24,04 \text{ мм} \quad A_{41} = 24,5_{-0,1} \text{ мм}$$

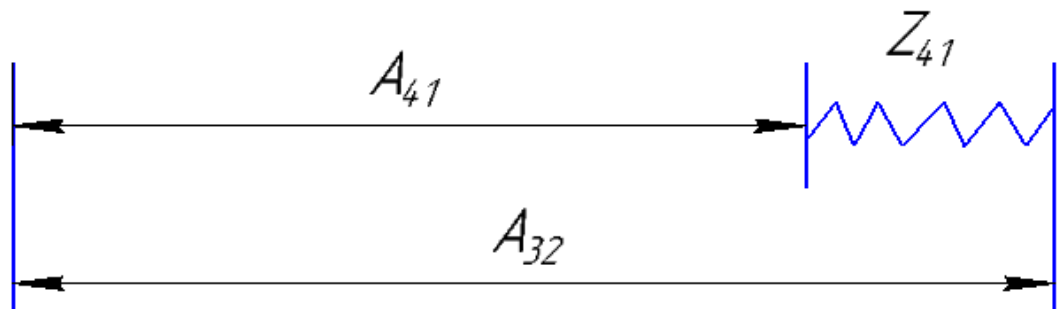


рисунок 24 размеры цепи

$$Z_{41} = A_{32} - A_{41}$$

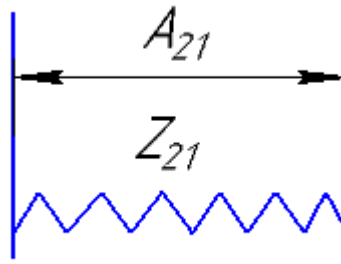
$$Z_{41min} = 220 \text{ мкм}$$

$$TA_{41} = 0,1 \text{ мм}$$

$$Z_{41}^{cp} = Z_{41min} + \frac{TA_{41} + TA_{32}}{2} = 0,22 + \frac{0,1 + 0,4}{2} = 0,47 \text{ мм} \quad A_{32}^{cp} = A_{41}^{cp} + Z_{41}^{cp}$$

$$= 24,04 + 0,47 = 24,51 \text{ мм} \quad A_{32} = 24,6_{-0,4} \text{ мм}$$





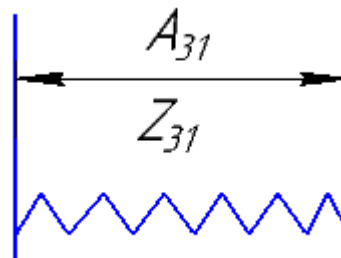
рисунки 25 размеры цепи

$$Z_{21} = A_{21}$$

$$Z_{21min} = 1900 \text{ мкм}$$

$$TA_{21} = 1,2 \text{ мм}$$

$$A_{21}^{cp} = Z_{21}^{cp} = Z_{21min} + \frac{TA_{21}}{2} = 1,9 + \frac{1,2}{2} = 2,5 \text{ мм} \quad A_{21} = 2,5 \pm 0,6 \text{ мм}$$



рисунки 26 размеры цепи

$$Z_{31} = A_{31}$$

$$Z_{31min} = 1900 \text{ мкм}$$

$$TA_{31} = 1,2 \text{ мм}$$

$$A_{31}^{cp} = Z_{31}^{cp} = Z_{31min} + \frac{TA_{31}}{2} = 1,9 + \frac{1,2}{2} = 2,5 \text{ мм} \quad A_{31} = 2,5 \pm 0,6 \text{ мм}$$

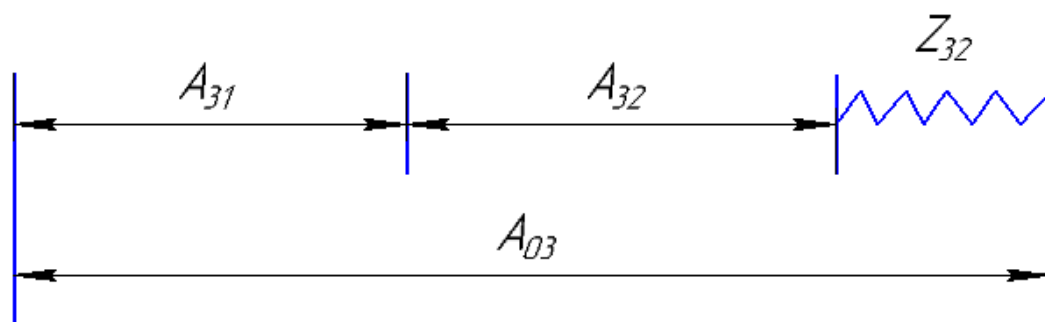


рисунок 27 размеры цепи

$$Z_{32} = A_{03} - A_{31} - A_{32}$$

$$Z_{32min} = 1900 \text{ мкм}$$

$$TA_{03} = 1,1 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned} Z_{32}^{cp} &= Z_{32min} + \frac{TA_{32} + TA_{31} + TA_{03}}{2} = 1,9 + \frac{29,92 + 24,67 + 2,5}{2} = 2,75 \text{ мм} \quad A_{03}^{cp} \\ &= A_{31}^{cp} + A_{32}^{cp} + Z_{32}^{cp} = 2,5 + 24,67 + 2,75 = 29,92 \text{ мм} \quad A_{03} \\ &= 30,5_{-1,1} \text{ мм} \end{aligned}$$

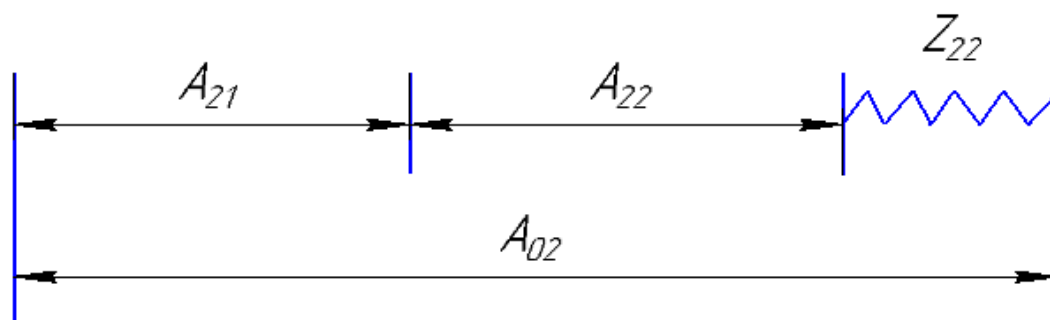


рисунок 28 размеры цепи

$$Z_{22} = A_{02} - A_{22} - A_{21}$$

$$Z_{22min} = 1900 \text{ мкм}$$

$$TA_{02} = 2 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned} Z_{22}^{cp} &= Z_{22min} + \frac{TA_{22} + TA_{21} + TA_{02}}{2} = 1,9 + \frac{0,4 + 2 + 1,2}{2} = 3,7 \text{ мм} \quad A_{02}^{cp} \\ &= A_{21}^{cp} + A_{22}^{cp} + Z_{22}^{cp} = 2,5 + 56,63 + 3,7 = 62,83 \text{ мм} \quad A_{02} = 64_{-2} \text{ мм} \end{aligned}$$

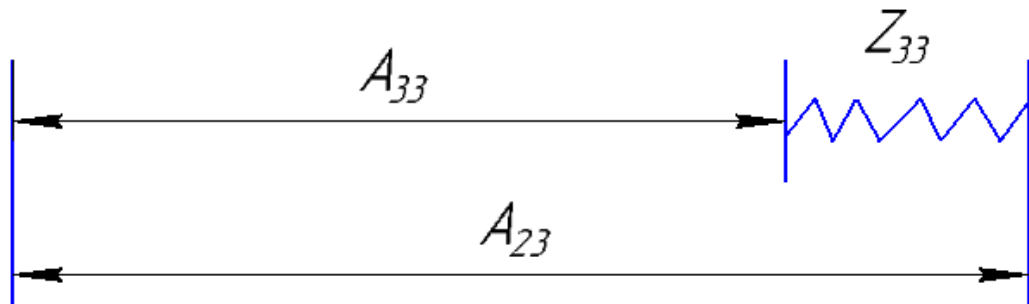


рисунок 29 размеры цепи

$$Z_{33} = A_{23} - A_{33}$$

$$Z_{33min} = 1900 \text{ мкм}$$

$$TA_{23} = 1,2 \text{ мм}$$

$$Z_{33}^{cp} = Z_{33min} + \frac{TA_{23} + TA_{33}}{2} = 1,9 + \frac{1,2 + 0,2}{2} = 2,6 \text{ мм}$$

$$A_{23}^{cp} = A_{33}^{cp} + Z_{33}^{cp}$$

$$= 74,63 + 2,6 = 77,23 \text{ мм}$$

$$A_{23} = 77,9_{-1,2} \text{ мм}$$

## 1.8 Выбор оборудования и технологической процесса

### Вертикально-фрезерный станок 6Т104

Основные данные:

Таблица 2 – Технические характеристики:

Наибольшее перемещение стола	400мм,160мм,320мм
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, °	±45
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя об/мин	63--2800
Число подач стола	12

Продолжение таблицы 2

Подача стола продольная и поперечная	11,2--500об/мин
Скорость быстрого перемещения стола продольного и поперечного	3800об/мин
Мощность двигателя	10
Габариты станка(Д*Ш*В)	1250мм*1205мм*1630мм
Масса	830кг

**Вертикально-сверлильный станок 2М112**

Основные данные:

Таблица 3 – Технические характеристики:

Наибольший условный диаметр сверления в стали	12мм
Рабочая поверхность стола	250*250мм
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	400мм
Вылет шпинделя	190мм
Наибольший ход шпинделя	100мм
Наибольшее вертикальное перемещение:	
Сверлильной головки	300мм
Стол	

Продолжение таблицы 3

Конус морзе отверстия шпинделя	28мм
Число скоростей шпинделя	5
Частота вращения шпинделя, об/мин	450--4500
Число подач шпинделя(револьверной головки)	
Подача шпинделя(револьверной головки),мм/об	Ручная
Мощностьэлектродвигателя привода главного движения	0,6кВт
Габаритные размеры(Д*Ш*В)	770мм*370мм*820мм
Масса	120кг

**Плоскошлифовальные станки с крестовым(прямоугольным) столом  
ЗЕ710А**

Основные данные:

Таблица 4 – Технические характеристики:

Размеры рабочей поверхности стола	400*125
Наибольший размеры обрабатываемой заготовки	400*125*320мм
Масса обрабатываемых заготовок,кг,не более	150
Наибольшая расстояние от оси шпинделя до зеркала стола	420мм

Продолжение таблицы 4

Наибольшее перемещение стола ишлифовальной бабки продольное	490
Поперечное	170
Диаметр шлифовального круга(наружный диаметр*высота *внутренний диаметр)или тип и размеры шлифовальных сегментов	200*32*76
Частота вращения шпинделя шлифовального круга,об/сек	35
Скорость продольного перемещения стола(бесступенчатое регулирование),м/сек	2--35
Мощность электродвигателя главного привода,КВТ	4
Габаритные размеры(с приставным оборудованием) длина	2560
Ширина	1980
Высота	1790
Масса(с приставным оборудованием)	2300кг

### 1.9 Расчет режимов резания

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

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. Глубина резания;

2. Подача;
3. Скорость резания;
4. Число оборотов;
5. Главная составляющая силы резания;
6. Мощность резания;
7. Проверка по мощности.

### Заготовительная операция

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 182] – Т5К10.

1. Глубина резания:  $t = 5 \text{ мм}$ .
2. Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [2, с. 364]  $s = 0,3 \text{ мм/об}$ .
3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента  $T=30\text{-}60 \text{ мин}$  [2, с. 363], принимаем  $T=60 \text{ мин}$ ;

Значения коэффициентов:  $C_v = 47$ ;  $m = 0,2$ ;  $y = 0,8$ ; – определены по таблице 17 [2, с. 367]:

Коэффициент  $K_v$  :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1 [2, с. 358]:

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

По табл. 2 [2, с. 359] : $K_r = 1,1$ ;

По табл. 2 [2, с. 361] : $n_v = 1,0$ ;

По табл. 5 [2, с. 361]:  $K_{пв} = 0,9$ ;

По табл. 6 [2, с. 361]:  $K_{ив} = 0,65$ .

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} = 1,34 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,78;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,8}} \cdot 0,78 = 42,35 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 42,35}{\pi \cdot 45} = 300 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов  $n = 315 \text{ об/мин}$

5. Послеопределения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, с. 372]:

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

Коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [2, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{фр} K_{γр} K_{λр} K_{гр}$$

$K_{mp}$ -определяется по формуле [2, с. 362]

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

Где  $\sigma_B = 615 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл. 9 [2, с. 362]

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{615}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, с. 374]:

$$K_{фр} = 0,89; K_{γр} = 1,25; K_{λр} = 1; K_{гр} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фр} K_{γр} K_{λр} K_{гр} = 0,86 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 0,83$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 5^{0,72} \times 0,3^{0,8} \times 42,35^0 \times 0,83 = 4118 \text{ Н}$$



Мощность резания [2,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4118 \times 42,35}{1020 \times 60} = 2,85 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,85}{0,75} = 3,8 \text{ кВт}$$

### Операция 1: фрезеровать поверхность

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 3,7 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.405]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

B----ширина фрезерования

z----число зубьев фрезы

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.406]:

$$T = 80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 22,5$ ;  $B = 77,6$ ;  $D = 28$ ;  $q = 0,35$ ;  $x = 0,21$ ;  $m = 0,27$ ;  $y = 0,48$ ;  $u = 0,03$ ;  $z = 4$ ;  $p = 0$  определены по таблице 39 [4, с.407].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IV} = 0,9;$$

Где  $K_{MV}$ ----коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [табл.1-4]

$K_{PIV}$ ----коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [табл.5]

$K_{IV}$ ----коэффициент, учитывающий материал инструмента [табл.6]

Скорость резания:

$$V = 54 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 54}{3,14 \cdot 25} = 687 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D}$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 82$ ;  $x = 0,75$ ;  $y = 0,6$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $t=20$  определены по таблице 41 [4, с.291]. По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,75} = 0,5;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P=41H$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{41 \cdot 28}{2 \cdot 100} = 5H \cdot м;$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{41 \cdot 54}{1020 \cdot 60} = 0,03KBT;$$

## **Операция 2:фрезеровать поверхность**

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 3.5 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.405]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

B----ширина фрезерования

z----число зубьев фрезы

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.406]:

$$T=80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 22.5$ ;  $B=56.63$ ;  $D=28$ ;  $q = 0,35$ ;  $x = 0,21$ ;  $m = 0,27$ ;  $y = 0,48$ ;  $u = 0,03$ ;  $z=4$ ;  $p = 0$  определены по таблице 39 [4, с.407].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,9;$$

Где  $K_{MV}$ ----коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала[табл.1-4]

$K_{PV}$ ----коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки[табл.5]

$K_{IV}$ ----коэффициент, учитывающий материал инструмента[табл.6]

Скорость резания:

$$V=58\text{м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 58}{3,14 \cdot 25} = 739 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D}$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 82$ ;  $x = 0,75$ ;  $y = 0,6$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $t=20$  определены по таблице 41 [4, с.291]. По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,75} = 0,5;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P=31\text{Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{31 \cdot 28}{2 \cdot 100} = 4\text{Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{31 \cdot 58}{1020 \cdot 60} = 0,04\text{КВт};$$

### Операция 3: фрезеровать поверхность

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 2,5 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.405]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

B----ширина фрезерования

z----число зубьев фрезы

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.406]:

$$T=80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 22,5$ ;  $B=75$ ;  $D=28$ ;  $q = 0,35$ ;  $x = 0,21$ ;  $m = 0,27$ ;  $y = 0,48$ ;  $u = 0,03$ ;  $z=4$ ;  $p = 0$  определены по таблице 39 [4, с.407].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,9;$$

Где  $K_{MV}$ ----коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала[табл.1-4]

$K_{ПВ}$ ----коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки[табл.5]

$K_{ИВ}$ ----коэффициент, учитывающий материал инструмента[табл.6]

Скорость резания:

$$V=55 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 25} = 700 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D}$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 82$ ;  $x = 0,75$ ;  $y = 0,6$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $t=20$  определены по таблице 41 [4, с.291]. По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,75} = 0,5;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P=40H;$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{40 \cdot 28}{2 \cdot 100} = 5H \cdot м;$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{40 \cdot 55}{1020 \cdot 60} = 0,04 KBT;$$

#### **Операция 4:фрезеровать поверхность**

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 2.6 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v ;$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T=80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 22.5$ ;  $q = 0,35$ ;  $B=24,67$ ;  $x = 0,21$ ;  $m = 0,27$ ;  $y = 0,48$ ;  $u = 0,03$ ;  $p = 0,1$  определены по таблице 81 [4, с.286].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9;$$

Скорость резания:

$$V=61 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 61}{3,14 \cdot 25} = 777 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n}{D}$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 82$ ;  $x = 0,75$ ;  $y = 0,6$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $t=20$  определены по таблице 41 [4, с.291]. По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{\text{мр}} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,75} = 0,5;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P = 37 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{37 \cdot 28}{2 \cdot 100} = 5 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{37 \cdot 61}{1020 \cdot 60} = 0,04 \text{ кВт};$$

### **Операция 5:Шлифовальная**

Определяем глубину фрезерования:  $t = 0,46 \text{ мм}$ ;

Эффективная мощность:

$$N = C_N * V_3^r * t^x * s^y * d^q$$

Где:  $C_N$  — значения коэффициентов

$V_3$  — скорость вращательного

$t$  — глубина шлифования

$s$  — продольно передача

$d$  — диаметр шлифования

Значения коэффициентов:  $C_N = 3,61$ ;  $V_3 = 2100$ ;  $r=0,5$ ;  $t = 0,46$ ;  $x = 0,5$ ;  $s = 0,2$ ;  $y = 1$ ;  $d = 20$   $q=1$  определены по таблице 81 [4, с.286].

$$N = 4400;$$

### **Операция 6:Шлифовальная**

Определяем глубину фрезерования:  $t = 0,27$  мм;

Эффективная мощность:

$$N = C_N * V_3^r * t^x * s^y * d^q$$

Где:  $C_N$  — значения коэффициентов

$V_3$  — скорость вращательного

$t$  — глубина шлифования

$s$  — продольно передача

$d$  — диаметр шлифования

Значения коэффициентов:  $C_N = 3,61$ ;  $V_3 = 2100$ ;  $r=0,5$ ;  $t = 0,27$ ;  $x = 0,5$ ;  $s = 0,2$ ;  $y = 1$ ;  $d = 20$   $q=1$  определены по таблице 81 [4, с.286].

$$N = 4400;$$

### Операция 7:Фрезерная

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 20 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T=80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 22,5$ ;  $q = 0,35$ ;  $x = 0,21$ ;  $m = 0,27$ ;  $y = 0,48$ ;  $u = 0,03$ ;  $p = 0$  — определены по таблице 81 [4, с.286].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9;$$

Скорость резания:

$$V=38 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 28} = 432 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 68,2$ ;  $x = 0,86$ ;  $y = 0,72$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $w = 0$ ;  $t = 20$  определены по таблице 82 [4, с.291]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,75} = 0,5;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P_z = 194 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{194 \cdot 28}{2 \cdot 100} = 27,16 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{194 \cdot 38}{1020 \cdot 60} = 0,12 \text{ кВт};$$

### Операция 8: Фрезерная

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 27,5 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v;$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T = 80 \text{ мин.};$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 22,5$ ;  $q = 0,35$ ;  $x = 0,21$ ;  $m = 0,27$ ;  $y = 0,48$ ;  $u = 0,03$ ;  $p = 0$  — определены по таблице 81 [4, с.286].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV} = 0,9;$$



Скорость резания:

$$V=36\text{м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 36}{3,14 \cdot 28} = 409,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{\text{мп}}$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 68,2$ ;  $x = 0,86$ ;  $y = 0,72$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $w=0$ ;  $t=20$  определены по таблице 82 [4, с.291]:

$$K_{\text{мп}} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,75} = 0,5;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P= 175\text{Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{175 \cdot 28}{2 \cdot 100} = 24,5\text{Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{175 \cdot 28}{1020 \cdot 60} = 0,15\text{КВТ};$$

### **Операция 9:фрезеровать отверстия**

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 8 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.405]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

В----ширина фрезерования

z----число зубьев фрезы

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.406]:

$$T=80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 22.5$ ;  $B=9$ ;  $D=28$ ;  $q = 0,35$ ;  $x = 0,21$ ;  $m = 0,27$ ;  $y = 0,48$ ;  $u = 0,03$ ;  $z=4$ ;  $p = 0$  определены по таблице 39 [4, с.407].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,9;$$

Где  $K_{MV}$ ----коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала[табл.1-4]

$K_{PV}$ ----коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки[табл.5]

$K_{IV}$ ----коэффициент, учитывающий материал инструмента[табл.6]

Скорость резания:

$$V=42\text{м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 42}{3,14 \cdot 25} = 535 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D}$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 82$ ;  $x = 0,75$ ;  $y = 0,6$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $t=20$  определены по таблице 41 [4, с.291]. По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,75} = 0,5;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P=22\text{Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{22 \cdot 7}{2 \cdot 100} = 5\text{Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{22 \cdot 42}{1020 \cdot 60} = 0,03 \text{ кВт};$$

### **Операция 10: фрезеровать отверстия**

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 9 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.405]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

B----ширина фрезерования

z----число зубьев фрезы

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.406]:

$$T = 80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 22,5$ ;  $B = 15$ ;  $D = 7$ ;  $q = 0,35$ ;  $x = 0,21$ ;  $m = 0,27$ ;  $y = 0,48$ ;  $u = 0,03$ ;  $z = 4$ ;  $p = 0$  определены по таблице 39 [4, с.407].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,9;$$

Где  $K_{MV}$ ----коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [табл.1-4]

$K_{ПВ}$ ----коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [табл.5]

$K_{ИВ}$ ----коэффициент, учитывающий материал инструмента [табл.6]

Скорость резания:

$$V = 37 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 37}{3,14 \cdot 25} = 471 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D}$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 82$ ;  $x = 0,75$ ;  $y = 0,6$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $t=20$  определены по таблице 41 [4, с.291]. По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{\text{кр}} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,75} = 0,5;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P=30\text{Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{30 \cdot 7}{2 \cdot 100} = 1,1 \text{Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{30 \cdot 37}{1020 \cdot 60} = 0,02 \text{КВТ};$$

### **Операция 11:Сверлить отверстия**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [Интернет] –Р6М5.

Режущий инструмент:  $D = 7\text{мм}$ ;  $L = 69\text{мм}$ ;

Глубина резания:

$$t = \frac{D}{2} = 3,5 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 35 [ с.381].  $s = 0,13 \text{ мм/об}$ ; Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=25$  мин – определены по таблице 40 [с.384].

Значения коэффициентов:  $C_v = 16,2$ ;  $m = 0,20$ ;  $q = 0,40$ ;  $y = 0,50$  ; – определены по таблице 38 [с.383].

Коэффициент  $K_v$  :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV};$$

Где  $K_{MV}$  – коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4);

$K_{IV}$  – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

$K_{LV}$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления (табл. 41).

$K_T=1,0$  – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v=0,9$  – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv}=1,0$  – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{lv}=0,9$  – определены по таблице 41 [2, с.385].

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,0;$$

Скорость резания определяем:

$$v = 46 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 46}{\pi \cdot 7} = \frac{2092,8 \text{ об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  – определены по таблице 42 [1 с.385].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9 [1 с.362]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,9} = 0,4;$$

$$K_{mp} = 0,4;.$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 0,4 = 1,3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{1,3 \cdot 2092,8}{9750} = 0,28 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,28}{0,75} = 0,38 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст}$$

$$0,38 \text{ кВт} \leq 14,97 \text{ кВт};$$

## 1.10 Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 874]:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_b + l_{cx} + l_{пд},$$

Где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_b$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_{cx}$  – величина схода инструмента, мм;

$l_{пд}$  – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем:  $l_{cx} = l_{пд} = 1$  мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_b = \frac{t}{tg\varphi}$$

Где  $t$  – глубина резания, мм;

$\varphi$  – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{\left( l + \sqrt{r_{\phi}^2 - (r_{\phi} - t)^2} + l_{cx} + l_{пд} \right) * i}{n * z * S}$$

### Операция 1:Фрезерная

1) Фрезеровать поверхности

↓А

А

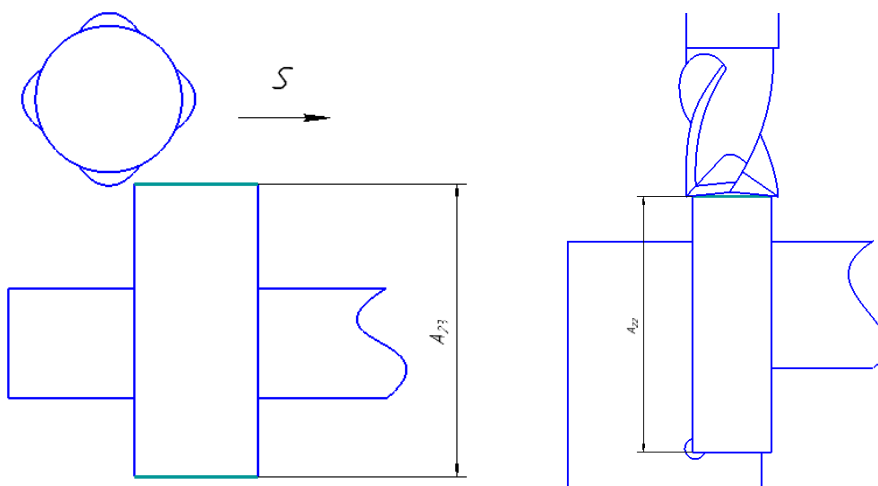


Рисунок 30 - расчет основного времени

$$T_o = \frac{L_{об} * i}{S_M} = \frac{(l + \sqrt{r_{\phi}^2 - (r_{\phi} - t)^2} + l_{cx} + l_{нд}) * i}{n * z * S} =$$

$$\frac{(\sqrt{14^2 - (14 - 3,7)^2} + 1 + 1 + 29,92) * 1 + (\sqrt{14^2 - (14 - 3,7)^2} + 1 + 1 + 29,92) * 1}{0,1 * 4 * 687} +$$

$$\frac{(\sqrt{14^2 - (14 - 3,5)^2} + 1 + 1 + 63,2) * 1}{0,1 * 4 * 739} = 0.58 \text{ мин};$$

2) Фрезеровать поверхности

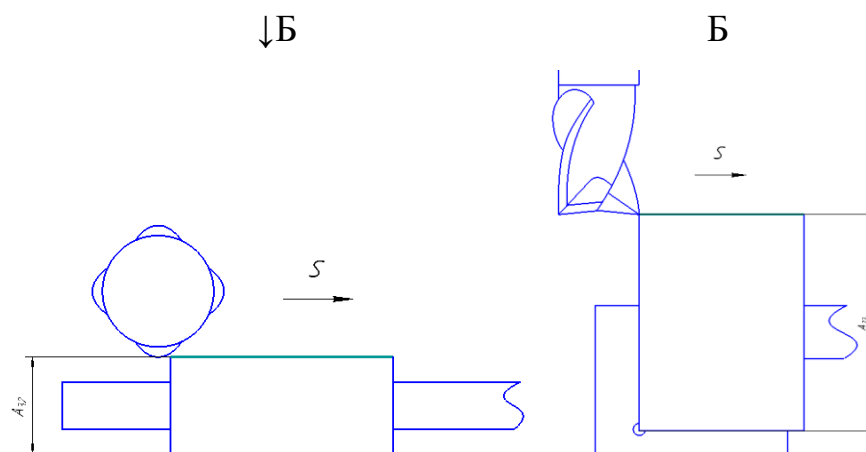


Рисунок 31 - расчет основного времени

$$T_o = \frac{L_{об}}{S_M} = \frac{(l + \sqrt{r_{\phi}^2 - (r_{\phi} - t)^2} + l_{cx} + l_{нд}) * i}{n * z * S} =$$



$$\frac{\left(\sqrt{14^2 - (14 - 2,5)^2} + 1 + 1 + 24\right) * 3 + \left(\sqrt{14^2 - (14 - 2,5)^2} + 1 + 1 + 24\right) * 3}{0,1 * 4 * 700} + \frac{\left(\sqrt{14^2 - (14 - 2,6)^2} + 1 + 1 + 57\right) * 1}{0,1 * 4 * 777} =$$

1,04 мин;

3) Шлифовать поверхность

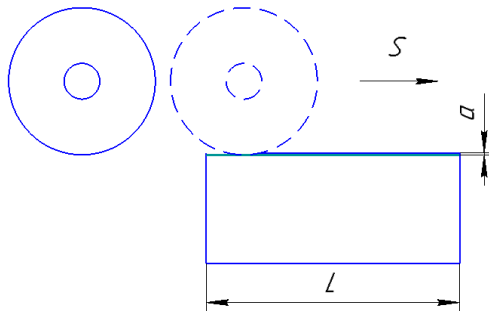


Рисунок 32 - расчет основного времени

$$T_o = \frac{LK}{n_d S_B B_K Q} l * i = \frac{75 * 1,3}{20 * 0,2 * 32 * 1} * \frac{0,46}{1} * 2 = 0,9 \text{ мин;}$$

4) Шлифовать поверхность

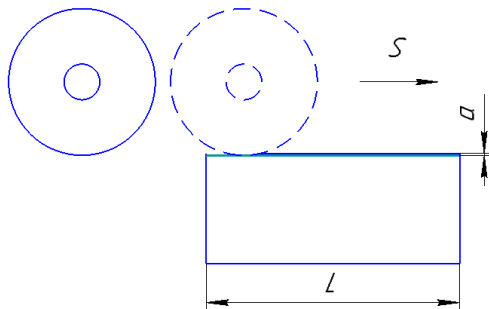


Рисунок 33 - расчет основного времени

$$T_o = \frac{LK}{n_d S_B B_K Q} l * i = \frac{75 * 1,3}{20 * 0,2 * 32 * 1} * \frac{0,27}{1} * 2 = 0,9 \text{ мин;}$$

5) Фрезерная

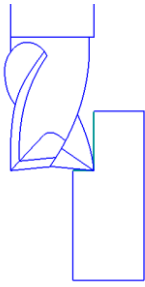


Рисунок 34 - расчет основного времени

$$T_o = \frac{L_{об} * i}{S_M} = \frac{\left( l + \sqrt{r_{\phi}^2 - (r_{\phi} - t)^2} + l_{cx} + l_{пд} \right) * i}{n * z * S} = \frac{\left( \sqrt{14^2 - (14 - 20)^2} + 1 + 1 + 75 \right) * 1}{0,1 * 4 * 432} = 0,52 \text{ мин};$$

#### 6) Фрезерная

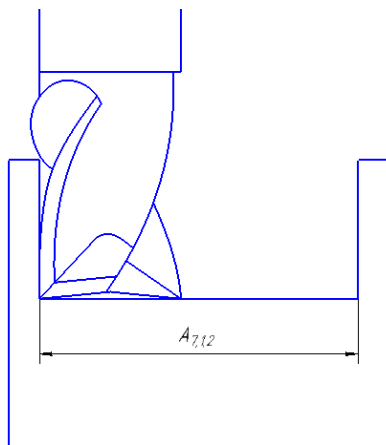


Рисунок 35 - расчет основного времени

$$T_o = \frac{L_{об} * i}{S_M} = \frac{\left( l + \sqrt{r_{\phi}^2 - (r_{\phi} - t)^2} + l_{cx} + l_{пд} \right) * i}{n * z * S} = \frac{\left( \sqrt{14^2 - (14 - 27,5)^2} + 1 + 1 + 24 \right) * 2}{0,1 * 4 * 409,5} = 0,36 \text{ мин};$$

#### 7) Фрезеровать отверстия

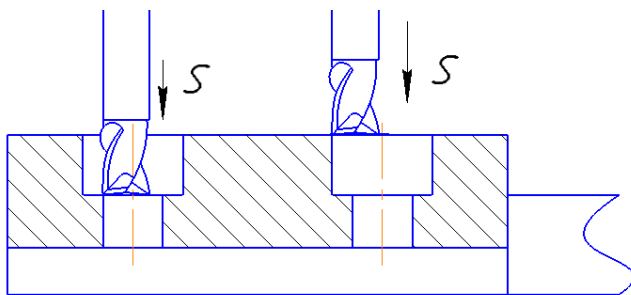


Рисунок 36 - расчет основного времени

$$\begin{aligned}
 T_o &= \frac{L_{об} * i}{S_M} \\
 &= \frac{(1 + 3,14 * 9) * 2}{0,1 * 4 * 535} \\
 &+ \frac{(1 + 3,14 * 10 + 1 + 3,14 * 12 + 1 + 3,14 * 14 + 1 + 3,14 * 15) * 2}{0,1 * 4 * 471} \\
 &= 2.01 \text{ мин;}
 \end{aligned}$$

8) Сверлить отверстия

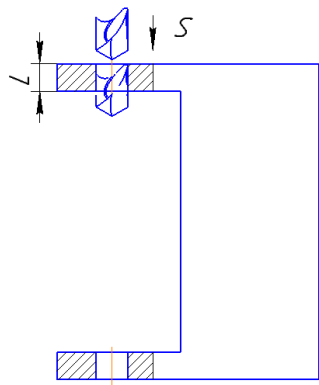


Рисунок 37 - расчет основного времени

$$T_o = \frac{L * i}{n * S} = \frac{6 * 2}{2092,8 * 0,13} = 0,04 \text{ мин;}$$

### 1.11 Определение штучно-калькуляционного времени

Вспомогательное время определяем по формуле;

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

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

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

$T_{\text{уп.}}$ - время на управление станком;

$T_{\text{изм.}}$ - время на измерение детали;

$T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время,

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп.}}$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}}$$

Подготовительно                      заключительное                      время                      определяем

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right).$$

$T_{\text{п.з.}}$ -Подготовительно заключительное время

$n$ -количество деталей в настроечной партии,  $n = 12000$ шт;

**Для первой фрезерной операции:**

переход 1- фрезеровать поверхность:

$$T_o = 0,58 \text{ мин};$$

переход 2-фрезеровать поверхность:

$$T_o = 1,04 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,18 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,25 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = (0,58 + 1,04) + 0,58 = 2,2 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 2,2 = 0,33 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}} = 1,62 + 0,58 + 0,33 = 2,53 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 3,49 + \frac{13}{12000} \approx 2,54 \text{ мин};$$

**Для второй шлифовальной операции:**

переход 1-шлифовать поверхность:

$$T_o = 0,9 \text{ мин};$$

переход 2-шлифовать поверхность:

$$T_o = 0,9 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,20 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,25 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 1,1 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,22 + 0,25 + 0,15 = 0,62 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 1,8 + 0,62 = 2,42 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер.}} = 15\% \cdot 2,42 = 0,36 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}} = 1,8 + 0,62 + 0,36 = 2,78 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 6,28 + \frac{6}{12000} \approx 2,79 \text{ мин};$$

**Для третьей фрезерной операции:**

переход 1- фрезеровать:

$$T_o = 0,52 \text{ мм}$$

переход 2- фрезеровать:

$$T_o = 0,36 \text{ мм}$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,18 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,25 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 0,88 + 0,58 = 1,46 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 1,46 = 0,22 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}} = 0,88 + 0,58 + 0,22 = 1,68 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 1,68 + \frac{13}{12000} \approx 1,69 \text{ мин};$$

**Для четвёртой фрезерной операции:**

переход 1-фрезеровать отверстия:

$$T_o = 2,01 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,18 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,25 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 2,01 + 0,58 = 2,59 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 2,59 = 0,39 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}} = 2,01 + 0,58 + 0,39 = 2,98 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 2,98 + \frac{13}{12000} \approx 2,99 \text{ мин};$$

**Для пятой сверлильной операции:**

переход 1- сверлить отверстие:

$$T_o = 0,04 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,12 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,25 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,12 + 0,25 + 0,15 = 0,52 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 0,04 + 0,52 = 0,56 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 0,56 = 0,84 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} = 0,04 + 0,56 + 0,84 = 1,44 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 1,44 + \frac{9}{12000} \approx 1,45 \text{ мин};$$

## 2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73

Техническое задание на проектирование специального

Таблица 5 - Приспособления приведено

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Держатель ролика» на вертикально-сверлильном станке Модель 2М11 2.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали

	«Держатель ролика».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Держатель ролика» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.



Продолжение таблицы 5

<p>Технические(тактико-технические) требования</p>	<p>Тип производства – мелкосерийный Программа выпуска - 12000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать вертикально-сверлильную станку Модель 2М112. Входные данные о заготовке, поступающей на расточную операцию:  Сверлить 2 отверстий на диаметре 7мм.</p>
<p>Документация, подлежащая разработке</p>	<p>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.</p>

## **2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.**

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления.

Цель данного раздела –Рассчитать какое минимальное давление прикладывается кулачком к детали и какое усилие приложено к кулачковому рычагу, чтобы гарантировать, что деталь не перемещается во время обработки.

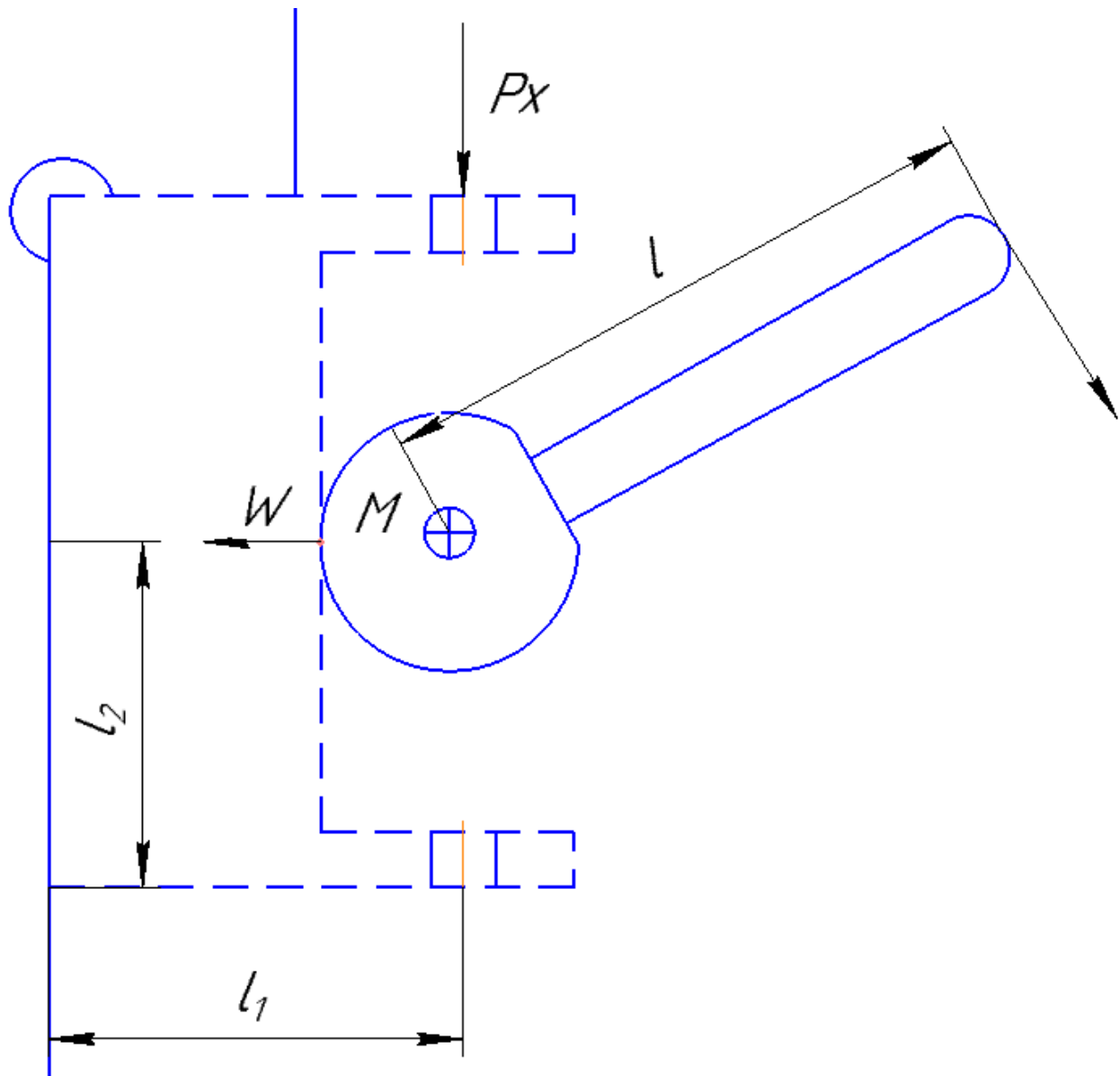


Рисунок 38 - расчет приспособления

Из таблицы получил мощность электродвигателя привода главного движения—0,6квт

Подача свела—0,13м/сек

$$P_x = 10 C_p D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 68$ ;  $D = 8$ ;  $q = 1,0$ ;  $s = 0,13$ ;  $y = 0,7$  — определены по таблице 32 [ 1с.281]

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9 [1 с.362]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{280}{750} \right)^{0,9} = 0,4$$

$$K_p = 0,4$$

$$P_x = 696 \text{ Н}$$

$$W_{cp} = Q \frac{l}{\rho_{cp}} * \frac{1}{tg(\alpha_{cp} + \varphi) + tg\varphi_1}$$

$W_{cp}$  – средний угол подъема эксцентрика в точке зажима

$\rho_{cp}$  -среднее значение радиуса, проведенного из центра вращения эксцентрика в точку М зажима;

$\varphi, \varphi_1$  – углы трения скольжения в точке М зажима и на оси эксцентрика

$\alpha_{cp}$  – средний угол подъема эксцентрика в точке зажима

При расчетах по формуле обычно принимают: коэффициент трения

$$f = tg\varphi = tg\varphi_1 = 0,1; \alpha_{cp} = 4^\circ; \rho_{cp} = \frac{D}{2}$$

$$tg(\alpha_{cp} + \varphi) = \frac{tg\alpha_{cp} + tg\varphi}{1 - tg\alpha_{cp}tg\varphi} = \frac{0,07 + 0,1}{1 - 0,07 * 0,1} = 0,17$$

$$W_{cp} = Q \frac{l}{\rho_{cp}} * \frac{1}{tg(\alpha_{cp} + \varphi) + tg\varphi_1} = Q \frac{64}{14} * \frac{1}{0,17 + 0,1} = 17Q$$

$$P_x * l_1 < W * l_2$$

$$W_{cp} = 17Q > \frac{P_X * l_1}{l_2} = \frac{696 * 45}{37,5} = 835,2$$

$$Q > \frac{835,2}{17} = 49N$$

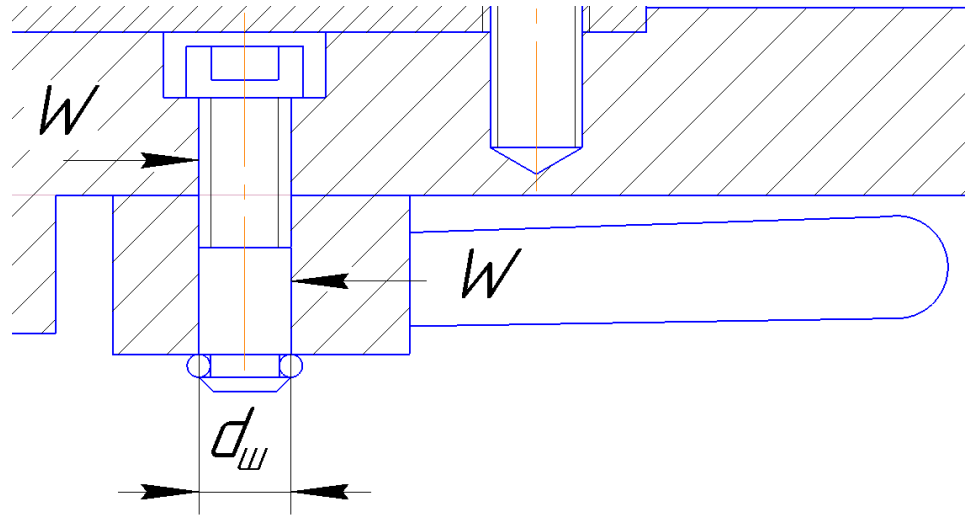


рисунок 39 - расчет штифта на срез

$$\tau_{cp} = \frac{4W}{\pi d_{ш}^2} = \frac{4 * 835,2}{3,14 * 5,8^2} = 31,63 \text{ МПа} \leq [\tau_{cp}] = 70 \dots 100 \text{ МПа}$$

### 3 ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Сунь Тянько

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (35000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/КВт).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ конкурентных технических решений	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ
2. Планирование проекта	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта
3. Формирование бюджета на затраты проекта	Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплаты, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Многоугольник конкурентоспособности 2. Матрица SWOT 3. Дерево целей 4. График Ганта	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
------------------------------------------------------	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП.	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Сунь Тянько		

### 3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

#### 3.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 3.1.1).

Таблица 3.1.1 – Оценка конкурентоспособности

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	5	2	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	4	0,7	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01

Продолжение таблицы 3.1.1

4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	2	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	2	4	1,5	0,8	1,2
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	5	3	0,6	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	2	2	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые	0,01	5	5	5	0,04	0,05	0,05

возможности)							
10. Простота эксплуатации	0	5	4	4	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	2	0,3	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	4	2	2	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,05	4	2	3	0,12	0,03	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	2	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	1	2	2	0,02	0,02	0,02

Продолжение таблицы 3.1.1

8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	2	0,2	0,16	0,07
Итого	1	68	51	48	4,33	2,86	2,98

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

Где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;



$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 68 \cdot 4,33 = 294,44;$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 51 \cdot 2,86 = 145,86;$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 48 \cdot 2,98 = 143,04;$$

В ходе оценки конкурентоспособности проекта было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим характеристикам (масса, обслуживание, цена, дизайн), но при этом имеет свои преимущества перед ними (частотный диапазон, время срабатывания). В целом проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями виброустройств.

### 3.2 SWOT-анализ проекта

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 3.2.1).

Задача SWOT-анализа — дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Выводы, сделанные на его основе, носят описательный характер без рекомендаций и расстановки приоритетов.

Таблица 3.2.1 – SWOT-анализ проекта

Внешние факторы	Внутренние факторы	
	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	1 Наличие бюджетного финансирования. 2. Наличие опытного руководителя	1 Развитие новых технологий 2. Высокая стоимость оборудования

		<p>3. Использование Современного оборудования</p> <p>4.Наличие современного программного продукта</p> <p>5 Актуальность проекта</p> <p>6 Использование УП</p>	<p>3. Отсутствие квалифицированного персонала</p>
	<p><b>Возможности:</b></p> <p>1Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области</p> <p>2Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением;</p> <p>-При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами</p>	<p>-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>

	<b>Угрозы:</b>		
	1Появление новых технологий	Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	Расширение области применения за счет развития новых технологий.
	2Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.		

### 3.3 Планирование проекта

Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок.

Составим дерево целей проекта, учитывая все этапы работ, входящие в его реализацию (рисунок 3.3.1).

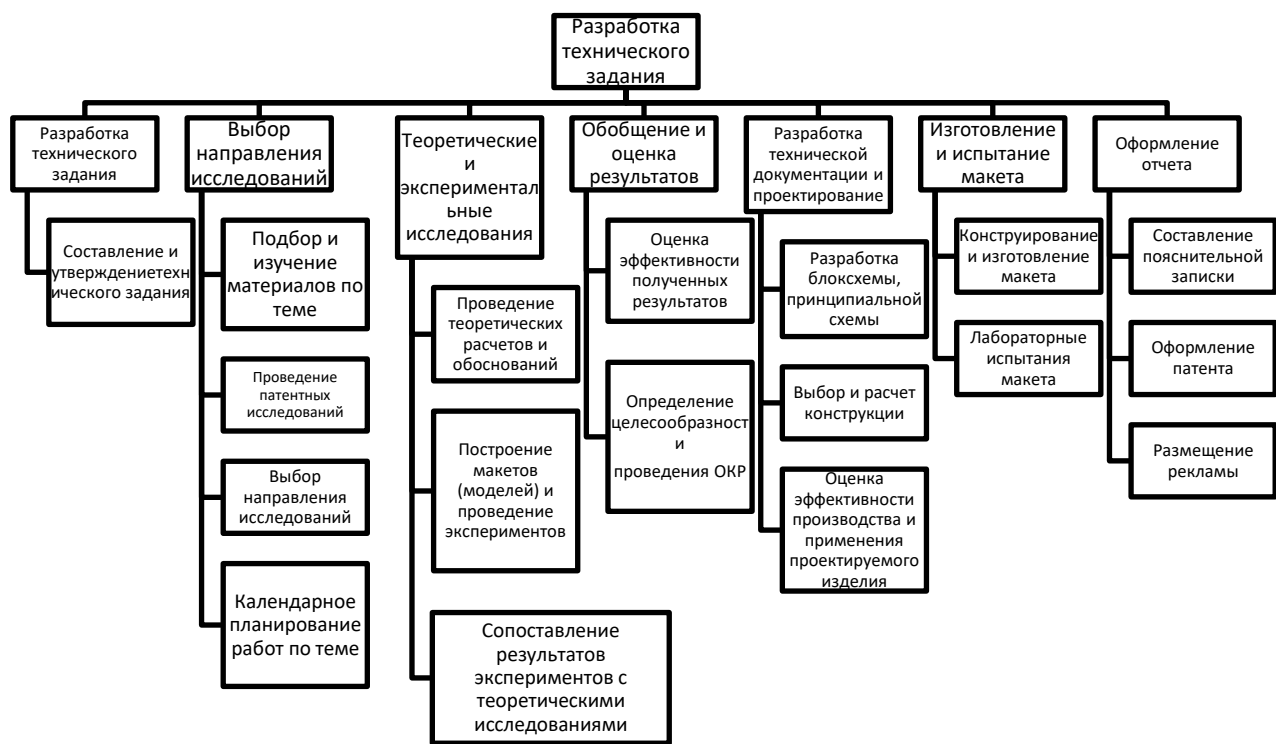


Рисунок 3.3.1 – Дерево целей

На основании дерева целей проекта составим табличную модель, определим основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения (таблица 3.3.1).

В данной работе проектная организация состоит из двух типов сотрудников:.

Таблица 3.3.1 – Работы при реализации проекта







Номер	Наименование	Продолжительность, дней	Исполнители
1	Составление и утверждение технического задания	3	Руководитель темы, Студент-дипломник
2	Подбор и изучение материалов по тем	7	Руководитель темы, Студент-дипломник
3	Проведение патентных исследований	10	Студент- дипломник
4	Выбор направления исследований	3	Руководитель темы, Студент-дипломник
5	Календарное планирование работ по теме	3	Студент- дипломник
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	15	Студент- дипломник
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	13	Студент- дипломник
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	8	Руководитель темы, Студент-дипломник
9	Оценка эффективности полученных результатов	13	Руководитель
10	Определение целесообразности проведения ОКР	16	Руководитель
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	8	Руководитель темы, Студент-дипломник
12	Выбор и расчет конструкции	7	Руководитель темы, Студент-дипломник
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	5	Руководитель темы, Студент-дипломник
14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	10	Студент- дипломник
15	Лабораторные испытания макета	4	Студент- дипломник
16	Составление пояснительной записки	4	Студент- дипломник
17	Оформление патента	6	Руководитель темы, Студент-дипломник

Продолжение таблицы 3.3.1

18	Размещение рекламы	6	Студент- дипломник
----	--------------------	---	--------------------

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 3.3.2).

График Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работы.

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	tki	Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	5														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	11														
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	27														
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3														
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	3														
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	22														







### 3.4.1 Расчет материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 3.4.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы $З_m$ , руб
Краска для принтера	шт.	1	550	550
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	190	380
Универсальная токарная ALX1500	шт.	1	636800	636800
Долбежный станок 7А420	шт.	1	100000	100000
Штангенциркуль	шт.	5	300	1500
Внутренний микрометр	шт.	5	1600	8000
Итого, руб				747230

В сумме материальные затраты составили 747230 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

### 3.4.2 Заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату  $З_{осн}$  и дополнительную заработную плату  $З_{доп}$ :

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}.$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от  $З_{осн}$ .

Основная заработная плата работника:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн. (таблица 8.3.1);

$З_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d},$$

где  $З_м$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дней  $М=11$  месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней  $М=10$  месяцев, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_м = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где  $З_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $З_{тс}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн},$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$З_м = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35100 \text{ руб.};$$

$$З_{дн} = \frac{З_м \cdot М}{F_d} = \frac{35100 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1755 \text{ руб.};$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p = 1755 \cdot 13 = 22815 \text{ руб.};$$

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,135 \cdot 22815 = 3080 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

$$З_м = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 19000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 37050 \text{ руб.};$$

$$З_{дн} = \frac{З_м \cdot М}{F_d} = \frac{37050 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1852,5 \text{ руб.};$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_p = 1852,5 \cdot 17 = 31495,5 \text{ руб.};$$

$$З_{доп} = К_{доп} \cdot З_{осн} = 0,135 \cdot 31495,5 = 4251,5 \text{ руб.}$$

Таблица 3.4.2.1 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$З_{тс},$ руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$З_m,$ руб.	$З_{дн},$ руб.	$T_p,$ раб. дн.	$З_{осн},$ руб.	$k_d$	$З_{доп},$ руб.	Итого, руб.
руководитель	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1755	13	22815	0,135	3080	25895
студент	19000				37050	1852,5	17	31495,5		4251,5	35747

### 3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 14 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 3.4.3.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	22815	3080
Студент	31495,5	4251,5
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Руководитель	7768,5	
Студент	10724,1	

### 3.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в

предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$З_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}},$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$З_{\text{нак}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{з}} + З_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$З_{\text{нак}} = (747230 + 61642 + 18492,6) \cdot 0,16 = 132378 \text{ руб.}$$

### 3.5 Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 3.5.1.

Таблица 3.5.1 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	747320	82
2. Затраты по основной зарплате	54310,5	5,98
3. Затраты по дополнительной зарплате	4331,5	0,47
4. Отчисления во внебюджетные фонды	18492,6	2,03
5. Накладные расходы	132378	9,52
Бюджет затрат на проектирование	907832,6	100

Бюджет всех затрат проекта равен 907832,6 рублей. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (82 %).

### 3.6 Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

$b_i$  – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3.6.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4
4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,45.$$

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 142 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 907832,6 рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибальной шкале  $I_p = 4,45$ , что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**  
**«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Сунь Тянько

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР: Разработка технологического процесса изготовления «Вентилятор».

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является вентилятор  Область применения: Охлаждения двигателя в период работа.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	– Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.
<b>2. Производственная безопасность:</b>  2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ выявленных вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– отклонение параметров микроклимата в помещении;</li> <li>– повышенный уровень шума/вибрация;</li> <li>– вредные вещества;</li> </ul>

	<p>Психофизические факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенная нагрузка на органы зрения</li> <li>– длительные статические нагрузки;</li> <li>– монотонность труда;</li> <li>– нервно-эмоциональное напряжение.</li> </ul> <p>Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с программным обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– опасность поражения электрическим током,</li> <li>– опасность поражения статическим электричеством,</li> <li>– короткое замыкание.</li> <li>– Работа механизмов;</li> <li>– Запыленность;</li> <li>– СИЗы;</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– Утилизация используемой орг.техники, макулатуры и люминесцентных ламп.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар.</p> <p>Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– эвакуации, огнетушитель.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата
-----------	-----	-----------------	---------	------

		<b>звание</b>		
Старший преподаватель	Скачкова Л.А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
158Л51	Сунь Тянько		

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

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;

3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;
- стены – сплошные, светло-голубые;
- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.

Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м<sup>3</sup> свободного пространства и не менее 4.5 м<sup>3</sup> площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.



Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

В связи с тем, что проведение экспериментов занимает длительное время, работать в помещении лаборатории приходится как в светлое, так и в темное время суток, что неизбежно обуславливает необходимость использования искусственного освещения.

Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

## 2. Производственная безопасность

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

Таблица 1 -Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
2.Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

### 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 ( $\phi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\phi < 20\%$ ) 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 применяются 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	$\leq 0.1$
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	$\leq 0.2$

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.

## 2.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный

асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения. Нельзя сказать, что за последние два десятилетия на предприятиях машиностроения ничего не сделано в области снижения вредного воздействия охлаждающих эмульсий на организм человека и окружающую среду. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых химических веществ. Так же со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно-механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик). Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Не углубляясь во все тонкости микробиологии, в целом совокупность веществ, входящих в состав водных эмульсий, можно характеризовать и как питательную среду для развития бактерий и грибов.

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

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

### ***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 должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

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

## 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  $A = 10$  м, ширина  $B = 8$  м, высота  $= 3,5$  м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где  $A$  – длина, м;  $B$  – ширина, м.

$$S = 10 \times 8 = 80 \text{ м}^2$$

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

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен  $\Phi_{лд} = 3000$  Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для

люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda=1,2$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$h = h_n - h_p$ , где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса,

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

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

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

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

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

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

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4$$

Общее число светильников:

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

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

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

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

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

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

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

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

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток

## **2.5 Электробезопасность**

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

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

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

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

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

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

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.

### *Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.*

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

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

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

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

### **3. Экологическая безопасность:**

#### **Защита атмосферы**

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

- экологизацию технологических процессов;
- очистки газа от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т. д.

Экологизация технологических процессов-создание замкнутого технологического цикла, без отходов и малу линии технологии, для предотвращения попадания в атмосферу вредных веществ грязная. Кроме того, предварительная очистка топлива или замена его более экологичными типами, приложения гидрообеспыливания, перераспределения газа, передача в сектор электроэнергетики и др.

Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждения преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и др.).

Объем выбросов от аэрозолей, использование различных типов оборудования, в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), влажная уборка: пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, поглощения, адсорбционные) и другие технологии очистки природного газа от токсичных газов и паров загрязняющих веществ.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере является снижение его концентрации риска, — это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Высшее руководство, более рассеянный эффект. К сожалению, такой подход позволяет снизить локальное загрязнение, но это показывает летней областью.

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) — это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в

атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

### **Защита гидросферы**

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важный и очень сложный вопрос о защите водных источников от загрязнения. Для достижения этой цели, включая следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, использования систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов;
- очистка промышленных, городских и очистки сточных вод, и др.;
- передача сточных вод на другие предприятия, которые накладывают менее жесткие требования по качеству воды и если, в ней содержатся примеси, следовательно, не оказывают вредного воздействия на технические процедуры этих предприятий, а, скорее, улучшают качества продукции (например, инфекционные очистки сточных вод химических производств, предприятий строительной индустрии производство);
- обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах;
- очистка поверхностного стока с урбанизированных, промышленных территорий;
- создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. Учитывая многообразие состава сточных вод существуют различные способы очистки: механическая очистка, физико-химические, химические, биологические и др. В зависимости от характера загрязнения и уровней рисков очистки сточных вод может сделать какой-либо метод или набор методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жиромеханическими ловушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические методы используются для очистки ключевых промышленных сточных вод.

При химической очистке сточных вод, вводится в специальные реагенты (известь, карбонат натрия, аммиак и др.), это взаимодействие с загрязнителями и выпадение в осадок.

Физические и химические очистки чаще использование коагуляции, сорбции, флотации и др.



Очистка коммунальных, промышленных сточных вод, нефтеперерабатывающих заводов, пищевых предприятий по механической обработке применение биологических методов. Этот метод основан на способности природных микроорганизмов для их развитие, органические вещества и некоторые неорганические соединения рисков, содержащихся в сточной воде. Более чистого производства. Правительственные искусственные сооружения (аэрационные, биофильтры, метантанк и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, органогенный пруды, и др.). В очистку сточных вод используется осадок и сняв высохшую на кровать обезвоживания осадка и затем используется в качестве удобрения. Однако, в биологической очистки, проблемы-бытовых сточных вод и промышленных сточных вод, содержащих тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнения собираются в осадок и их использование в качестве исключены удобрений. Это приводит к вопросу обработки осадка, очистки сточных вод во многих городах Украины, включая Харьков.

Важную роль защиты в любом водоеме выполняют водоохранные зоны, это специальные зоны устраивают вдоль берегов рек, водохранилищ, озер. Основной задачей является защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозии поверхности осадок стоком. Ширина водоохранах зон может составлять от 100 до 300 м и более. В пределах водоохраной зоны почва должна быть закреплена растительностью, высажены защитные лесные полосы, запрещается хозяйственная деятельность: распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов, удобрений, производство строительных работ, размещение складов, гаражей, животноводческих комплексов и др.

Мониторинг качества воды продолжается для оценки возможности его использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыб хозяйственного и технического задания. Для того, чтобы оценить качество воды, анализировать его физических свойств и состава.

Определяют вкус, запах, температуру, мутность, прозрачность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а объем кишечного палки в литре воды. Все суммы, не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод, чтобы предотвратить повреждение резерва (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

#### **4. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

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

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

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

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

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

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

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

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

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

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

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

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

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

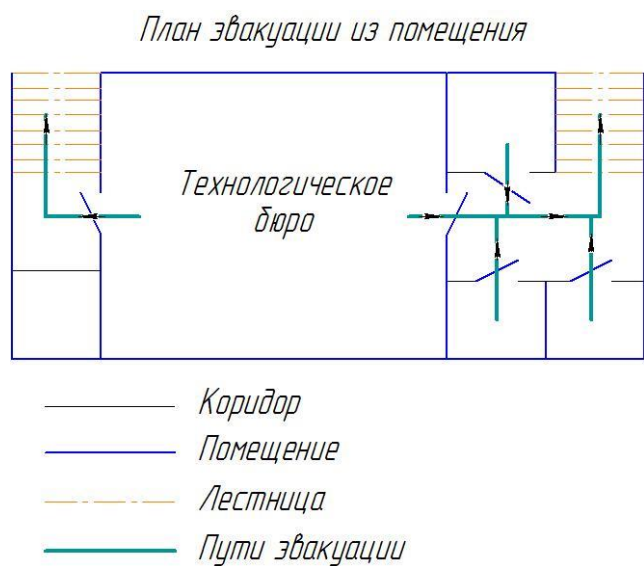


Рис 2. План эвакуации.

Вывод: В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующих факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности, пожарная безопасность.

## Список

1. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сусллова.Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с, илл.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Сусллова. Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
3. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. В. Ф. Скворцов - ISBN 5-98298.
4. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Горбачев А. Ф. Шкред В. А. ISBN 978-5-91872-082-0
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. - Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил. -450-7 5-217-00032-5.