

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

---

Институт ИК  
Направление подготовки Машиностроение  
Кафедра ТАМП

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления полумуфты</b>

УДК 621.825.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л21	Ерыкалов Иван Владиславович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Бознак А.О.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Мезенцева И. Л.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов А.Ю.	к.т.н		

## Оглавление

Введение.....	4
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	5
Техническое задание.....	6
1.1 Анализ технологичности детали.....	7
1.2 Определение типа производства.....	8
1.3 Разработка маршрута изготовления детали.....	12
1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	21
1.4.1 Определение допусков на технологические размеры.....	21
1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	22
1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	26
1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров.....	28
1.4.5 Расчет осевых технологических размеров.....	30
1.5 Расчет режимов и мощности резания переходов.....	33
1.6 Нормирование технологических операций.....	46
1.6.1 Расчет основного времени.....	46
1.6.2 Расчет вспомогательного времени.....	53
1.6.3 Расчет оперативного времени.....	54
1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места.....	54
1.6.5 Расчет времени на отдых.....	55
1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени.....	55
1.6.7 Расчет штучного времени.....	56
1.6.8 Расчет штучно-калькуляционного времени.....	56
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	57
2.1 Расчет силы закрепления.....	58
2.2 Описание работы приспособления.....	62
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	64
3.1 Общие положения.....	66
3.2 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы».....	67
3.3 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты».....	69
3.4 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты».....	69
3.5 Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели».....	70
3.6 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих».....	70
3.7 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих».....	70
3.8 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды».....	71
3.9 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения».....	71
3.10 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования».....	72
3.11 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	77
3.12 Расчет затрат по статье «Технологические потери».....	77

3.13	Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	78
3.14	Расчет затрат по статье «Потери брака».....	78
3.15	Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы».....	78
3.16	Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию».....	78
3.17	Расчет прибыли.....	79
3.18	Расчет НДС.....	79
3.19	Цена изделия.....	79
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	80
4.1	Производственная безопасность.....	82
4.2	Экологическая безопасность.....	89
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	91
4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	92
	Список литературы.....	93

## Введение.

Машиностроение играет основополагающую роль в ускорении научно-технического прогресса, в повышении производительности труда, в переводе экономики на интенсивный путь развития, создает условия, определяющие развитие многих видов производства и отраслей промышленности.

Важными задачами машиностроения являются совершенствование технологических процессов, внедрение автоматизации производства и точечной механизации. Необходимо так же использовать достижения науки, совершенствовать методы управления персоналом, следить за нормами охраны труда, отдыхом, организацией питания персонала.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «Полумуфта». Для этого необходимо рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка. Кроме того, необходимо рассчитать время, требуемое для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

# **1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## Техническое задание.

Разобрать технологический процесс изготовления детали «Полумуфта». Чертёж детали представлен на рис. 1.1. Годовая программа выпуска: 1200 шт.

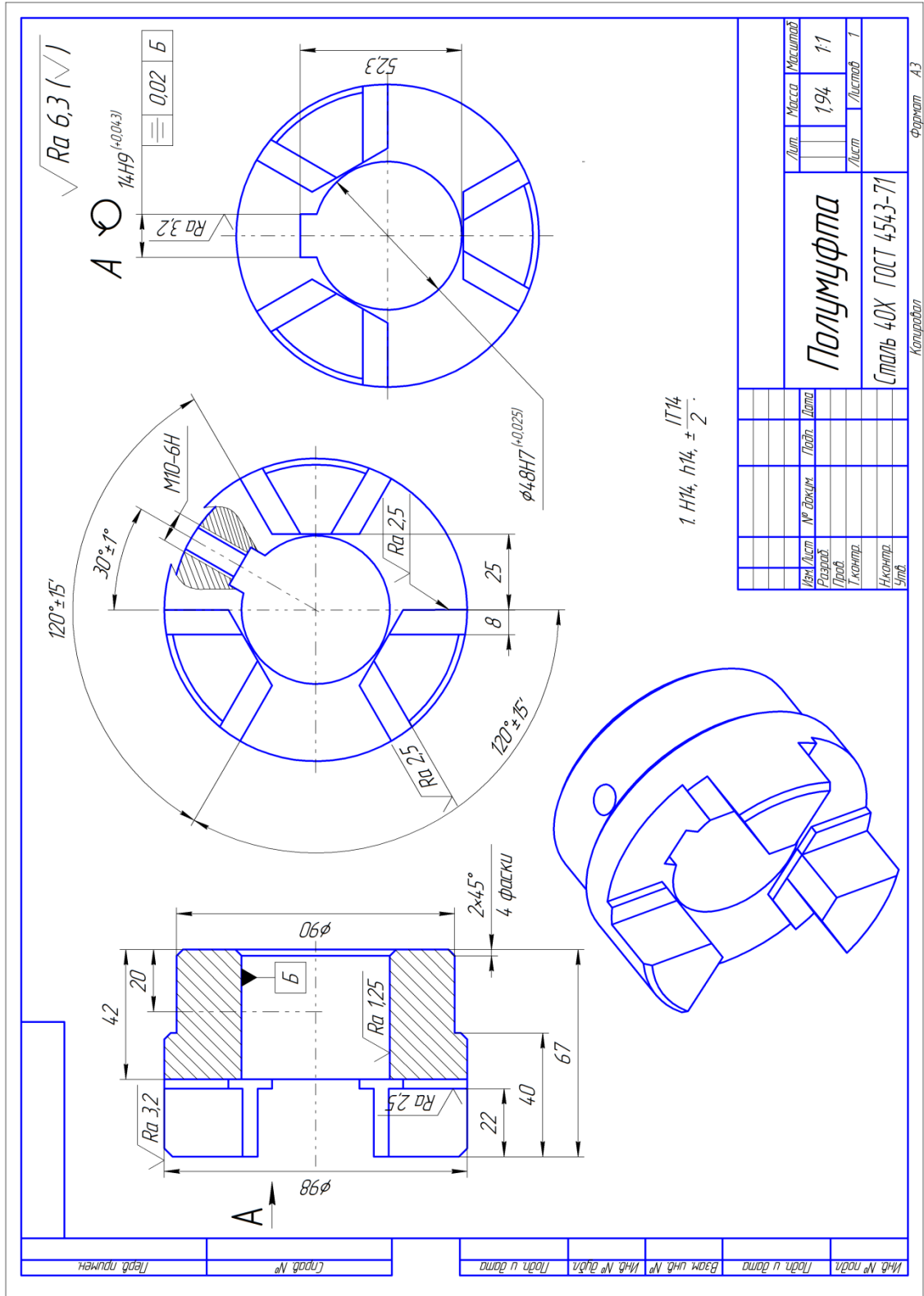


Рис. 1.1 Чертёж детали

## 1.1 Анализ технологичности детали

Анализируя параметры точности размеров детали, можно заметить, что на поверхности назначены относительно грубые допуски, что позволяет использовать обычное оборудование и простой измерительный инструмент. Наличие точной поверхности  $\varnothing 48H7^{(+0,025)}$  и Ra 1,25 подразумевает использование операции, обеспечивающей высокую точность размера.

Что касается точности формы и расположения поверхностей, то в данном случае предъявлены повышенные требования к пазу  $14H9^{(+0,043)}$  Ra 3,2.

Относительно качества поверхностного слоя не было предъявлено жестких требований по обеспечению низкого параметра шероховатости. Параметры шероховатости Ra 6,3 для всех поверхностей, а также на  $\varnothing 98$

Ra 2,5 для ступеньки, Ra 3,2 по наружной стороне могут быть выдержаны при токарной обработке, т.е. без необходимости применения операций на точность расположения зубьев и резьбовое отверстие.

Также на чертеже обозначен материал Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Заготовку получаем отрезкой из прутка. Программа выпуска деталей составляет 1200 штук.

Марка: Сталь 40Х.

Классификация: Сталь конструкционная легированная

Дополнение: Сталь хромистая

Применение: Оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Химический состав в % материала 40Х

ГОСТ 4543 – 71

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

Легкообрабатываемая сталь.

## 1.2 Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_в}{T_{cp}}, \quad (1)$$

где  $t_в$  – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_в = \frac{F_r}{N_r},$$

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

$N_r$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5,стр.22] при односменном режиме работы:  $F_r = 1976$  ч.

Тогда

$$t_в = \frac{F_r}{N_r} = \frac{1976 \times 60}{1200} = 98,8 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n}, \quad (2)$$

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

$n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 6 операции ( $n=6$ ).



Штучно – калькуляционное время  $i$ - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5,стр.147]:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{кi} \cdot T_{oi} \quad (3)$$

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

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

Для нулевой операции (заготовительная):  $\varphi_{к.0} = 1$  ;

Для первой операции (токарная с ЧПУ ):  $\varphi_{к.1} = 2,14$ ;

Для второй операции (токарная с ЧПУ ):  $\varphi_{к.2} = 2,14$ ;

Для четвертой операции (сверление):  $\varphi_{к.4} = 1,75$ ;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время заготовительной операции определяем:

$$T_{00} = (0,19 \cdot D^2) \cdot 10^{-3}$$

где  $D$  –наружный диаметр, мм;

Тогда:

$$T_{00} = (0,19 \cdot 105^2) \cdot 10^{-3} = 2,09 \text{ мин};$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к0} = \varphi_{к.0} \cdot T_{o,0} = 2,09 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время первой, токарной с ЧПУ операции (см. чертеж детали):

$$T_{01} = (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,1dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,18dl) \cdot 10^{-3}$$

где  $D$  –наружный диаметр, мм;

$d$  – диаметр отверстия, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$\begin{aligned} T_{01} &= (0,037 \cdot (105^2 - 0^2) + (0,1 \cdot 98 \cdot 45) + (0,1 \cdot 90 \cdot 27) + (0,52 \cdot 8 \cdot 10) \\ &\quad + (0,52 \cdot 10 \cdot 68) + (0,52 \cdot 45 \cdot 68) + (0,18 \cdot 48 \cdot 45)) \cdot 10^{-3} \\ &= 407,925 + 441 + 243 + 41,6 + 353,6 + 1591,2 + 388,8 \\ &= 3467,13 \cdot 10^{-3} = 3,47 \text{ мин;} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{\text{ш.к1}} = \varphi_{\text{к.1}} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 3,47 = 7,43 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для второй, токарной с ЧПУ операции (см. чертеж детали):

$$T_{02} = (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + (0,1dl) + 4l) \cdot 10^{-3}$$

где  $D$  – наружный диаметр, мм;

$d$  – диаметр отверстия, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$\begin{aligned} T_{02} &= (0,037 \cdot (105^2 - 45^2) + (0,1 \cdot 98 \cdot 25) + ((4 \cdot 95) \cdot 6)) \cdot 10^{-3} \\ &= (482,85 + 245 + 2280) \cdot 10^{-3} = 3,01 \text{ мин} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции рассчитываем по формуле (3):

$$T_{\text{ш.к2}} = \varphi_{\text{к.2}} \cdot T_{0.2} = 2,14 \cdot 3,01 = 6,44 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для четвертой, сверлильной операции (см. чертеж детали):

$$T_{04} = (0,52 \cdot dl) \cdot 10^{-3}$$

где  $d$  – наружный диаметр, мм;

$l$  - длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$T_{04} = (0,52 \cdot 8,43 \cdot 25) \cdot 10^{-3} = 109,59 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ мин},$$

Штучно – калькуляционное время данной операции так же определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к4} = \varphi_{к4} \cdot T_{о.4} = 1,75 \cdot 0,11 = 0,19 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к0} + T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к4}}{4} = \frac{2,09 + 7,43 + 6,44 + 0,19}{4} = 4,03$$

мин.

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$K_{з.о.} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{98,8}{4,03} = 24,52 \text{ мин.}$$

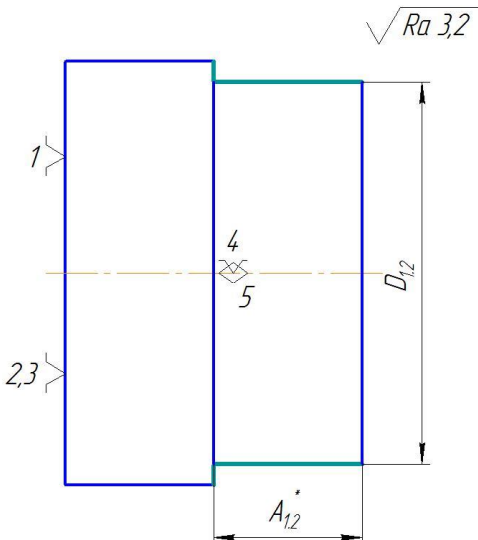
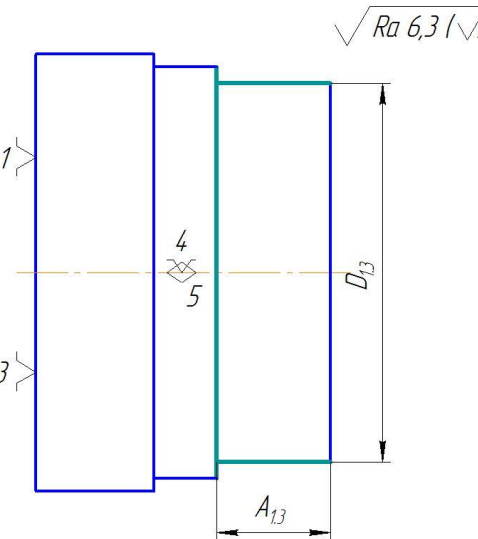
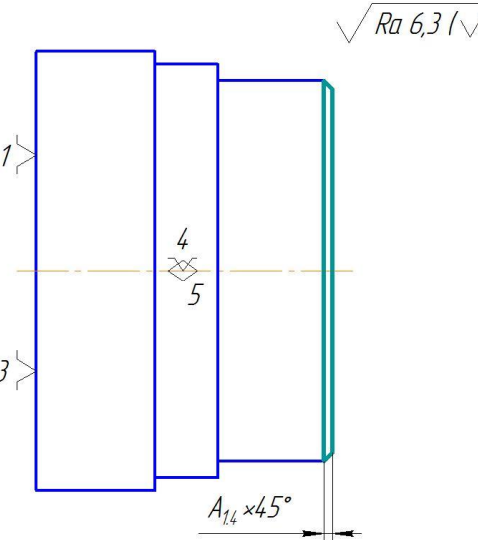
Так как  $K_{з. о} = 24,52 \geq 20$ , то тип производства мелкосерийный.

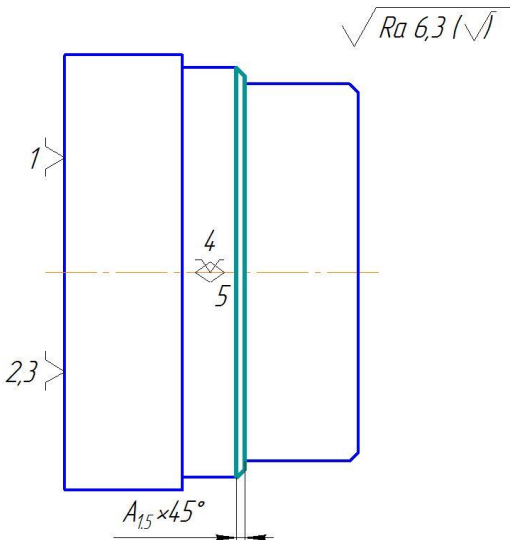
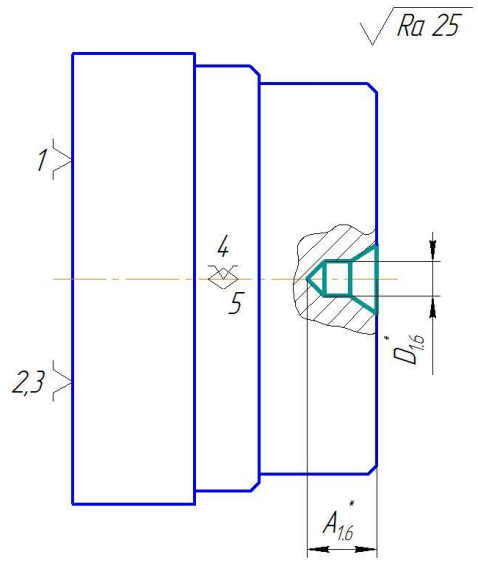
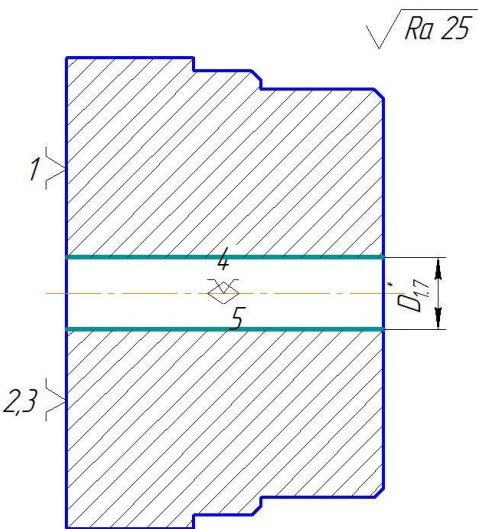
### 1.3 Разработка маршрута изготовления детали

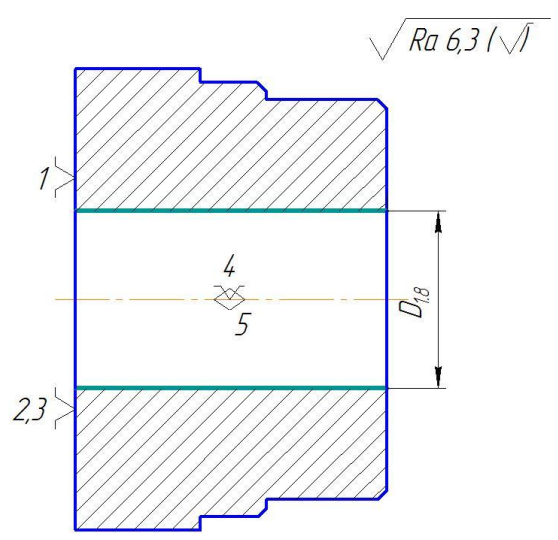
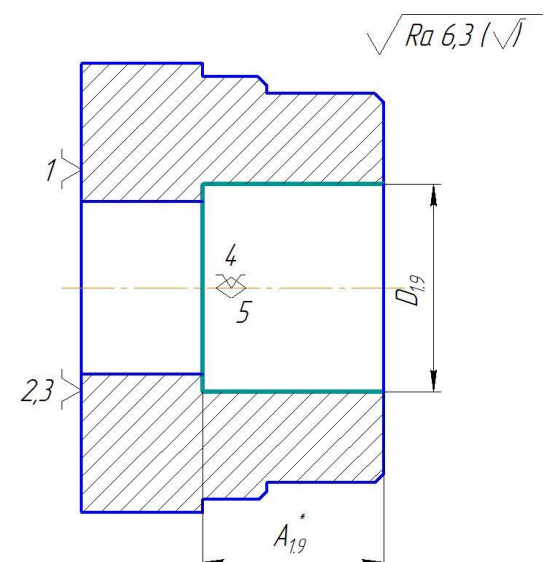
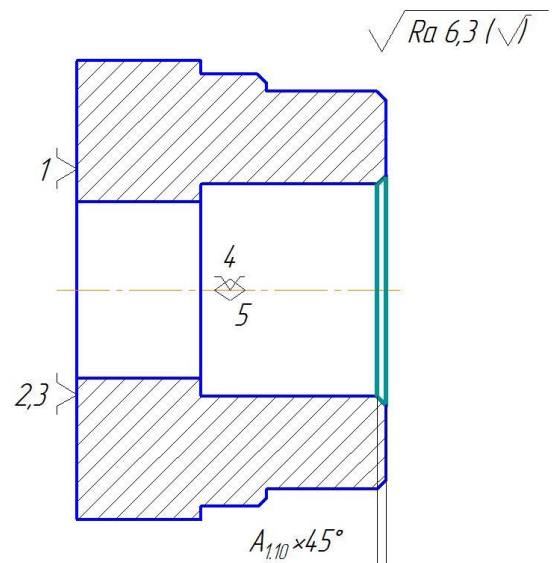
Маршрут технологии изготовления детали типа «Полумуфта 48» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

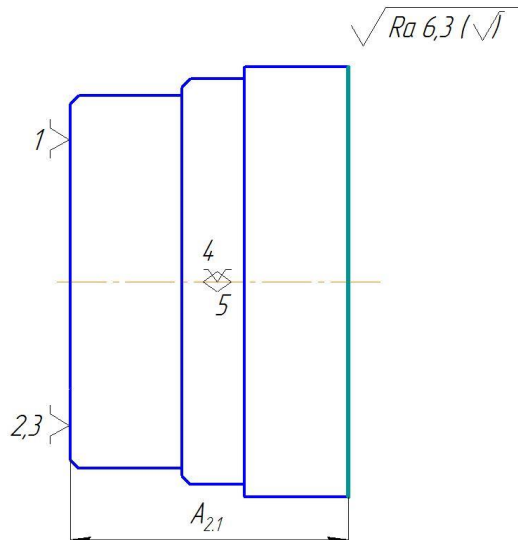
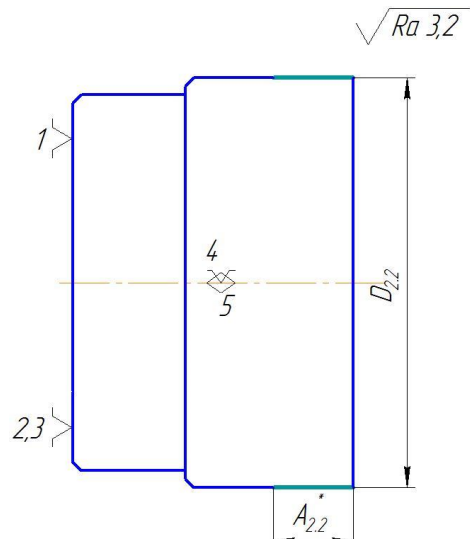
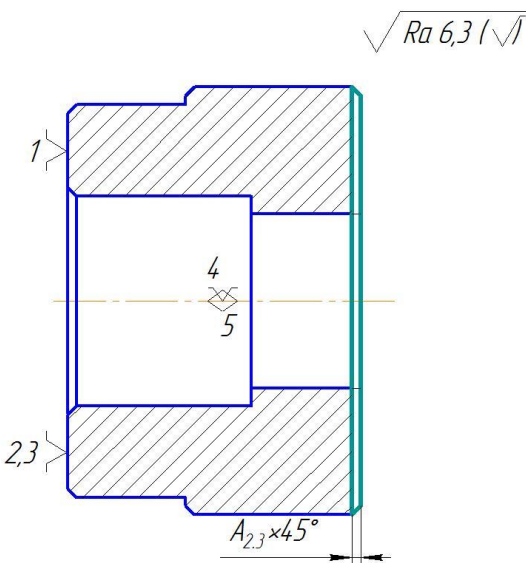
Таблица 1 - Маршрут обработки.

<b>Номер</b>		<b>Наименование операций и содержание переходов</b>	<b>Операционный эскиз</b>
<b>Операции</b>	<b>Переход</b>		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b>0</b>	<b>1</b>	<p><b>Заготовительная</b></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Отрезать, выдерживая размер <math>A_{0,1}</math></p>	
<b>1</b>	<b>1</b>	<p><b>Токарная с ЧПУ</b></p> <p>Установ А</p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Подрезать торец, выдержав размер <math>A_{1,1}</math></p>	

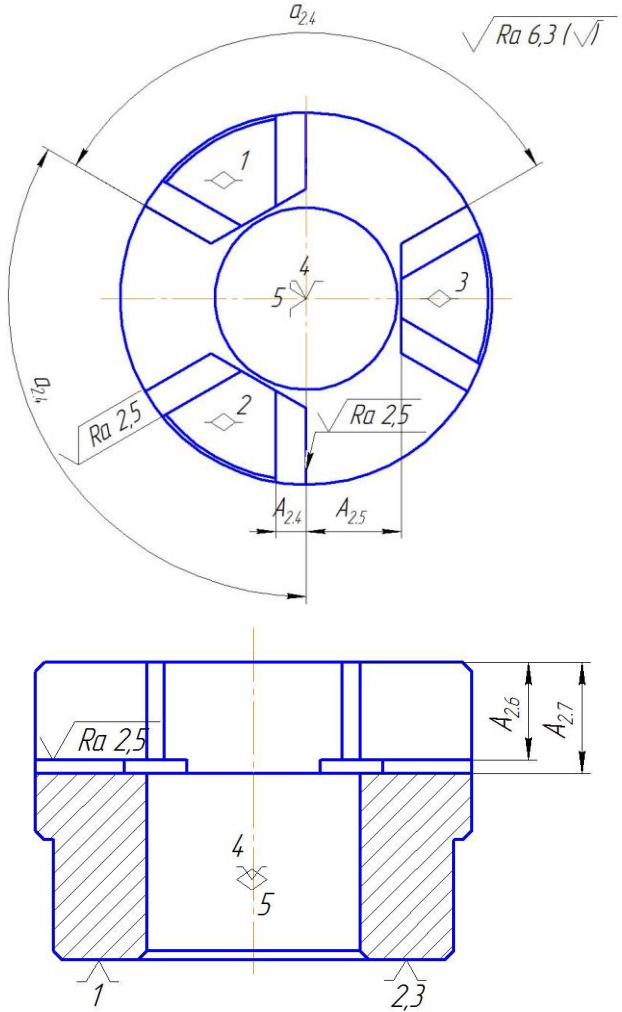
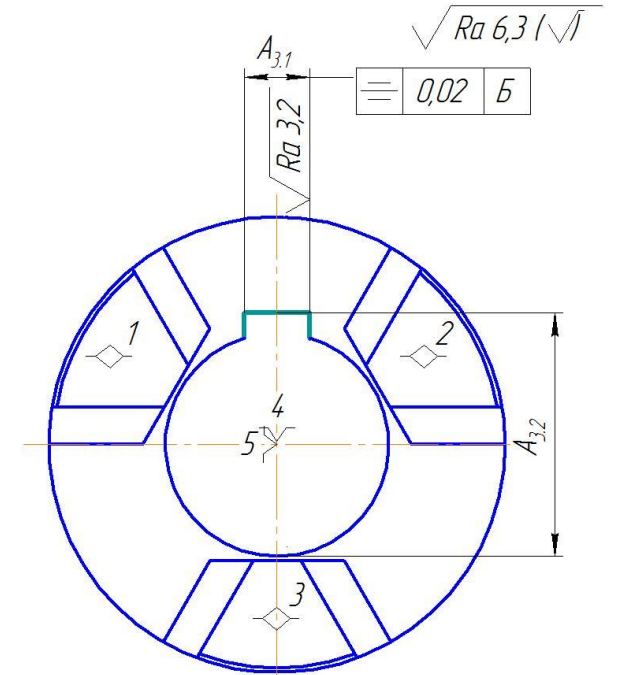
	<p>2</p>	<p>Точить, выдерживая размеры <math>A_{1.2}^*</math> и <math>D_{1.2}</math></p>	
	<p>3</p>	<p>Точить, выдерживая размеры <math>A_{1.3}</math> и <math>D_{1.3}</math></p>	
	<p>4</p>	<p>Точить фаску, выдерживая размер <math>A_{1.4} \times 45^\circ</math></p>	

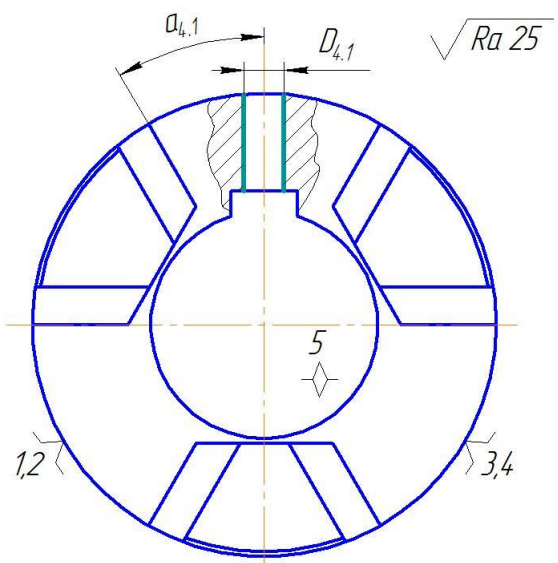
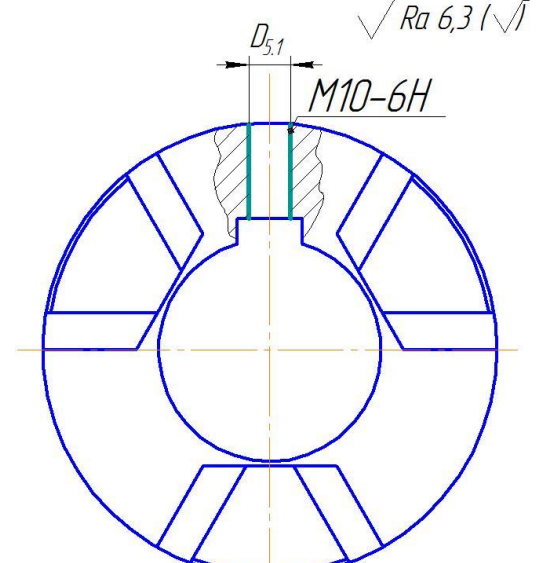
<p>5</p>	<p>Точить фаску, выдерживая размер <math>A_{1.5} \times 45^\circ</math></p>	
<p>6</p>	<p>Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размеры <math>A_{1.6}^*</math> и <math>D_{1.6}^*</math></p>	
<p>7</p>	<p>Сверлить, выдерживая размер <math>D_{1.7}^*</math></p>	

	<p><b>8</b> <i>Расверлить, выдерживая размер <math>D_{1.8}</math></i></p>	
	<p><b>9</b> <i>Расточить, выдерживая размеры <math>A_{1.9}^*</math> и <math>D_{1.9}</math></i></p>	
	<p><b>10</b> <i>Точить фаску, выдерживая размер <math>A_{1.10} \times 45^\circ</math></i></p>	

2	1	<p><b>Токарная с ЧПУ</b></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Подрезать торец, выдерживая размер <math>A_{2.1}</math></p>	
	2	<p>Точить поверхность, выдерживая размеры <math>A_{2.2}^*</math> и <math>D_{2.2}</math></p>	
	3	<p>Точить фаску, выдержав размер <math>A_{2.3} \times 45^\circ</math></p>	



	<p><b>4</b></p>	<p>Фрезеровать, выдерживая размеры <math>\alpha_{2.4}</math>, <math>A_{2.4}</math>, <math>A_{2.5}</math>, <math>A_{2.6}</math> и <math>A_{2.7}</math></p>	
<p><b>3</b></p>	<p><b>1</b></p>	<p><b>Долбёжная</b></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Долбить паз, выдерживая размеры <math>A_{3.1}</math>, <math>A_{3.2}</math></p>	

<p><b>4</b></p>	<p><b>1</b></p>	<p><b>Сверлильная</b></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Сверлить, выдержавая размеры <math>\alpha_{4.1}</math> и <math>D_{4.1}</math></p>	
<p><b>5</b></p>	<p><b>1</b></p>	<p><b>Слесарная</b></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Нарезать резьбу <math>D_{5.1}</math></p>	

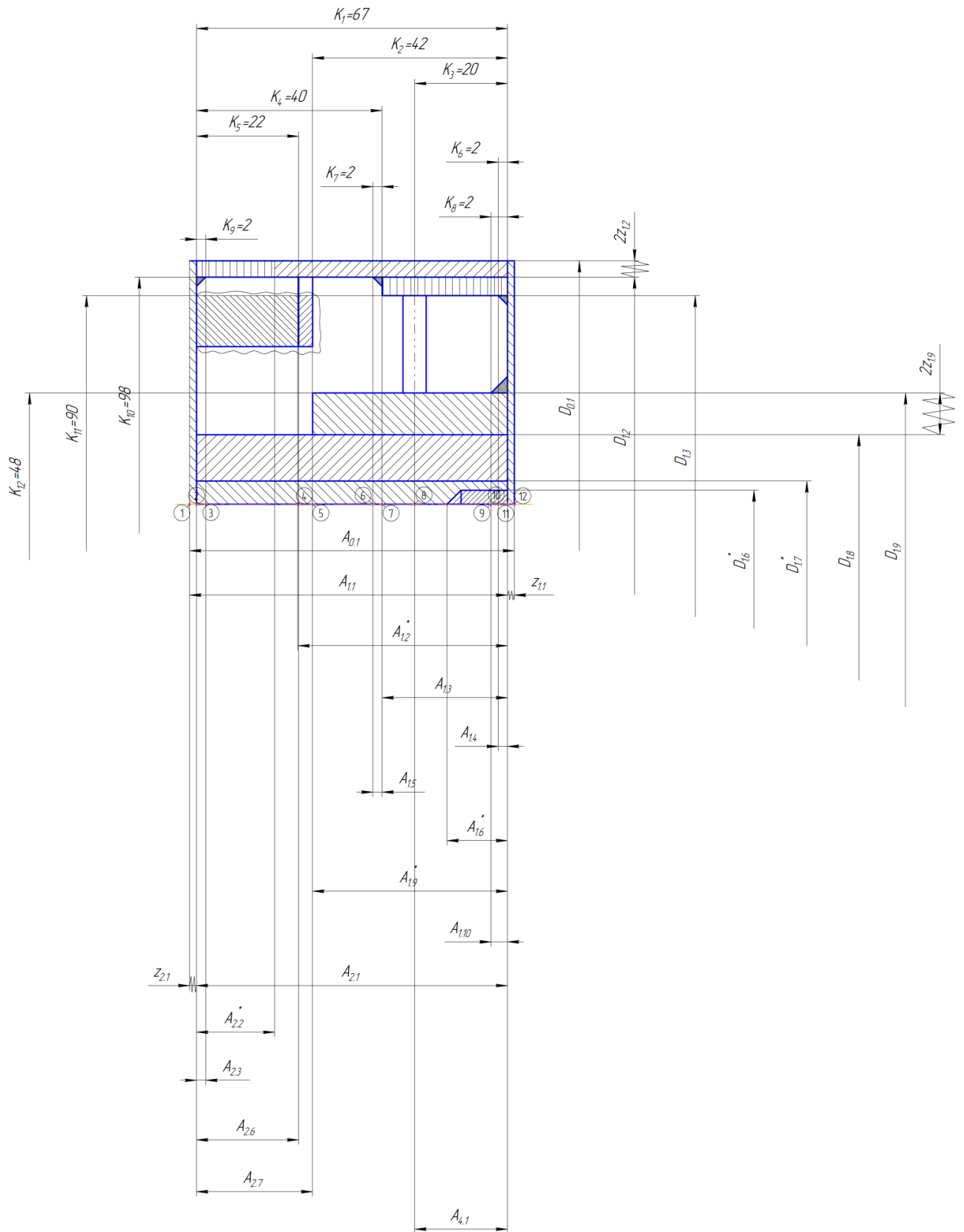


Рис. 1.2 Размерная схема

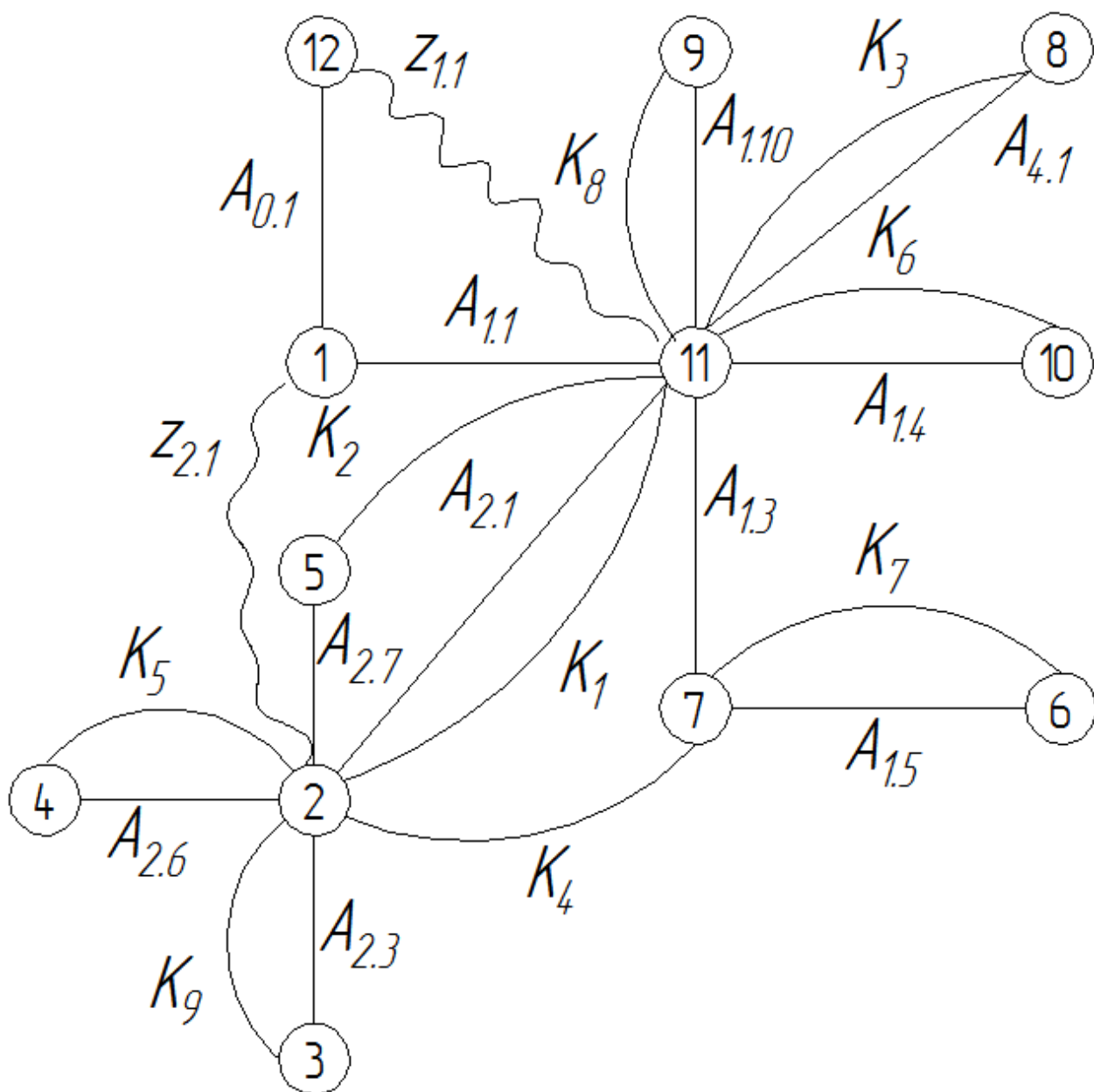


Рис. 1.3 Граф технологических размеров

## 1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

### 1.4.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Допуски

Допуски

на осевые размеры, мм.

на диаметральные размеры, мм.

$$TA_{0.1} = 2$$

$$\varnothing 100 \dots \varnothing 115 \text{ прокат: } es = +0,6; ei = -1,7$$

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{i-1} = 0,25 + 1 = 1,25$$

$$TD_{0.1} = 2,3$$

$$TA_{1.2}^* = 1$$

$$K_{10} = D_{1.2}; TK_{10} = TD_{1.2} = 0,87$$

$$TA_{1.3} = \omega_c = 0,2$$

$$K_{11} = D_{1.3}; TK_{11} = TD_{1.3} = 0,87$$

$$TA_{1.4} = TK_6 = 0,25$$

$$TD_{1.6}^* = \omega_c = 0,4$$

$$TA_{1.5} = TK_7 = 0,25$$

$$TD_{1.7}^* = \omega_c = 0,4$$

$$TA_{1.6}^* = \omega_c = 1$$

$$TD_{1.8} = \omega_c = 2$$

$$TA_{1.9}^* = 1$$

$$K_{12} = D_{1.9}; TK_{12} = TD_{1.9} = 0,025$$

$$TA_{1.10} = TK_8 = 0,25$$

$$TA_{2.1} = 0,4$$

$$TA_{2.2}^* = 1$$

$$TA_{2.3} = TK_9 = 0,25$$

$$TA_{2.6} = TK_5 = 0,52$$

$$TA_{2.7} = \omega_c = 0,2$$

$$TA_{4.1} = K_3 = 0,52$$

#### 1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров необходимо построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. На данную схему наносят все технологические размеры, припуски на обработку, а так же конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы выделяют размерные цепи, замыкающимися звеньями в которых являются конструкторские размеры и припуски на обработку.

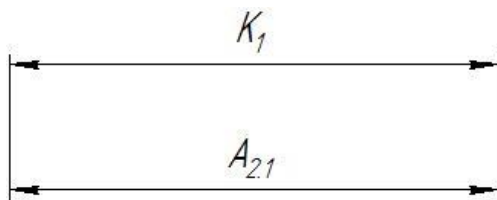
Конструкторские размеры выдерживаемые непосредственно:

$$1. K_1 = 67_{-0,74}$$

$$TK_1 = 0,74$$

$$\sum TA = TA_{2.1} = 0,4$$

$$TK_1 \geq \sum TA$$

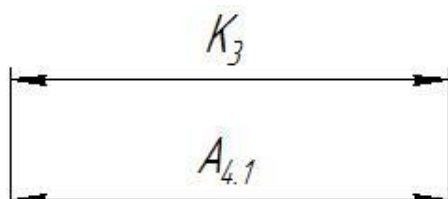


$$3. K_3 = 20_{-0,52}$$

$$TK_3 = 0,52$$

$$\sum TA = TA_{4.1} = 0,4$$

$$TK_3 \geq \sum TA$$

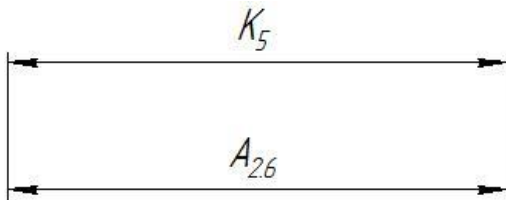


$$5. K_5 = 22_{-0,52}$$

$$TK_5 = 0,52$$

$$\sum TA = TA_{2,6} = 0,52$$

$$TK_5 \geq \sum TA$$

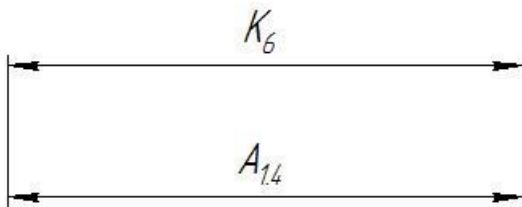


$$6. K_6 = 2_{-0,25}$$

$$TK_6 = 0,25$$

$$\sum TA = TA_{1,4} = 0,25$$

$$TK_6 \geq \sum TA$$

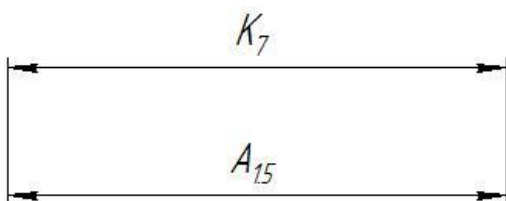


$$7. K_7 = 2_{-0,25}$$

$$TK_7 = 0,25$$

$$\sum TA = TA_{1,5} = 0,25$$

$$TK_7 \geq \sum TA$$

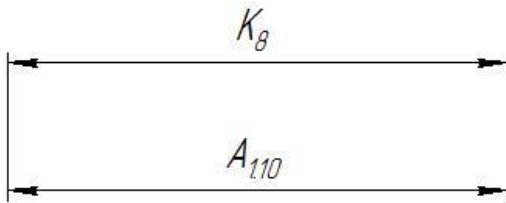


$$8. K_8 = 2_{-0,25}$$

$$TK_8 = 0,25$$

$$\sum TA = TA_{1.10} = 0,25$$

$$TK_8 \geq \sum TA$$

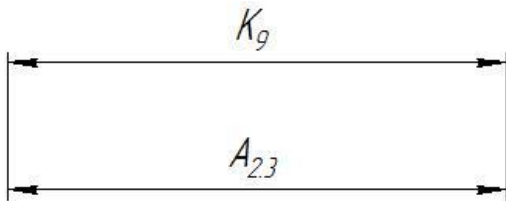


$$9. K_9 = 2_{-0,25}$$

$$TK_9 = 0,25$$

$$\sum TA = TA_{2.3} = 0,25$$

$$TK_9 \geq \sum TA$$

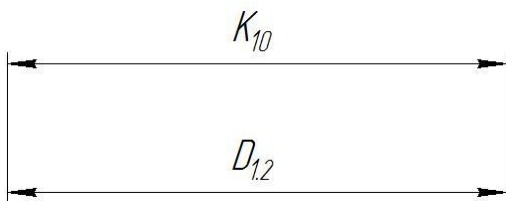


$$10. K_{10} = 98_{-0,87}$$

$$TK_{10} = 0,87$$

$$\sum TD = TD_{1.2} = 0,87$$

$$TK_{10} \geq \sum TD$$



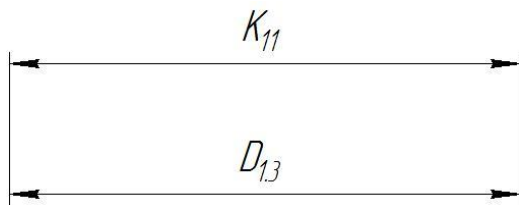


$$11. K_{11} = 90_{-0,87}$$

$$TK_{11} = 0,87$$

$$\sum TD = TD_{1,3} = 0,87$$

$$TK_{11} \geq \sum TD$$

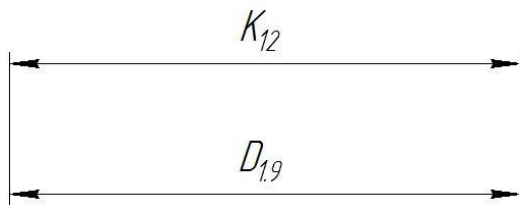


$$12. K_{12} = 48_{-0,025}$$

$$TK_{12} = 0,025$$

$$\sum TD = TD_{1,9} = 0,025$$

$$TK_{12} \geq \sum TD$$



Руководствуясь правилом, что при расчете размерных цепей методом максимума-минимума допуск замыкающего звена равен сумме допусков составляющих звеньев.

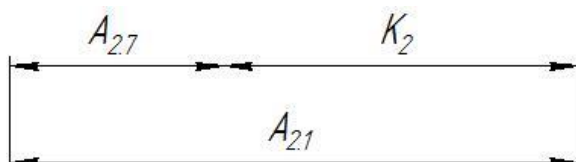
Конструкторские размеры не выдерживаемые непосредственно:

$$2. K_2 = 42_{-0,62}$$

$$TK_2 = 0,62$$

$$\sum TA = TA_{2,7} + TA_{2,1} = 0,2 + 0,4 = 0,6$$

$$TK_2 \geq \sum TA$$

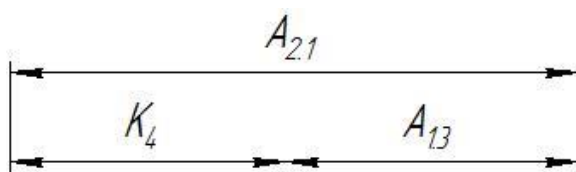


$$4. K_4 = 40_{-0,62}$$

$$TK_4 = 0,62$$

$$\sum TA = TA_{1,3} + TA_{2,1} = 0,2 + 0,4 = 0,6$$

$$TK_4 \geq \sum TA$$



Данная технология обеспечивает точность всех конструкторских размеров.

### 1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический [7].

При нормативном методе значения  $z_{i \min}$  находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе  $z_{i \min}$  находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

$$2z_i^{D \min} = 2 \cdot \left( R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (4)$$

где:  $z_{\min i}^D$  – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

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

$h_{i-1}$  - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2}, \quad (5)$$

где:  $\rho_{\phi_{i-1}}$  – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p_{i-1}}$  – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$2z_{1.2}^{D \min} = 2 \cdot \left( 150 + 150 + \sqrt{35^2 + 440^2} \right) = 1482 \text{ мкм} = 1,482 \text{ мм};$$

$$2z_{1.9}^{D \min} = 2 \cdot \left( 100 + 100 + \sqrt{100^2} \right) = 600 \text{ мкм} = 0,6 \text{ мм};$$

Расчет минимальных значений для осевых припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (6)$$

где:  $z_{\min i}^D$  – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

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

$h_{i-1}$  - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{p i-1}, \quad (7)$$

где:  $\rho_{\phi i-1}$  – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$  – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$z_{11}^{\min} = 160 + 300 + 1000 + 110 = 1570 \text{ мкм} = 1,57 \text{ мм};$$

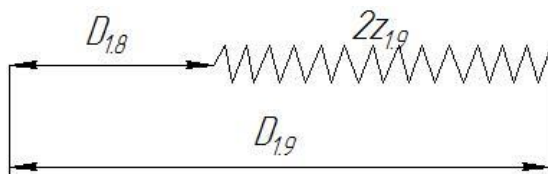
$$z_{21}^{\min} = 160 + 300 + 1000 + 90 = 1550 \text{ мкм} = 1,55 \text{ мм};$$

#### 1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров

1. Найдем технологический размер  $D_{1.9}$ .

$$D_{1.9} = K_{12} = 48_{-0,025} \text{ мм};$$

2. Найдем технологический размер  $D_{1.8}$ .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $D_{1.8}$ .

$$D_{1.9}^{\text{cp}} = K_{12}^{\text{cp}} = 47,987 \text{ мм};$$

$$2Z_{1.9}^{\text{D cp}} = \frac{2Z_{1.9}^{\text{D min}} + (2Z_{1.9}^{\text{D min}} + TD_{1.9} + TD_{1.8})}{2} = \frac{0,6 + (0,6 + 0,025 + 2)}{2} = 1,61 \text{ мм},$$

$$D_{1.8}^{cp} = D_{1.9}^{cp} - 2z_{1.9}^{D\ cp} = 47,987 - 1,61 = 46,377 \text{ мм};$$

Принимаем  $D_{1.8} = 46,377 \pm 1 = 45,377^{+2} = 45^{+2} \text{ мм}$ .

3. Найдем технологический размер  $D_{1.6}^*$ .

$$D_{1.6}^* = 6,3^{+0,4} \text{ мм}.$$

4. Найдем технологический размер  $D_{1.7}^*$ .

$$D_{1.7}^* = 10^{+0,4} \text{ мм}.$$

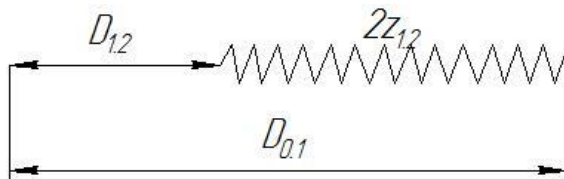
5. Найдем технологический размер  $D_{1.3}$ .

$$D_{1.3} = K_{11} = 90_{-0,87} \text{ мм}.$$

6. Найдем технологический размер  $D_{1.2}$ .

$$D_{1.2} = K_{10} = 98_{-0,87} \text{ мм}.$$

7. Найдем технологический размер  $D_{0.1}$ .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $D_{0.1}$ .

$$D_{1.2}^{cp} = K_{10}^{cp} = 97,565 \text{ мм};$$

$$2z_{1.2}^{D\ cp} = \frac{2z_{1.2}^{D\ min} + (2z_{1.2}^{D\ min} + TD_{0.1} + TD_{1.2})}{2} = \frac{1,482 + (1,482 + 2,3 + 0,87)}{2}$$

$$= 3,07 \text{ мм},$$

$$D_{0.1}^{cp} = D_{1.2}^{cp} + 2z_{1.2}^{D\ cp} = 97,565 + 3,07 = 100,635 \text{ мм};$$

Принимаем  $D_{0.1} = 105^{+0,6}_{-1,7} \text{ мм}$ .

#### 1.4.5 Расчет осевых технологических размеров

1. Найдем технологический размер  $A_{4.1}$

$$A_{4.1} = K_3 = 20 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{4.1} = 20 \pm 0,26 \text{ мм}.$$

2. Найдем технологический размер  $A_{2.7}$

$$A_{2.7} = 25 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{2.7} = 25^{+0,2} \text{ мм}.$$

3. Найдем технологический размер  $A_{2.6}$

$$A_{2.6} = K_5 = 22 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{2.6} = 22^{+0,52} \text{ мм}.$$

4. Найдем технологический размер  $A_{2.3}$

$$A_{2.3} = K_9 = 2 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{2.3} = 2 \pm 0,125 \text{ мм}.$$

5. Найдем технологический размер  $A_{2.2} *$

$$A_{2.2} * = 25 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{2.2} * = 25 \pm 0,5 \text{ мм}.$$

6. Найдем технологический размер  $A_{2.1}$

$$A_{2.1} = K_1 = 67 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{2.1} = 67_{-0,4} \text{ мм}.$$

7. Найдем технологический размер  $A_{1.10}$

$$A_{1.10} = K_8 = 2 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{1.10} = 2 \pm 0,125 \text{ мм}.$$

8. Найдем технологический размер  $A_{1.9}^*$

$$A_{1.9}^* = 45 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{1.9}^* = 45 \pm 0,5 \text{ мм}.$$

9. Найдем технологический размер  $A_{1.6}^*$

$$A_{1.6}^* = 10 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{1.6}^* = 10^{+1} \text{ мм}.$$

10. Найдем технологический размер  $A_{1.5}$

$$A_{1.5} = K_7 = 2 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{1.5} = 2 \pm 0,125 \text{ мм}.$$

11. Найдем технологический размер  $A_{1.4}$

$$A_{1.4} = K_6 = 2 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{1.4} = 2 \pm 0,125 \text{ мм}.$$

12. Найдем технологический размер  $A_{1.3}$

$$A_{1.3} = 27 \text{ мм},$$

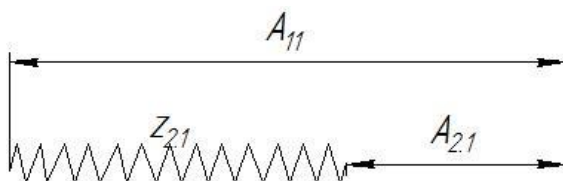
$$\text{Принимаем } A_{1.3} = 27 \pm 0,1 \text{ мм}.$$

13. Найдем технологический размер  $A_{1.2}^*$

$$A_{1.2}^* = 45 \text{ мм},$$

$$\text{Принимаем } A_{1.2}^* = 45 \pm 0,5 \text{ мм}.$$

14. Найдем технологический размер  $A_{1.1}$



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{1.1}$ .

$$z_{2.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} - A_{2.1}^{cp}$$

$$A_{1.1}^{cp} = A_{2.1}^{cp} + z_{2.1}^{cp}$$

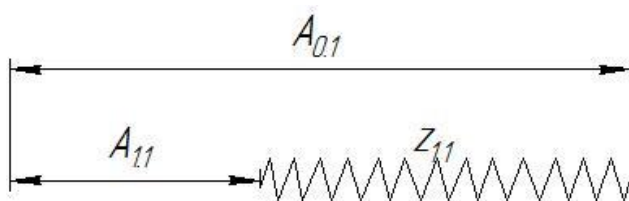
$$A_{2.1}^{cp} = 66,8 \text{ мм},$$

$$z_{2.1}^{cp} = \frac{z_{2.1}^{min} + (z_{2.1}^{min} + TA_{1.1} + TA_{2.1})}{2} = \frac{1,55 + (1,55 + 1,25 + 0,4)}{2} = 2,375 \text{ мм},$$

$$A_{1.1}^{cp} = A_{2.1}^{cp} + z_{2.1}^{cp} = 66,8 + 2,375 = 69,175 \text{ мм},$$

Принимаем  $A_{1.1} = 69,2 \pm 0,625 \text{ мм}$ .

15. Найдем технологический размер  $A_{0.1}$



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{0.1}$ .

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

$$A_{0.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} + z_{1.1}^{cp}$$

$$A_{1.1}^{cp} = 69,2 \text{ мм},$$

$$z_{1.1}^{cp} = \frac{z_{1.1}^{min} + (z_{1.1}^{min} + TA_{0.1} + TA_{1.1})}{2} = \frac{1,57 + (1,57 + 2 + 1,25)}{2} = 3,195 \text{ мм},$$

$$A_{0.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} + z_{1.1}^{cp} = 69,2 + 3,195 = 72,395 \text{ мм},$$

Принимаем  $A_{0.1} = 73 \pm 1 \text{ мм}$ .



## 1.5 Расчет режимов и мощности резания

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка [6].

Используемые станки и необходимые технические характеристики:

### Ленточнопильный станок Stalex BS-712R

Максимальный диаметр заготовки \_\_\_\_\_ 180 мм

Длина отрезаемой заготовки максимальная \_\_\_\_\_ 900мм

Потребляемая мощность \_\_\_\_\_ 0,75 кВт

### Токарный станок с ЧПУ LEADWELL T-5

Макс. диаметр точения \_\_\_\_\_ 136 мм

Макс. длина точения \_\_\_\_\_ 136 мм

Диаметр патрона \_\_\_\_\_ 152 мм

Макс. диаметр прутковой заготовки \_\_\_\_\_ 41 мм

Характеристика шпинделя \_\_\_\_\_ 7,5/4500 кВт/об/мин

Размер инструментов \_\_\_\_\_ 16\*16/д25 мм

### Долбежный станок 7Д430

Наибольший ход долбяка \_\_\_\_\_ 320 мм;

диаметр рабочей поверхности стола \_\_\_\_\_ 630 мм;

пределы скоростей долбяка \_\_\_\_\_ 3-38 м/мин;

пределы подач стола: продольных 0,1-2,5 мм/дв. ход, поперечных 0,1-2,5 мм/дв. ход, круговых 0,1 -1,4 мм/дв. ход;

Мощность электродвигателя главного привода \_\_\_\_\_ 10 кВт

### Сверлильный станок JEY JDP-15 (настольный по металлу)

Макс. диаметр сверления	_____	22 мм
Частота вращения шпинделя, 12	_____	210-2580 об/мин
Вылет шпинделя	_____	190 мм
Диаметр стойки	_____	73 мм
Выходная мощность	_____	0,52 кВт
Потребляемая мощность	_____	0,9 кВт

#### **1. Токарная операция с ЧПУ.**

Для данной операции выбираем токарный станок с ЧПУ LEADWELL T-5.

Установ А.

- 1) Подрезка торца 1.

Инструмент:

Резец проходной с пластинами из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 18879-73)

1. Глубина резания:  $t = 1,5$  мм;
2. Подача для данной глубины резания:  $S = 0,3$  мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

где  $T$  - стойкость инструмента, мин;  $t$  - глубина резания, мм;  $S$  - подача, мм/об;

$C_V$  - постоянный коэффициент;  $m$ ,  $x$ ,  $y$  - показатели степени;

$K_V$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, \quad n_V = 1, \quad K_{\Gamma} = 1, \quad \sigma_B = 1000 \text{ МПа},$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/1000)^1 = 0,75$$

$K_{ПВ}$  - коэффициент учитывающий состояние поверхности,  $K_{ПВ} = 0,9$ ;

$K_{ИВ}$  - коэффициент учитывающий материал инструмента,  $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 0,675$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,2$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,675 = 124,71 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V \approx 124,71 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 124,71}{3,14 \cdot 105} = 378,25 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Оснащение станка ЧПУ позволяет задать любое значение частоты вращения, с точностью до 1 об/мин, в пределах рабочего диапазона частот (до 4500 об/мин)

$$n_{\phi} = 400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 105 \cdot 400}{1000} = 131,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

где  $K_P$  – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$K_P = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$ ;  $K_{mp} = (\sigma_B / 750)^n$ ,  $n = 0,75$ ,  $\sigma_B = 647 \text{ МПа}$ ,  $K_{mp} = (647 / 750)^{0,75} = 0,9$

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79$$

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

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 121,71^{-0,15} \cdot 0,79$$

$$= 437,9H$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 131,9^{-0,15} \cdot 0,79$$

$$= 359,5H$$

7. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{398,7 \cdot 131,9}{1020 \cdot 60} = 0,86 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

$$0,86 < 6,75$$

3) Точение поверхности  $D_{1.3} = 90_{-0,87} \text{ мм.}$

Инструмент:

Резец проходной с пластиной из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 18879-73)

1.Глубина резания:  $t = 2 \text{ мм}$

Общая глубина резания  $\frac{x_{13max}^D}{2} = 8 \text{ мм}$

Количество рабочих ходов  $p = \frac{8}{t} = \frac{8}{2} = 4$

2. Подача  $S = 0,2 \text{ мм/об}$

3. Скорость резания

Значения коэффициентов:  $K_V = 0,675$ ;  $C_V = 290$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} \cdot 0,675 = 136,88 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$V \approx 137 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 137}{3,14 \cdot 90} = 484,78 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Оснащение станка ЧПУ позволяет задать любое значение частоты вращения, с точностью до 1 об/мин, в пределах рабочего диапазона частот (до 4500 об/мин)

$$n_{\phi} = 500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 500}{1000} = 141,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 75 \cdot t \cdot S^{0,72} = 75 \cdot 2 \cdot 0,2^{0,72} = 47,1 \text{ Н}$$

7. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60} = \frac{47,1 \cdot 141,3}{102 \cdot 60} = 1,09 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

$$1,09 < 6,75$$

7) Сверлить отверстие  $D_{1,7}^* = 10^{+0,4}$  мм

Инструмент:

Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком

ГОСТ 10902-77 Средняя серия. Класс точности В.

Материал: Быстрорежущая сталь P6M5

d, мм	l, мм	L, мм	2φ, град
10	87	133	118

1. Глубина резания:  $t = \frac{D_{1,7}^*}{2} = \frac{10}{2} = 5$  мм.

2. Подача для данной глубины резания:  $S = 0,5$  мм/об

3. Скорость резания принимается из рекомендуемых значений при данной подаче и материале заготовки

$$V = 28 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 28}{3,14 \cdot 10} = 891,7 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Оснащение станка ЧПУ позволяет задать любое значение частоты вращения, с точностью до 1 об/мин, в пределах рабочего диапазона частот (до 4500 об/мин)

$$n_{\phi} = 900 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 900}{1000} = 28,26 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Расчет осевой силы резания и крутящего момента, по формулам:

$$P_o = C_p D^x S^y = 28,8 \cdot 10^{1,3} \cdot 0,5^{0,6} = 373,5 \text{ Н}$$

$$M_{\text{кр}} = C_m D^x S^y = 0,00149 \cdot 10^{2,25} \cdot 0,5^{0,59} = 0,2 \text{ Нм}$$

7. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = 0,617 M_{\text{кр}} = 0,617 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$  - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$  - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

$$0,1 < 6$$

9) Расточить отверстие  $D_{1,9}^* = 48_{-0,025} \text{ мм}$

Инструмент:

Резец расточной с пластиной из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 1882-73).

Геометрия инструмента:  $\varphi=60^0$ ;  $\gamma=10$ ;  $\lambda=0^0$ ;  $R=2 \text{ мм}$

1. Глубина резания:  $t = 1 \text{ мм}$

2. Подача  $S = 0,1 \text{ мм/об}$

3. Скорость резания

Значения коэффициентов:  $K_V = 0,675$ ;  $C_V = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,2$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,675 = 165,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 165,2}{3,14 \cdot 45} = 1169,1 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Оснащение станка ЧПУ позволяет задать любое значение частоты вращения, с точностью до 1 об/мин, в пределах рабочего диапазона частот (до 4500 об/мин)

$$n_{\phi} = 1200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 1200}{1000} = 169,56 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 75 \cdot t \cdot S^{0,72} = 75 \cdot 1 \cdot 0,1^{0,72} = 14,3 \text{ Н}$$

7. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60} = \frac{14,3 \cdot 169,56}{102 \cdot 60} = 0,4 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$  - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$  - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$



Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

$$0,4 < 6,75$$

## 2. Токарная операция с ЧПУ.

Для данной операции выбираем токарный станок с ЧПУ LEADWELL T-5.

4) Фрезеровать зубья.

Инструмент:

Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком.

ГОСТ 18372-73.

Материал: твердый сплав Т15К6.

d, мм	L, мм	l, мм	d <sub>1</sub> , мм	Число зубьев
20	92	32	20	4

Глубина резания:

$$t=20 \text{ мм,}$$

Подача:  $S=0,1 \text{ мм/зуб.} = 0,4 \text{ мм/об.}$

Скорость резания.

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

$$K_V=1,16 \cdot 0,8 \cdot 1=0,93$$

$$1) C_V = 234 \quad x = 0,24, \quad y = 0,26, \quad u = 0,1 \quad p=0,13; \quad m = 0,37;$$

$$q=0,44; \quad T=30 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{234 \cdot 20^{0,44}}{30^{0,37} \cdot 20^{0,24} \cdot 0,1^{0,26} \cdot 25^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,93$$
$$= 127,2 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} = \frac{127,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} = 2025,5 \text{ об/мин}$$

$$n_\phi = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$S_{\text{мин}} = 800 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 2000}{1000} = 125,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, \quad x = 0,9, \quad y = 0,8, \quad u = 1,1, \quad q = 1,1, \quad w = 0,1, \quad K_{MP} = 0,96$$

$$\begin{aligned} P_z &= \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 20^{0,9} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 25^{1,1} \cdot 4}{20^{1,1} \cdot 2000^{0,1}} \cdot 0,96 \\ &= 2772,5 - 10 * 261 * 14.82 * 0.48 * 34.49 * 4 - /26.99 * 2.03 \\ &= 44880H \end{aligned}$$

$$P_h = 0,8 \cdot P_z = 0,8 \cdot 2772,5 = 2218 \text{ Н}$$

$$P_V = 0,7 \cdot P_z = 0,7 \cdot 2772,5 = 1940,75 \text{ Н}$$

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 2772,5 = 1109 \text{ Н}$$

$$P_x = 0,2 \cdot P_z = 0,2 \cdot 2772,5 = 554,5 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2772,5 \cdot 20}{200} = 277,25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2772,5 \cdot 125,6}{61200} = 5,7 \text{ кВт.}$$

Необходимую мощность оборудования производим по наибольшему значению  $P_z$ .

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2772,5 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 5,7 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$  - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

$$5,7 < 6,75$$

### 3. Долбёжная операция.

Для данной операции выбираем долбежный станок 7Д430.

1) Долбление шпоночного паза.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Глубина резания:  $t=0,2$  мм,

Подача:  $S=0,2$  мм/дв. ход

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

$$K_V=0,675$$

Скорость резания принимаем из рекомендуемых значений при данной подаче и материале заготовки:

$$V = 10 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$C_P=400; \quad x=0,72; \quad y=0,8; \quad n=0$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 400 \cdot 0,2^{0,72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 10^0 \cdot 0,675 \\ = 234,36 \text{ Н}$$

Расчет мощности:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{234,36 \cdot 10}{1020 \cdot 60} = 0,3 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

Число двойных ходов долбяка в минуту:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{2 \cdot L} = \frac{10 \cdot 1000}{2 \cdot 67} \approx 75 \text{ дв.ходов /мин.}$$

Где L – длина хода долбяка.

### 5. Слесарная.

Метчик ручной для метрической резьбы ГОСТ 3266-81.

Материал: Быстрорежущая сталь Р6М5.

Шаг 1,25; L=80 мм; l=24 мм; d1=8 мм; a=6,3 мм.

Номер		Наименование операций и содержание переходов	Режимы резания		
Операции	Переход		t, мм	S, мм/об	n, об/мин
1	2	3	4	5	6
<b>0</b>	1	<b>Заготовительная</b> Отрезать пруток	0,9	-	$V_p$ $= 49 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$
<b>1</b>	1	<b>Токарная с ЧПУ</b> Подрезать торец	1,5	0,3	400
	2	Точить поверхность	2	0,2	500
	3	Точить поверхность	2	0,2	500
	4	Точить фаску	2	0,2	500
	5	Точить фаску	2	0,2	500
	6	Центровать диаметр	14	0,12	500
	7	Сверлить отверстие	5	0,5	900

	8	Расверлить отверстие	46	0,2	900
	9	Расточить отверстие	1	0,1	1200
	10	Точить фаску	2	0,2	500
<b>2</b>		<b>Токарная с ЧПУ</b>	1,5	0,3	400
	1	Подрезать торец			
	2	Точить поверхность	2	0,2	500
	3	Точить фаску	2	0,2	500
	4	Фрезеровать шлицы	20	0,4	2000
<b>3</b>		<b>Долбёжная</b>	0,2	0,2	75
	1	Долбить паз			
<b>4</b>		<b>Сверлильная</b>	4,25	0,5	900
	1	Сверлить отверстие 8 <sup>+0,3</sup> под резьбу			

## 1.6 Нормирование технологических операций

### 1.6.1 Расчет основного времени

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости [8]:

$$t_o = \frac{L * i}{S * n}, \text{мин};$$

где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  - число рабочих ходов;

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

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{мм};$$

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

$l_1$  - величина подвода инструмента, мм;

$l_2$  – величина врезания инструмента, мм.

$l_3$  – величина перебега инструмента, мм.

Величины подвода и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной принимаем равной 1мм, для заготовительной и слесарной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

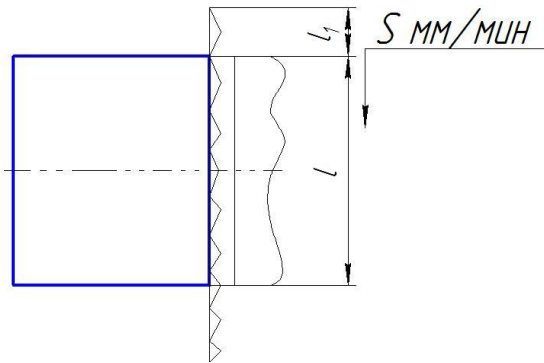
$$l_2 = \frac{t}{\text{tg}\varphi};$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$\varphi$  - угол в плане.

## 0. Заготовительная.

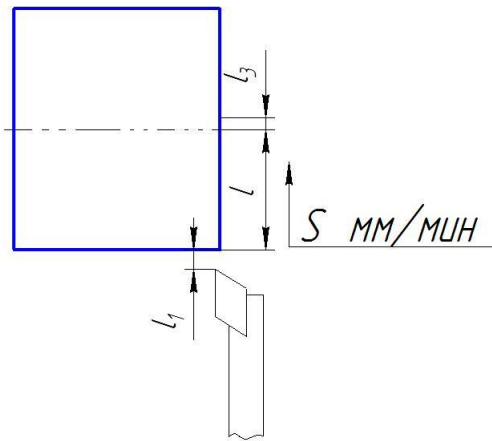
Отрезать пруток.



$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S} = \frac{(105 + 2) \cdot 1}{30} = 3,57 \text{ мин}$$

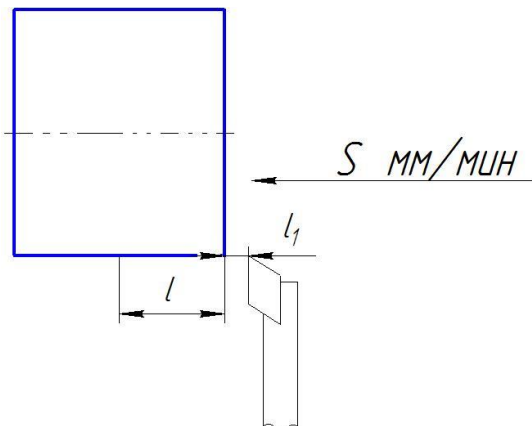
## 1. Токарная операция с ЧПУ.

1. Подрезать торец 1.



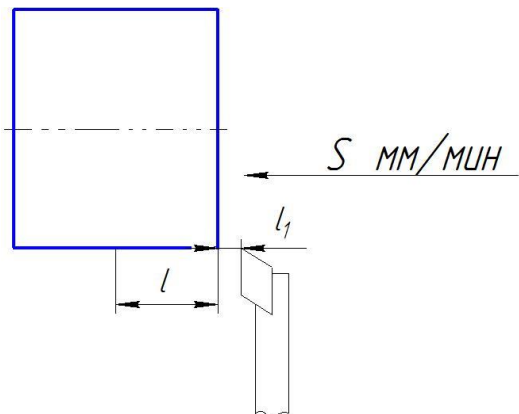
$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(52,5 + 1 + 1) \cdot 2}{0,3 \cdot 400} = 0,9 \text{ мин}$$

2. Точить поверхность.



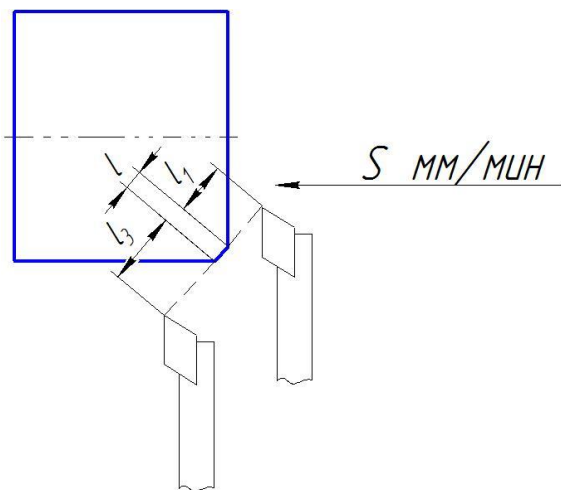
$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(45 + 1) \cdot 4}{0,2 \cdot 500} = 1,84 \text{ мин}$$

3. Точить поверхность.



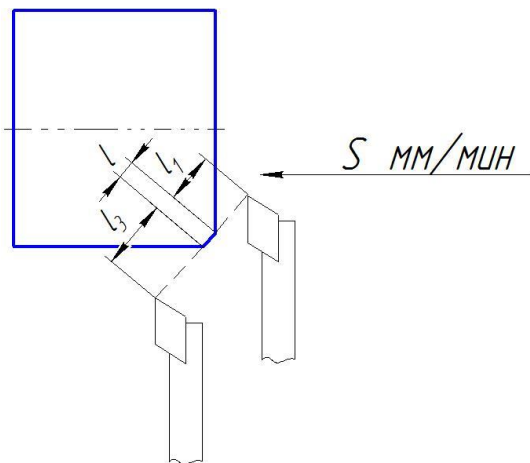
$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(27 + 1) \cdot 4}{0,2 \cdot 500} = 1,12 \text{ мин}$$

4. Точить фаску.



$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 500} = 0,03 \text{ мин}$$

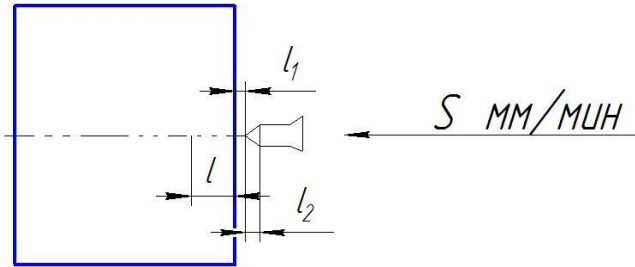
5. Точить фаску.



$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 500} = 0,03 \text{ мин}$$

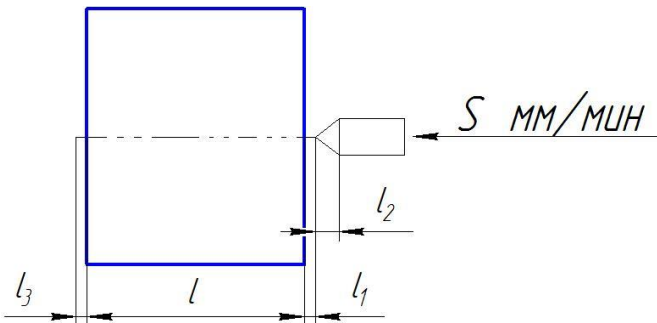


6. Центровать.



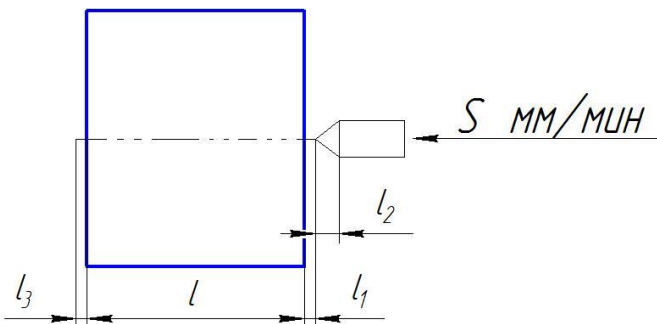
$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(10 + 1 + 8) \cdot 1}{0,12 \cdot 500} = 0,32 \text{ мин}$$

7. Сверлить отверстие до  $\varnothing 10^{+0,4}$  мм.



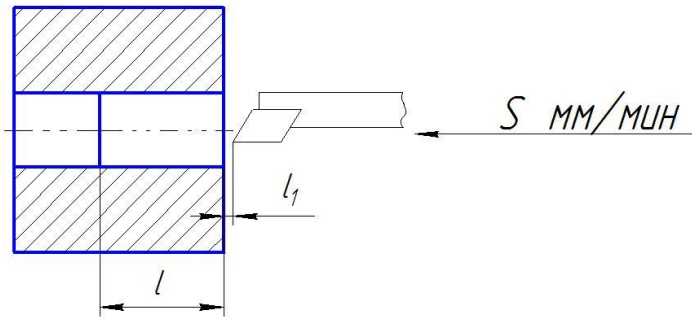
$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(67 + 2 + 3 + 2) \cdot 2}{0,5 \cdot 900} = 0,33 \text{ мин}$$

8. Рассверлить отверстие.



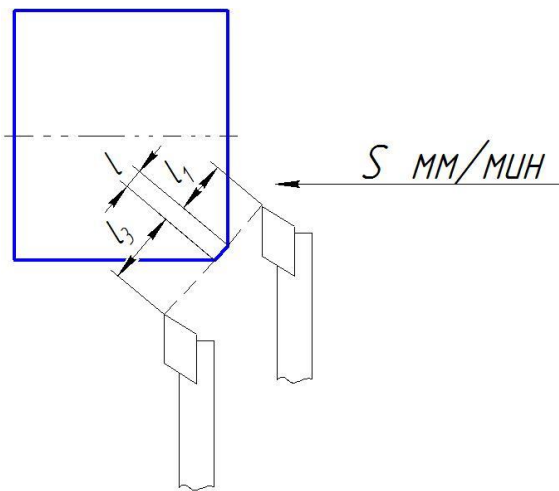
$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(67 + 2 + 26,6 + 2) \cdot 1}{0,2 \cdot 500} = 0,98 \text{ мин}$$

9. Расточить отверстия до  $\varnothing 45 \pm 0,5$  мм



$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(45 + 1) \cdot 2}{0,1 \cdot 1200} = 0,78 \text{ мин}$$

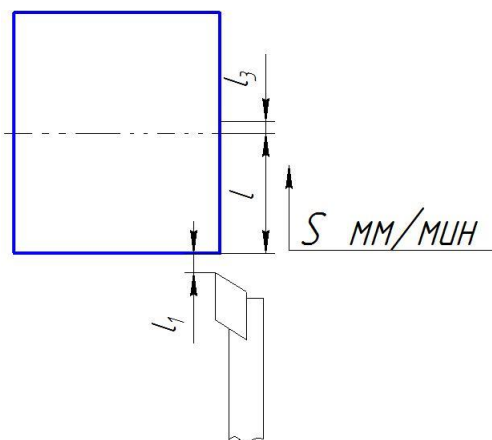
10. Точить фаску.



$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 500} = 0,03 \text{ мин}$$

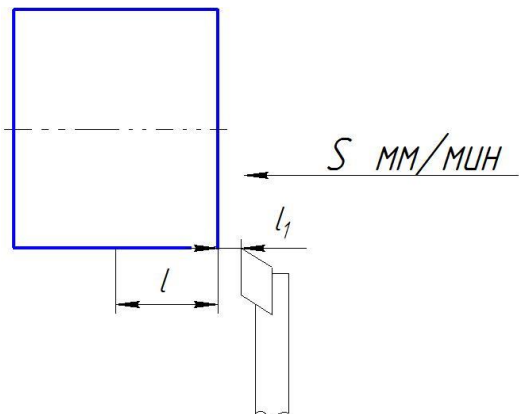
**2. Токарная операция с ЧПУ.**

1. Подрезать торец 2.



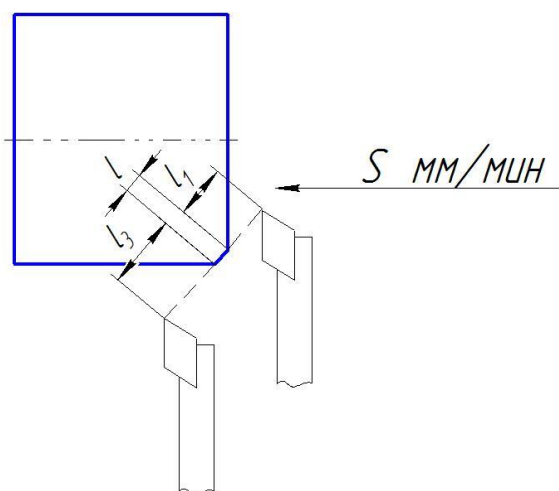
$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(52,5 + 1 + 1) \cdot 2}{0,3 \cdot 400} = 0,9 \text{ мин}$$

2. Точить поверхность.



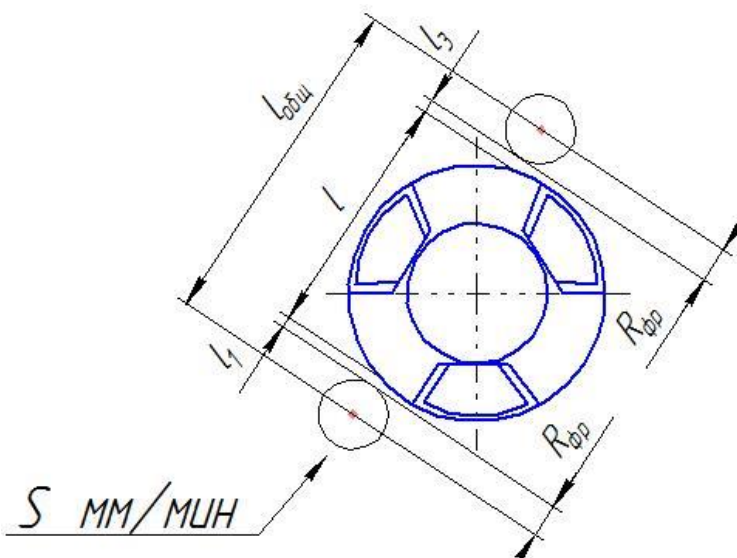
$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(25 + 1) \cdot 4}{0,2 \cdot 500} = 1 \text{ мин}$$

3. Точить фаску.



$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 500} = 0,03 \text{ мин}$$

4. Фрезеровать шлицы.



1)

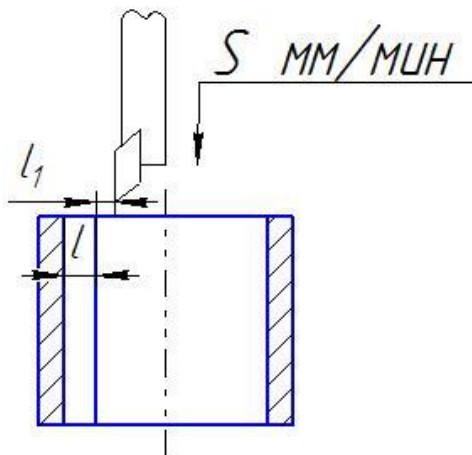
$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S_{\text{мин}}} = \frac{(570 + 1 + 1) \cdot 6}{800} = 4,29 \text{ мин}$$

2)

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S_{\text{мин}}} = \frac{(570 + 1 + 1) \cdot 3}{800} = 2,15 \text{ мин}$$

### 3. Долбежная операция.

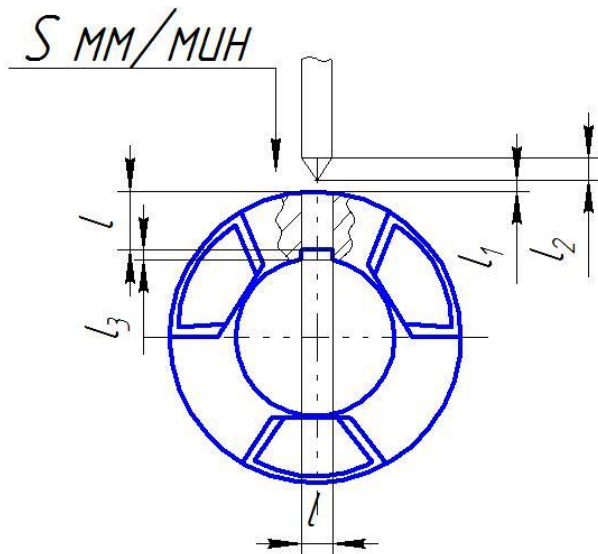
1. Долбить шпоночный паз.



$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(45 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 75} = 3,1 \text{ мин}$$

### 4. Сверлильная.

1. Сверлить отверстие.



$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(26,5 + 1 + 2,5 + 2) \cdot 1}{0,5 \cdot 900} = 0,1 \text{ мин}$$

## 1.6.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали [8].

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}}; \quad (10)$$

Где  $t_{\text{уст}}$  - время на установку и снятие детали;

$t_{\text{упр}}$  - время на управление станком;

$t_{\text{изм}}$  - время измерения детали.

### **0. Заготовительная операция.**

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,12 = 0,53 \text{ мин},$$

### **1. Токарная операция с ЧПУ.**

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

Установ А.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,23 = 0,64 \text{ мин},$$

### **2. Токарная операция с ЧПУ.**

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

Установ Б.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,23 = 0,64 \text{ мин},$$

### **3. Долбёжная операция.**

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,3 + 0,26 + 0,29 = 0,85 \text{ мин};$$

### **4. Сверлильная операция.**

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,18 + 0,1 + 0,29 = 0,57 \text{ мин};$$

### 1.6.3 Расчет оперативного времени

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} \quad (11)$$

#### **0. Заготовительная.**

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 3,57 + 0,53 = 4,1 \text{ мин}$$

#### **1. Токарная с ЧПУ операция.**

Установ А.

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 6,36 + 0,64 = 7 \text{ мин}$$

#### **2. Токарная с ЧПУ операция.**

Установ Б.

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 8,37 + 0,64 = 9,01 \text{ мин}$$

#### **3. Долбежная операция.**

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 3,1 + 0,85 = 3,95 \text{ мин}$$

#### **4. Сверлильная операция.**

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{в} = 0,1 + 0,57 = 0,67 \text{ мин}$$

### 1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} \quad (12)$$

#### **0. Заготовительная.**

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,03 * 4,1 = 0,12 \text{ мин}$$

#### **1. Токарная операция с ЧПУ.**

Установ А.

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,03 * 7 = 0,21 \text{ мин};$$

#### **2. Токарная с ЧПУ операция.**

Установ Б.

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,03 * 9,01 = 0,27 \text{ мин};$$

#### **3. Долбежная операция.**

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,06 * 3,95 = 0,24 \text{ мин};$$

#### **4. Сверлильная операция.**

$$t_{обс} = \alpha * t_{оп} = 0,02 * 0,67 = 0,01 \text{ мин};$$

### 1.6.5 Расчет времени на отдых

$$t_{отд} = \beta * t_{оп} \quad (13)$$

#### **0. Заготовительная.**

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 * 4,1 = 0,16 \text{ мин};$$

#### **1. Токарная операция с ЧПУ.**

Установ А.

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 * 7 = 0,28 \text{ мин};$$

#### **2. Токарная операция с ЧПУ.**

Установ Б.

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 * 9,01 = 0,36 \text{ мин};$$

#### **3. Долбежная операция.**

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 * 3,95 = 0,16 \text{ мин};$$

#### **4. Сверлильная операция.**

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 * 0,67 = 0,03 \text{ мин};$$

### 1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени.

#### **0. Заготовительная.**

$$t_{нз} = 3 \text{ мин}$$

#### **1. Токарная операция с ЧПУ.**

Установ А.

$$t_{нз} = 12 \text{ мин}$$

#### **2. Токарная операция с ЧПУ.**

Установ Б.

$$t_{нз} = 12 \text{ мин}$$

#### **3. Долбежная операция.**

$$t_{нз} = 6 \text{ мин}$$

#### **4. Сверлильная операция.**

$$t_{нз} = 9 \text{ мин}$$

### 1.6.7 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} \quad (14)$$

#### 0. Заготовительная.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 3,57 + 0,53 + 0,12 + 0,16 = 4,38 \text{ мин}$$

#### 1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 6,36 + 0,64 + 0,21 + 0,28 = 7,49 \text{ мин};$$

#### 2. Токарная операция с ЧПУ.

Установ Б.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 8,37 + 0,64 + 0,27 + 0,36 = 9,64 \text{ мин};$$

#### 3. Долбежная операция.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 3,1 + 0,85 + 0,24 + 0,16 = 4,35 \text{ мин};$$

#### 4. Сверлильная операция.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 0,1 + 0,57 + 0,01 + 0,03 = 0,71 \text{ мин};$$

### 1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к} = \sum t_{шт} + \frac{\sum t_{пз}}{N}, \quad (15)$$

где  $N$  – объем партии деталей.

$$t_{шт.к} = 26,57 + \frac{42}{1200} = 26,61 \text{ мин.}$$



## **2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

Целью конструкторской части является разработка приспособления для одной из операций механической обработки, определения силы закрепления и точности установки детали.

Разрабатываем приспособление для сверлильной операции, в которой сверлится одно отверстие, в котором после на слесарной операции нарезается резьба М10-6Н.

## 2.1 Расчет силы закрепления

Деталь, установленная в призму, находится под воздействием момента  $M_{св}$  и осевой силы  $P_0$  (Рис. 2.1).

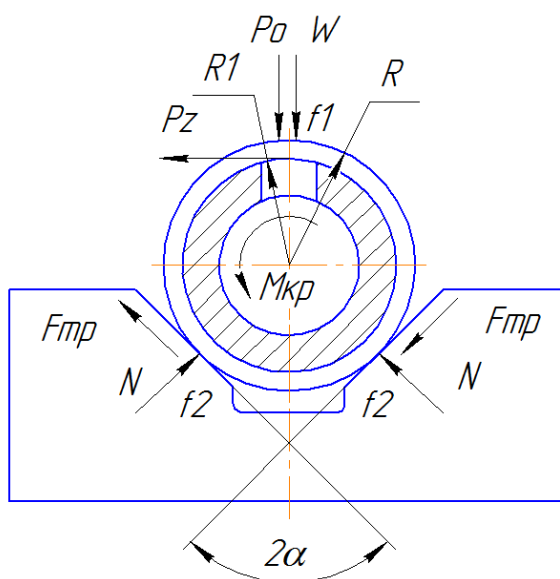


Рис.2.1 Расчетная схема приспособления

Из выше приведенной схемы определяем, что сила  $P_z$  приложенная на радиусе  $R_1$  создает крутящий момент пытающийся повернуть деталь вокруг оси.

Условие зажима закрепленной заготовки рассчитывают по следующей формуле:

$$W = \frac{M}{f_1 \cdot R + f_2 \cdot R \cdot \frac{1}{\sin \alpha}} K, \text{ кгс}$$

где  $K$  – коэффициент запаса.

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5,$$

Указанные коэффициенты принимаем из [6, стр 117]:

где  $K_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при черновой обработке  $K_1 = 1$ ;

$K_2$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки:  $K_2 = 1,15$ ;

$K_3$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: для непрерывного резания  $K_3 = 1$ ;

$K_4$  - коэффициент характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированных приводов  $K_4 = 1,3$ ;

$K_5$  - коэффициент характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима):  $K_5 = 1$   
Коэффициент  $K_6$  вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.

Таким образом  $K = 2,6$ .

$f_1$  – коэффициент трения на рабочих прижимах;  $f_1 = 0,1$ ;

$f_2$  – коэффициент трения на рабочих поверхностях призмы;  $f_2 = 0,1$ ;

$M$  – момент создаваемый инструментом;

$\alpha$  – угол призмы;  $\alpha = 90^\circ$ ;

Крутящий момент  $M$ , кг·м рассчитывается по формуле:

$$M = C_M \cdot D^{q_M} \cdot s^{y_M} \cdot K_p, \text{ кг} \cdot \text{м}$$

где  $C_M$  – постоянная момента резания,  $C_M=0,0345$  [с. 436, т. 31];

$q_M, y_M$  – показатели степени,  $q_M=2, y_M=0,8$  [с. 436, т. 31];

$K_p$  – общий поправочный коэффициент на осевую силу,  $K_p = 1$ ;

$$M = 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 1 = 1,42 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

$$W = \frac{1,42}{0,1 \cdot 0,049 + 0,1 \cdot 0,049 \cdot 1,4} \cdot 2,6 = 350 \text{ кг}$$

Усилие на штоке пневмоцилиндра рассчитываем по формуле:

$$Q = W \text{ кг}$$

$$Q = 350 \text{ кг}$$

Рабочий диаметр пневмоцилиндра зная необходимое усилие зажима, будем рассчитывать по следующей формуле:

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta$$

$$Q = 0,785 \cdot \left( D^2 - \frac{D^2}{16} \right) \cdot p \cdot \eta$$

$$Q = 0,785 \cdot \frac{15}{16} \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta$$

$$Q = 0,736 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta$$

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,736 \cdot p \cdot \eta}}$$

где  $D$  – диаметр поршня в см;

$d$  – диаметр штока, исходя из конструктивных особенностей принимаем:

$$d = \frac{1}{4} D, \text{ мм}$$

$p$  – удельное давление воздуха в кг/см<sup>2</sup>,  $p=6,3$  кг/см<sup>2</sup>;

$\eta$  – коэффициент полезного действия (0,85);

$$D = \sqrt{\frac{350}{0,736 \cdot 6,3 \cdot 0,85}} = 9,42 \text{ см} \approx 100 \text{ мм}$$

В качестве силового зажима будем использовать скальчатый кондуктор с пневматическим зажимом 7300-0281 ГОСТ 16889-71, с диаметром поршня  $D=100$ мм.

$$Q_{\phi} = 0,736 \cdot (10^2 - 2,5^2) \cdot 6,3 \cdot 0,85 = 369,5 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{расч}} \leq Q_{\phi}$$

$$350 \text{ кг} \leq 369,5 \text{ кг.}$$

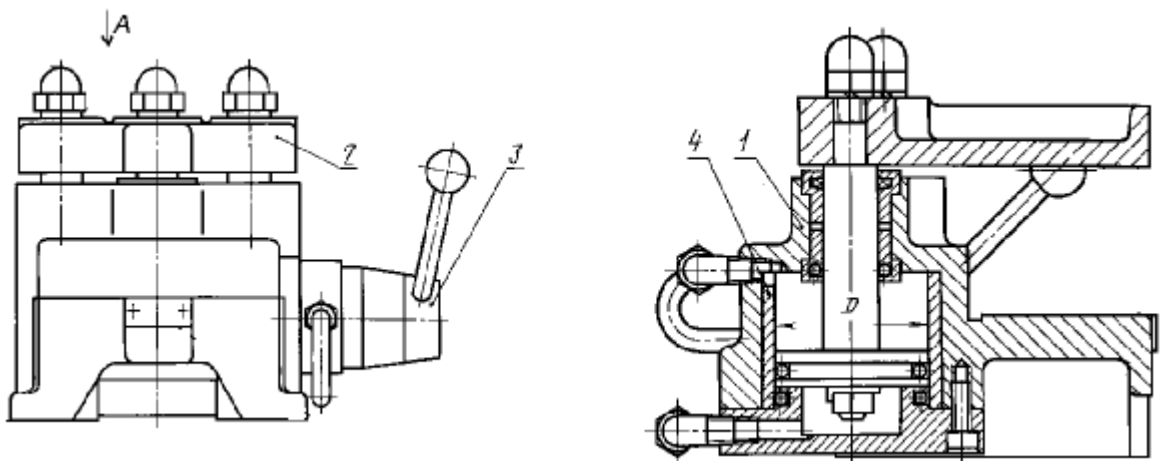


Рис. 2.1.1 Скальчатый кондуктор с пневматическим зажимом.

1 – корпус; 2–плита по ГОСТ 16890; 3–пневмораспределитель; 4–цилиндр пневматический.

## 2.2 Описание работы приспособления

Сконструированное приспособление (Рис.2.2.1) служит для закрепления детали «Полумуфта» при сверлении отверстия  $\varnothing 8^{+0,3}$ .

Приспособление представляет собой скальчатый кондуктор, на котором установлена специальная наладка для сверления в виде призмы с упором.

Принцип работы данного приспособления заключается в следующем: деталь устанавливается на призму 3, упирается базовым торцом в плиту 6 и проворачивается, до упора в палец 7. Сжатый воздух из сети через верхний штуцер 8 подается в верхнюю камеру пневмоцилиндра 9. Сжатый воздух воздействует на поршень 10, развиваемая в результате этого сила передается через шток 11 на кондукторную плиту 2, которая опускается с закреплённой на ней второй призмой 4 и зажимает деталь, установленную в призме 3.

Затем производится сверление детали сверлом, направляемым по кондукторной втулке 12.

После завершения процесса обработки сжатый воздух подается в нижнюю камеру пневмоцилиндра через нижний штуцер 8, сжатый воздух воздействует на поршень 10, развиваемая в результате этого сила передается через шток 11 на кондукторную плиту 2, которая поднимается и открепляет деталь, установленную в призме 3.

Затем в призму 3 устанавливается следующая деталь и процесс закрепления и обработки повторяется.

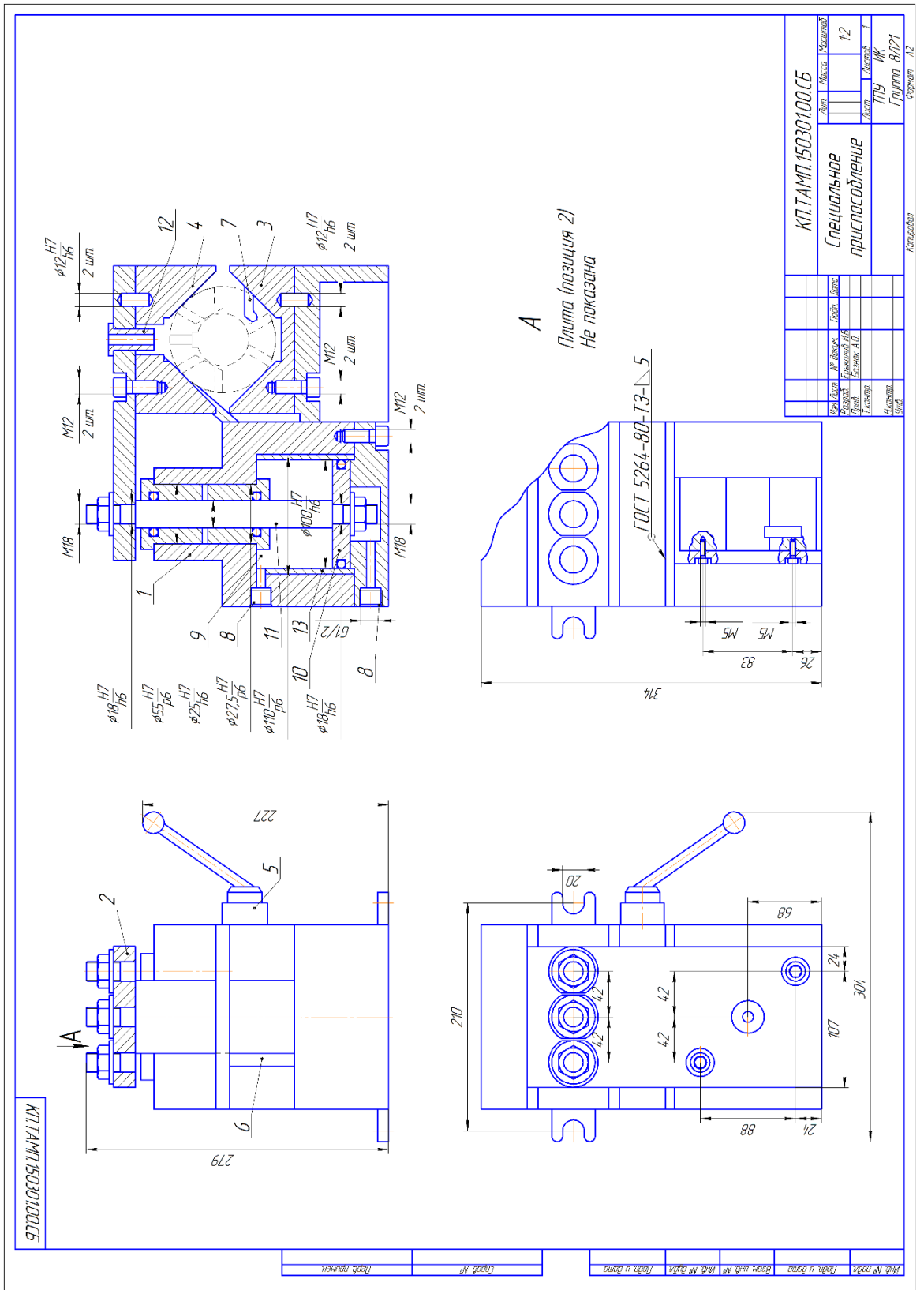


Рис 2.2.1 Спроектированное приспособление

## **3.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**



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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л21	Ерыкалову Ивану Владиславовичу

Институт	ИК	Кафедра	ТАМШ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	...
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	...
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	...

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	...
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	...
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	...

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	кандидат наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л21	Ерыкалов Иван Владиславович		

Цель раздела– расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

### 3.1 Общие положения

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

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно или на однопредметной поточной линии, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства;

9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

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

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

При выполнении ВКР следует опустить статьи:

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

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

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели.

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

Затраты на основные материалы для каждого ( $i$ -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле [9]

$$C_{\text{мо}i} = w_i \cdot C_{\text{ми}} \cdot (1 + k_{\text{тз}})$$

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

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

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

Цена материалов  $C_i$  принимается на основе прейскурантной (оптовой) цены, см. прил. 1 [9].

Расчет нормы расходного материала

$$w = Vp = \pi \cdot \left(\frac{D_{01}^{\text{cp}}}{2}\right)^2 \cdot A_{01}^{\text{cp}} \cdot p = 3,14 \cdot \left(\frac{0,1006}{2}\right)^2 \cdot 0,07239 \cdot 7850 = 4,5 \text{ кг},$$

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

$p$  – плотность стали 40Х [4],  $p = 7850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;

Примем цену материала из каталога [9]  $C_{\text{ми}} = 29,5 \frac{\text{руб}}{\text{кг}}$ , с учетом НДС;

Тогда затраты на основной материал будут равны

$$C_{\text{мо}i} = 4,5 \cdot 29,5 \cdot (1 + 0,06) = 140,715 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы каждого ( $j$ -го) вида  $C_{\text{мв}j}$  выполняется по формуле

$$C_{\text{МВ}i} = N_{\text{МВ}i} \cdot C_{\text{МВ}i} \cdot (1 + k_{\text{ТЗ}}),$$

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

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

При отсутствии данных для расчета по формуле можно приближенно принять

$$C_{\text{МВ}} = C_{\text{МО}} \cdot 0,02 = 140,715 \cdot 0,02 = 2,8 \text{ руб.}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме

$$C_{\text{М}} = C_{\text{МО}} + C_{\text{МВ}} = 140,715 + 28,2 = 3968,2 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

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

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

$C_{\text{от}}$  – цена отходов, руб. Значения взяты из [9]  $C_{\text{от}} = 4 \frac{\text{руб.}}{\text{кг}}$ ;

$V_{\text{чр}}$  – масса заготовки, кг;

$V_{\text{чст}}$  – чистая масса детали, кг;

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

И равно:

$$C_{от} = (5,01 - 1,94) \cdot (1 - 0,02) \cdot 4 = 12,03 \text{ руб.}$$

### 3.5 Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели»

Затраты данного вида отсутствуют.

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

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

Расчет следует произвести по формуле

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

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

$K_0$  – количество операций в процессе;

$\text{ЧТС}_i$  – часовая тарифная ставка на  $i$ -й операции из таблицы [9], для 4го разряда,

$k_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4.

$$C_{озп} = \frac{4,38 + 7,49 + 9,64 + 4,35 + 0,71}{60} \cdot 82,96 \cdot 1,4 = 51,4 \text{ руб.}$$

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

В данной статье учитываются предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени,

связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле

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

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

$k_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 51,4 \cdot 0,1 = 5,14 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$C_{\text{н}} = (51,4 + 5,14) \cdot \frac{30 + 0,7}{100} = 17,36 \text{ руб.}$$

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

В данной статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, а

также моделей, кокилей, опок, штампов и пресс-форм, предназначенных для производства строго определенных изделий. Расчет выполняется по специальной упрощенной методике. При выполнении ВКР эта статья рассчитывается только в том случае, если разрабатываемый технологический процесс предусматривает изготовление специальной оснастки. Затраты на оснастку общего назначения принято относить на следующую статью калькуляции.

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

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

- a.** амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение  $C_a$ ;
- b.** эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c.** ремонт оборудования;
- d.** внутризаводское перемещение грузов;
- e.** погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f.** прочие расходы.

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

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

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

$T$  – количество типов используемого оборудования;

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

$m$  – количество типов используемой оснастки;



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

$$\Phi_{Stalex BS-712R} = 110 \text{ т.руб.}$$

$$\Phi_{LEADWELL T-5} = 1550 \text{ т.руб.}$$

$$\Phi_{7Д430} = 200 \text{ т.руб.}$$

$$\Phi_{JEY JDP-15} = 44220 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{\text{оправка фрез}} = 5110 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{\text{длт.устр}} = 75790 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{\text{тиски сл.}} = 11261 \text{ руб.}$$

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$N_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}}$$

$$N_{a.Stalex BS-712R} = N_{a.LEADWELL T-5} = N_{a.7Д43} = N_{a.JEY JDP-15} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$N_{a.\text{оправка фрез}} = N_{\text{длт.устр}} = N_{\text{тиски сл.}} = \frac{1}{3} = 0,33$$

где  $T_{\text{ти}}$  – срок полезного использования, лет, принимаемый из прил. 4[9]

$$A_{\text{год}} = 1100000 \cdot 0,1 + 1550000 \cdot 0,1 + 200000 \cdot 0,1 + 44200 \cdot 0,1 + 0,33 \cdot (5110 + 75790 + 11261) = 319833,13 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \sum_{i=1}^p t_i^{\text{штк}}}{\sum_{i=1}^p F_i},$$

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

$P$  – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{\text{шт.к}}$  – штучно-калькуляционное время на  $i$ -й операции процесса,  $i = 1, \dots, P$ ;

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

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы  $F_i = 4029$  часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

$$l_{\text{кр}} = \frac{1200 \cdot \frac{4,38 + 7,49 + 9,64 + 4,35 + 0,71}{60}}{4029} = 0,13,$$

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

$$C_a = \left( \frac{A_{\text{год}}}{N_B} \right) \cdot \left( \frac{l_{\text{кр}}}{\eta_{\text{з.н.}}} \right) = \left( \frac{319833,13}{1200} \right) \cdot \left( \frac{0,13}{0,85} \right) = 40,76 \text{ руб.}$$

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

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

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

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (51,4 + 5,14 + 17,36) \cdot 0,4 = 29,56 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 40,76 \cdot 0,2 = 8,152 \text{ руб.}$$

- Стоимость электроэнергии, затраченную на технологические цели.

Расчет ведется по формуле

$$C_{\text{тэ}} = C_{\text{тэ}} \cdot P_{\text{тэ}} \cdot (1 + k_{\text{тэ}}),$$

где  $C_{\text{тэ}}$  – тариф единицы ресурса, руб;

$P_{\text{тэ}}$  – расход энергии на единицу продукции, кВт;

$k_{\text{тэ}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{\text{тэ}}=0$ );

Расход энергии равен сумме затрачиваемой мощности всех переходов умноженной на штучное время. Данные для расчета потребляемой мощности взяты из раздела - «Расчеты режимов резания».

$$P_{\text{тэ}} = 4,38 \cdot \frac{0,75}{60} + 7,49 \cdot \frac{0,86}{60} + 9,64 \cdot \frac{5,7}{60} + 4,35 \cdot \frac{0,3}{60} + 0,71 \cdot \frac{0,52}{60} =$$
$$1,11 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Тариф на электроэнергию взяты на сайте [17]  $C_{\text{тэ}}= 5,33 \text{ руб/кВтч}$ ;

Тогда получим:

$$C_{\text{тэ}} = 5,33 \cdot 1,11 \cdot (1 + 0) = 5,9 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot 1,0 = 51,4 \cdot 1,0 = 51,4 \text{ руб.}$$

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

**Элемент «e»** (погашение стоимости инструментов и ...), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле

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

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

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

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

$T_{\text{ст.и.}i}$  – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5);

$n_i$  – возможное количество переточек (правок) инструмента, для отогнутых резцов 4;

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

Таблица 1.

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{C_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез.}i} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}} \cdot n_i}$
Сверло центровочное 6,3 мм Р6М5 тип С	0,1	45	153,3	0,34
Сверло 8,5 мм Р6М5, конический хвостовик	0,22	30	209,3	0,76

Метчик м/р М 10,0 × 1,25	0,3	6	58,55	2,9
Фреза концевая 20,0 мм, Т15К6, цельная, 4-перая, цилиндрический хвостовик	9,64	60	333,6	26,79
Резец проходной Т15К6 25 × 16 × 140 мм	12,87	60	214,8	11,51

$$C_{\text{ион}} = (1 + 0,06) \cdot (0,34 + 0,76 + 2,9 + 26,79 + 11,51) = 44,838 \text{ руб.}$$

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

### 3.11 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

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

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = 51,4 \cdot 0,8 = 41,12 \text{ руб.}$$

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

К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического

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

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

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

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 51,4 \cdot 0,5 = 25,7 \text{ руб.}$$

### 3.14 Расчет затрат по статье «Потери брака»

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

### 3.15 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

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

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

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

$$C_{\text{рлз}} = \sum C_i \cdot 0,01 =$$
$$(140,715 + 2,8 + 3968,2 + 12,03 + 5,9 + 51,4 + 5,14 + 17,36 + 40,76$$
$$+ 29,56 + 8,152 + 51,4 + 44,838 + 41,12 + 25,7) \cdot 0,01$$
$$= 44,45 \text{ руб.}$$

### 3.17 Расчет прибыли

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

$$\Pi = \sum C_i \cdot 0,15 =$$
$$(140,715 + 2,8 + 3968,2 + 12,03 + 5,9 + 51,4 + 5,14 + 17,36 + 40,76$$
$$+ 29,56 + 8,152 + 51,4 + 44,838 + 41,12 + 25,7 + 44,45)$$
$$\cdot 0,15 = 673,43 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн}} = 4489,525 \text{ руб.}$$

### 3.18 Расчет НДС

$$\text{НДС} = C_{\text{полн}} \cdot 0,18 = 4489,525 \cdot 0,18 = 808,11 \text{ руб.}$$

### 3.19 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{Цена} = C_{\text{полн}} + \Pi + \text{НДС} = 4489,525 + 673,43 + 808,11 = 5971,065 \text{ руб.}$$

## **4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Л21	Ерыкалову Ивану Владиславовичу

<b>Институт</b>	<b>кибернетики</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТАМП</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>бакалавриат</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>Машиностроение</b>

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

<b>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</b>	Объектом исследования является деталь «полумуфта», а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	Вредные факторы, влияющие на работу проектировщика: –Недостаток естественного света; –Повышенный уровень шума на рабочем месте; –Повышенный уровень вибрации; –Повышенный уровень электромагнитных излучений –Повышенная запыленность;  Опасные факторы: повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которое может пройти через человека, повышенная температура поверхностей оборудования, материалов, возможно механическое травмирование, повышенный уровень статического электричества.
<b>2. Экологическая безопасность</b>	В данном разделе производится анализ влияния на окружающую среду.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	В данном разделе приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	В данном разделе приводятся требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника.

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ассистент	Мезенцева И. Л.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Л21	Ерыкалов Иван Владиславович		

## **Введение**

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «полумуфты», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали. Данная деталь применяется для соединения валов с расположенными на них деталями.

В процессе обработки детали возможны возникновения следующих вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмирования стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражением электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. К вредным факторам возникающих в цеху можно отнести: недостаточная освещённость рабочей зоны, превышение уровней шума, негативное воздействие СОЖ, загрязнённый воздух, отклонение показателей микроклимата.

Воздействие производственных факторов может привести к заболеванию и снижению производительности труда (резкому ухудшению здоровья человека) а так же травме.

### **4.1 Производственная безопасность**

4.1 Производственные условия на участке характеризуются наличием следующих физических вредных и опасных факторов:

#### ***Подвижные части производственного оборудования.***

На проектируемом производстве будут использоваться несколько типов металлорежущих станков. В данном случае: ленточнопильный, токарный с ЧПУ, долбежный, сверлильный. Опасными будут, являться

действующие усилия на вращающуюся заготовку, которые могут вырвать ее из удерживающей части.

### ***Недостаток естественного света.***

Недостаток света приводит человека к напряжению органов зрения, в результате чего он быстрее утомляется, что может привести к некачественной работе (возникновению брака), а так же получению травм. При длительной работе человека в месте, где недостаточно света, есть вероятность возникновения получения болезни (например: близорукость и др). Следует проводить уборки и мыть окна, чтобы естественный свет лучше проходил в здание. Согласно СанПиН 2.2.1/1278-03 и СНиП 23-05-95 можно установить нормы естественной и искусственной освещенности в помещениях.

Искусственная освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 300 лк. Искусственное освещение должно располагаться так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) должен быть не ниже 1,2 % при работе с экраном. При работе с документами на рабочем столе не ниже 1,5%.  $K_{п}$  – коэффициент пульсации, является одним из нормируемых показателей.  $K_{п}$  не должен превышать 20%.

По СНиП 23-05-95 данная проблема решается непосредственной установкой дополнительного осветительного оборудования.

### ***Повышенный уровень шума на рабочем месте.***

Источником шума являются металлорежущие станки и находящиеся в этом же цехе сборочное оборудование. Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, который работает при шуме, привыкает к нему, но продолжительное

действие сильного шума будет вызывать общее утомление, может привести к ухудшению слуха или вовсе потере слуха. Норма шума для рабочего места составляет 70 дБА.

#### Методы для снижения уровня шума на рабочем месте:

1. уменьшение шума в самом источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональное планирование предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений;
5. уменьшение шума на пути его распространения.

В качестве СИЗ могут применяться (заглушки, наушники, специальные шлемы), обеспечивающих ослабление шума до уровней, не превышающих допустимой нормы.

#### ***Повышенный уровень вибрации.***

Источником вибраций в основном является сборочное оборудование (зубчатые передачи, электромоторы и др), а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия.

Вибрация от оборудования передается через конструкции и пол к человеку и вызывает общую вибрацию его тела. Особо вредны колебания с частотой 6—9 Гц, близкой к частоте колебаний человека. При этом возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя или сужая их, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, тем больше энергия колебательных движений и тем сильнее на них реакция человека. Особенно вредна вибрация, сопровождающаяся возвратно-ударной отдачей (например: при работе с пневматическим инструментом).

Частое воздействие вибрации вызывает вибрационную болезнь (неврит) с потерей трудоспособности. Эта болезнь возникает постепенно (головные боли, боли в суставах, судороги пальцев). В особо тяжелых случаях изменение организма человека приводит к инвалидности.

Приведенные в нормах допустимые значения параметров вибраций (табл. 1) предназначены для постоянных рабочих мест в производственных помещениях при непрерывном воздействии в течение рабочего дня (8 ч). Норма вибрации для рабочего места составляет 92 дБ.

При продолжительности воздействия вибраций менее 4 часов в течение рабочего дня указанные в таблице допустимые значения параметров вибрации следует увеличивать - в 1,4 раза (на 3 дБ); При воздействии менее 2 часов - в два раза (на 6 дБ); При воздействии менее 2 часов - в три раза (на 9 дБ).

#### ***Повышенный уровень электромагнитных излучений.***

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии этих полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Также эти излучения неблагоприятно могут влиять на работу электроприборов. Воздействие ЭМИ на человека нормируются по энергетической экспозиции, определяющейся интенсивностью ЭМИ радиочастотных диапазонов (ЭМИ РЧ) и временем воздействия (согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96). Нормы в табл. 1.

Таблица 1.

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц – 3 МГц	20000,0	200,0	–
3 – 30 МГц	7000,0	Не разработаны	–
30 – 50 МГц	800,0	0,72	–
50 – 300 МГц	800,0	Не разработаны	–
300 МГц – 300 ГГц	–	–	200,0

Источниками ЭМИ РЧ на производстве являются бытовые приборы, которые не оказывают значимого влияния и не подлежат контролю в соответствии с санитарными нормами и правилами.

#### ***Повышенная запыленность.***

Запыленность возникает в ходе процесса резания, образования стружки, износа режущего инструмента, а также выделение пылевых частиц с поверхности обрабатываемой заготовки. Так же в процессе резания испаряется СОЖ. Для защиты от данного вредного фактора, необходимо использовать вентиляцию (вытяжки). Выбор СОЖ зависит от характера производства и определяется рекомендациями по транспортированию и хранению, приготовлению рабочих растворов, контролю и корректировке качества, утилизации, охране труда при работе с СОЖ. Правильный выбор СОЖ обеспечивает технологическую эффективность.

При эксплуатации СОЖ возможно вредное воздействие их на организм человека – специфическое местное воздействие на кожный покров, раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз, общее резорбтивное действие на организм. Поэтому применение СОЖ должно обязательно сопровождаться профилактическими гигиеническими мероприятиями.

### ***Повышенный уровень статического электричества.***

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79 (Электробезопасность) [10].

Основными причинами поражения электрическим током могут послужить: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением.

С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением компьютера и установки в сеть должна быть визуально проверена;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети компьютер и установку;
- запрещается при включенном компьютере или установке одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление (самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током);
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- предохранительные устройства;

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда.

### ***Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне.***

В процессе работы на станке горячая стружка может попасть в глаза, одежду, обувь и причинить ожоги. Во избежание ожогов и повреждения органов зрения, рабочий должен работать в специализированной одежде (из брезента или плотного сукна, а так же в рукавицах). Куртку следует носить поверх брюк. Карманы должны плотно прилегать. Брюки носить поверх обуви. Не забывать работать в очках или маске.

Для уменьшения воздействий опасных факторов рекомендуется использовать следующие меры:

- 1) Использование средств индивидуальной защиты: очки (маска), головные уборы, специальная одежда и обувь;
- 2) Проведение испытаний станка: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания в случаи опасности блокировок;
- 3) Использование и применение специализированных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление  $R_3 \leq 4 \text{ Ом.}$ , средства дробления сливной стружки (в процессе резания), дополнительное освещение станков, ограничители шума УЗД=97дБА, ПДУ=80дБА и вибрации  $f=18\text{Гц}$ , ПДУ=92дБ;
- 4) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки. Также, средство защиты – механизм, который не позволит работать станку с открытой дверью;
- 5) Использование сигнализации безопасности: цветовой и знаковой;
- 6) Применение безопасных расстояний и габаритных размеров: габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами



производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов;

7) Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, которые окрашены в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак: «Осторожно! Электрическое напряжение»;

8) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и ЛД со светильниками типа ОД или ПВЛ;

9) Для местного освещения при точных работах с блестящими металлическими поверхностями рекомендуется использовать люминесцентные лампы ЛД и ЛХБ;

10) Для снижения вероятности возникновения пожара проводится необходимый инструктаж персонала, соблюдаются правила при работе с электрооборудованием, на рабочих местах запрещено курить и пользоваться источниками открытого огня (возможно только в отведенных местах). Для тушения пожаров водой используются внутренние и внешние водопроводы, а в качестве первичных средств пожаротушения пенные огнетушители ОХВП-10, углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, и ОУ-8 1-у штуку на 700м<sup>2</sup> площади, ящики с песком 1-ин на 500м<sup>2</sup> площади.

## **4.2. Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды — комплекс мер, предназначенных для ограничения отрицательного влияния человеческой деятельности на природу.

Охрана окружающей среды на предприятии характеризуется комплексом принятых мер, которые собственно направлены на предупреждение отрицательного воздействия человеческой деятельности предприятия на окружающую природу, что обеспечивает благоприятные и безопасные условия жизнедеятельности человека.

В качестве промышленных отходов выступают: бумага, строительные отходы, коробки и т.п. Весь мусор с другими отходами вывозится на специальные территории, которые отведены под складирование отходов (бытовых). Утилизация отходов уменьшает их объём приблизительно на 90%, но в результате сжигания выделяются вредные газы и дым, которые после загрязняют атмосферу.

При механической обработки материалов образуется пыль, стружка, а так же туман (испарения СОЖ), которые выводятся наружу при помощи системы вентиляции, что отрицательно воздействует на окружающую среду.

Факторы, влияющие на экологическую безопасность, пути их решения:

1. Чтобы предотвратить попадание механических примесей в вентиляционные выбросы, необходимо оборудовать вентиляцию специальными фильтрами (из волокна) и аппаратами пылеулавливания (мокрого и сухого);

2. Для очистки газовой составляющей вентиляционных выбросов, нужно использовать специальные конденсаторы, которые будут охлаждать воздушные смеси (ниже точки росы).

3. Уборку стружки осуществляют: в процессе механической обработки стружка удаляется с помощью СОЖ в специальное место под станком. С отстойника СОЖ попадает в фильтр, для повторного ее использования, а стружка проходит переработку;

Защита от мелкой пыли, стружки и выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами (отсосами). Воздух, проходит через фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы и утилизируется.

4. Для снижения к минимуму загрязнения сточных вод, все стоки оборудуют специальными фильтрами (задерживающие масла, кислоты и грязь). Очистка вод производится, в отстойниках, шлаконакопителях. Воды которые прошли очистку используются в оборотном водоснабжении.

### **4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, которые приводят в свою очередь к нарушению безопасности жизнедеятельности.

Производству необходима электроэнергия для питания станков, а также частая подача СОЖ, но если не соблюдается техника безопасности, возрастает риск возникновения пожар (замыкание проводки и т.п.).

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Чтобы избежать ЧС следует:

- 1) Проводить регулярные инструктажи по технике пожарной безопасности для всего персонала;
- 2) Необходимо наличие средств пожаротушения (в качестве первичных средств пожаротушения пенные огнетушители ОХВП-10, углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, и ОУ-8 1-у штуку на 700м<sup>2</sup> площади, ящики с песком 1-ин на 500м<sup>2</sup> площади);
- 3) В каждом цехе должен висеть на стене пожарный план и инструкция (в случаи пожара), с подробным показанием всех пожарных выходов, пожарных щитов и ящиков с песком;
- 5) Наличие звуковой пожарной сигнализации.

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

Данный вид работ подразумевает возможное наличие угроз жизни (работа в запылённом помещении, работа с подвижными частями механизмов и тд.). Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м<sup>2</sup>, а объем не менее - 20 м<sup>3</sup>.

Работника следует обеспечить всеми необходимыми мерами защиты:

- верхонки, для уменьшения травм от острых краёв металла;
- очки или маски, для исключения попаданий инородных тел в глаза и их область;
- специализированной одеждой, для индивидуальной защиты работника, а также другими средствами (в зависимости от вида работ).

Каждому работнику должно быть предоставлено специальное рабочее

место:

– если это сборочное место, то оно должно быть оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали;

– если это место токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность, а уровень света так же должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать дополнительные источники света.

В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи.

## Список литературы

1. ГОСТ 15.101-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ [Текст]. - Введ. 2000–07–01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
2. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.
3. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
4. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. -90 с.
8. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.
9. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение» / сост. В.Ю.

Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во  
Томского политехнического университета,

2015. – 22 с.

10. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.