

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

---

Институт ИМОЯК  
Направление подготовки Машиностроение  
Кафедра ТАМП

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления поворотного диска

УДК 621.86.067 \_\_\_\_\_

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л20	Гун Тай		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шибинский К.Г.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

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
Доцент	Арляпов А.Ю.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

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



Институт международного образования и языковой коммуникации  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение  
 Кафедра «Технология автоматизированного машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Л120	Гун Тай

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления поворотного диска	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2016
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертеж детали, годовая программа выпуска
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Шибинский Константин Григорьевич

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Волков Юрий Викторович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.03.2016
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шибинский Константин Григорьевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л20	Гун Тай		

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## Введение

### 1. Технологический раздел

1.1 Техническое задание-----	6
1.2 Определение типа производства-----	7
1.3 Анализ технологичности конструкции детали-----	11
1.4 Маршрут конструкторские изготовления детали и построение размерной схемы-----	13
1.5 Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении-----	23
-----	-----
1.6 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров-----	31
-----	-----
1.7 Расчет режимов резания-----	38
1.8 Расчет основного времени-----	53

### 2. Конструкторский раздел

2.1 Анализ исходных данных-----	76
2.2 Разработка припильной расчетной схемы приспособления-----	77
2.3 Описание конструкций и работы приспособления-----	77
2.4 Определение необходимой силы зажима-----	79
3. Экономическая часть-----	81
4. Безопасность и экологичность проекта-----	107
5. Список литературы-----	134

## **ВВЕДЕНИЕ**

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Целью курсового проекта является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали типа «поворотный диск». Это позволит получить навыки разработки технологии изготовления детали и закрепит теоретические знания по дисциплине «Технология машиностроения». Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства.

## 1.1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Анализировать технологический процесс изготовления головки приведен в приложении . Чертеж детали представлен на рисунке 1.

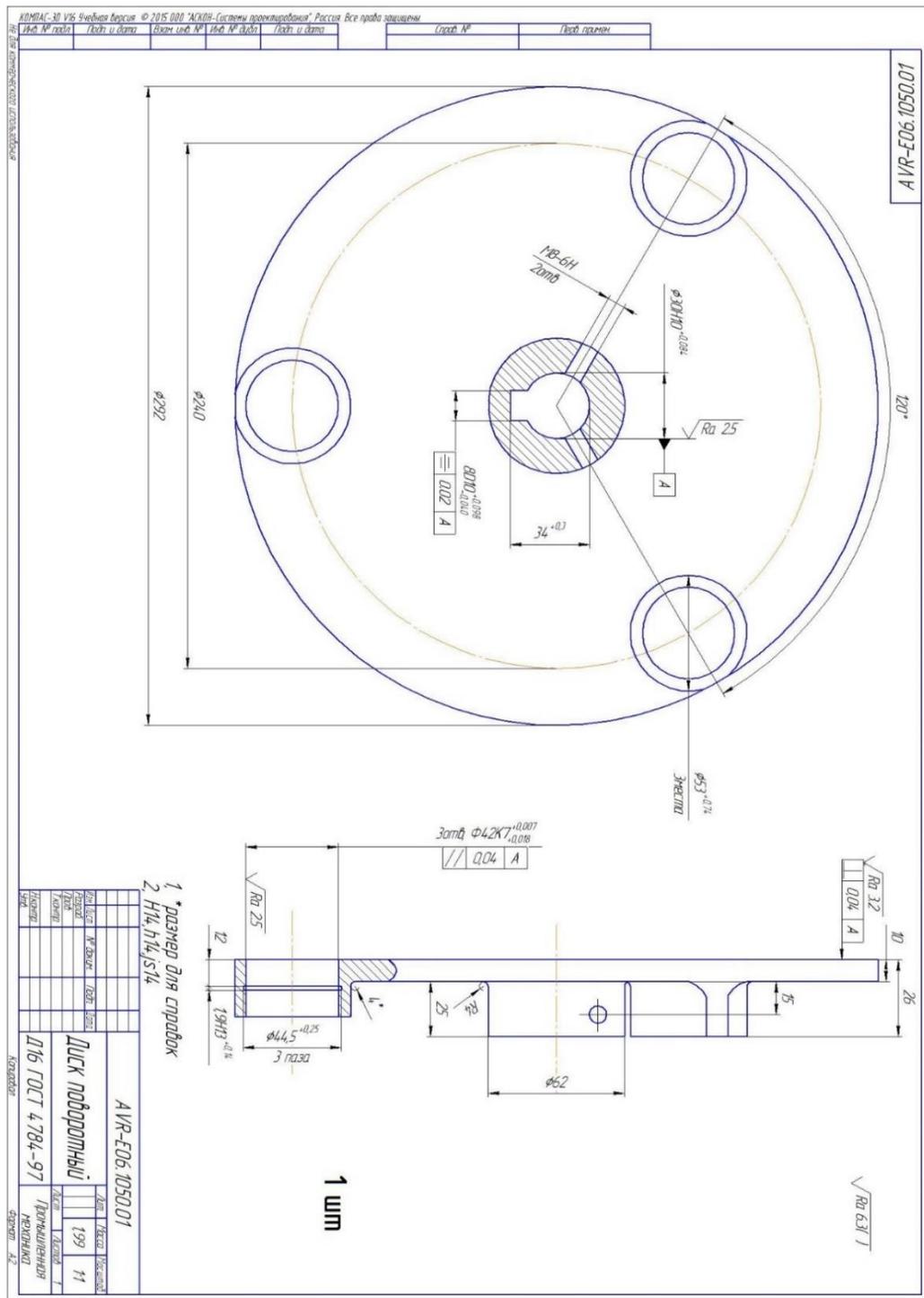


Рис.1. Чертеж детали

## 1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

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

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}}, \quad (1)$$

где,  $t_{в}$  – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}}$$

где,  $F_{г}$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{г}$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1 [1, стр.22] при двухсменном режиме работы:  $F_{г} = 4029$  ч.

Тогда

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{4150 \cdot 60}{10000} = 24,9 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса

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

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

$n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 6 операции ( $n=7$ ): 4 токарные и 2 фрезерная операция и 1 отрезанная операция(см. операционную карту).

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

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{0.i}, \quad (3)$$

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

$T_{0.i}$  – основное технологическое время  $i$ - ой операции, мин.

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

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

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

$$T_{0.1} = 0,037 * (D^2 - d^2) + 0.52dl + 0.21dl + 0.18dl + 0.43dl + 0.1dl + 0.17dl$$

где  $D$  – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

$d$  – наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1.

$$\begin{aligned} \text{Тогда } T_{0.1} &= (0,037 * (70^2 - 0^2) + 0,52 * 10 * 25 + 0,21 * 10 * 25 + \\ &0.18 * 10 * 25 + 0.43 * 10 * 23 + 0.1 * 70 * 12 + 0.17 * 20 * 4) * 10^{-3} \\ &= 0,66 \text{мин.} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по форм.:

$$T_{\text{ш.к.1}} = \varphi_{\text{к.1}} \cdot T_{0.1} = 2,14 * 0,66 = 1,41 \text{мин.}$$

Основное технологическое время токарная операции (см. операционную карту):

$$\begin{aligned} T_{0.2} &= 0,052 * (D^2 - d^2) + 9lz = (0,052 * (70^2 - 10^2) + 9 * 25 * 6)10^{-3} \\ &= 1,60 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{\text{ш.к.2}} = \varphi_{\text{к.3}} \cdot T_{0.3} = 2,14 \cdot 1,60 = 3,42 \text{мин.}$$

Основное технологическое время токарная операции (см. операционную карту):

$$T_{03}=0.18dl= (0.18 * 70 * 25) * 10^{-3} = 0,32$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{\text{ш.к.3}} = \varphi_{\text{к.3}} \cdot T_{0.3} = 2.14*0,32=0,67 \text{мин}$$

Основное технологическое время токарная операции (см. операционную карту):

$$T_{0,4} = 0,18 \text{ dl} = (0,18 * 70 * 23) * 10^{-3} = 0,29 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{0,6} = \varphi_{к.6} \cdot T_{0,6} = 2,14 * 0,29 = 0,62 \text{ мин}$$

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

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n} = \frac{1,41 + 3,42 + 0,67 + 0,62}{4} = 1,53 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{з.0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{24,9}{1,53} = 16,7$$

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций:

Тип производства	$K_{з.0}$
Массовое	1
Серийное:	
крупносерийное	Св. 1 до 10
среднесерийное	Св. 10 до 20
мелкосерийное	Св. 20 до 40
Единичное	Св. 40

Так как  $K_{з.0} = 16,7$ , то типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций – среднесерийное.

### 1.3 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ

Деталь – диск поворотный – представляет собой тело вращения, изготавливаемое из сплава Д16Т. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой, отсутствуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов

С учетом вышесказанного какие-либо изменения в конструкции детали производиться не будут.

Табл 1. Химический состав сплава Д16Т

Химический состав в %	
Fe	До0.5
Si	До 0,5
Mn	0.3-0.9
Ni	До0.1
Ti	до 0.1
Al	90.8-94.7
Cu	3.8-4.9
Mg	1.2-1.8
Zn	до 0.3

## 1.4 РАЗРАБОТКА МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДИСКА ПОВОРОТНОГО

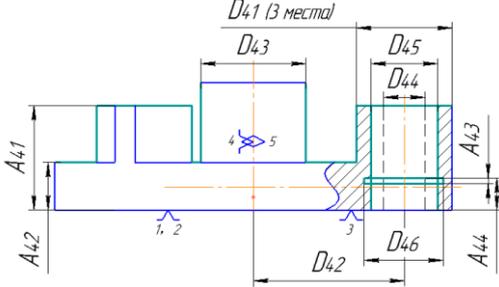
Маршрут технологии изготовления диска поворотного представлен в виде таблицы 2, где также обозначены технологические базы.

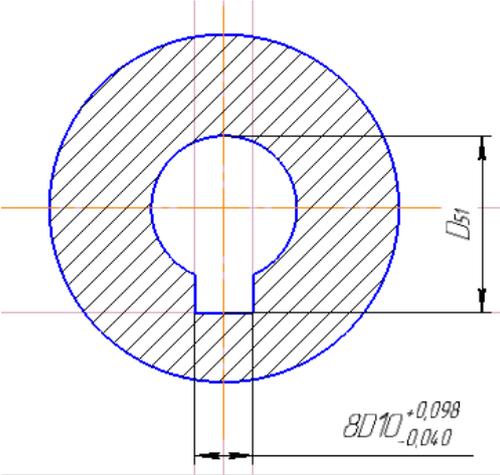
Таблица 2 Маршрутный технологический процесс

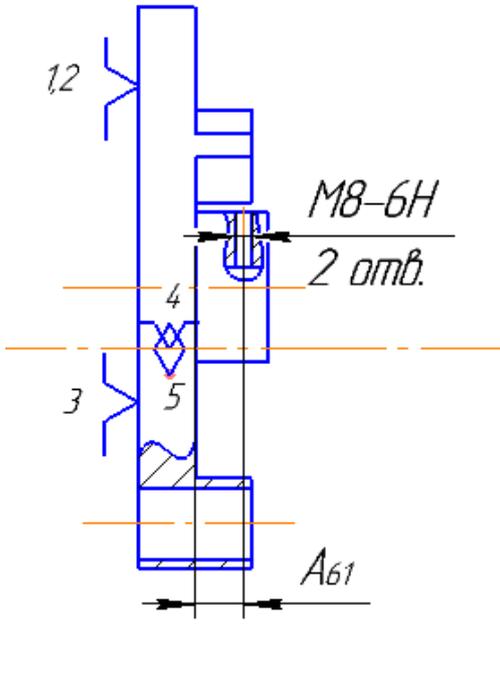
Номер		Наименование операций и содержание пкркхолов	Операционный эскиз
операци	переход		
1	2	3	4
05	A  1	<p><b>Заготовительная</b></p> <p>Выдвинуть пруток до упора и закрепить</p> <p>Отрезать заготовку</p> <p>выдерживая размер <math>D_{01}</math>, <math>A_{01}</math></p>	

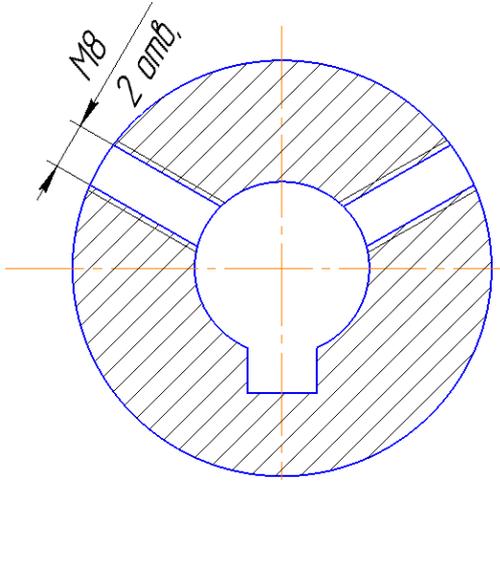
10	<p><b>Токарная</b></p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>1 Подрезать торец начерно выдерживая размер <math>A_{11}</math></p> <p>2 Точить поверхность начерно выдерживая размеры <math>D_{12}</math>, <math>A_{12}</math></p>	
15	<p><b>Токарная</b></p> <p>1 Подрезать торец начерно выдерживая размер <math>A_{21}</math></p> <p>2 Точить поверхность начерно выдерживая размеры <math>D_{22}</math>, <math>A_{22}</math></p> <p>3 Точить поверхность начерно выдерживая размеры <math>D_{23}</math>, <math>A_{23}</math></p>	



25	<p style="text-align: center;"><b>Фрезерная с ЧПУ</b></p> <p>Установить деталь в ЧПУ и закрепить</p> <p>Фрезеровать</p> <p>1 поверхность выдерживая размеры D41, D42, D43, A41, A42</p> <p>2 Центровать 3 отверстие под сверло</p> <p>3 Сверлить 3 отверстие диаметром D44</p> <p>4 Расточить отверстие диаметром D45</p> <p>5 Фрезеровать канавку выдерживая размеры D46, A43, A44</p>	 <p>The drawing shows a stepped shaft with the following dimensions: diameters D41, D42, D43, D44, D45, and D46; axial dimensions A41, A42, A43, and A44. A chamfered end is shown with dimensions 4, 5, 3, 2, and 1. A note above the shaft reads 'D41 в метал'.</p>
----	---	---

30	1	<p align="center"><b>Протяжная</b></p> <p>Протянуть паз выдерживая размер D51</p>	
----	---	---	--

35	1	<p align="center"><b>Сверлильная</b></p> <p>Установить деталь в приспособление и Закрепить</p> <p>Сверлить 2 отверстия выдерживая размер A61,</p>	
----	---	---	---

40	1	<p align="center"><b>Слесарная</b></p> <p>Нарезать 2 резьбы M8-6H</p>	
----	---	---	--

# 1.5 РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ В ОСЕВОМ НАПРАВЛЕНИИ

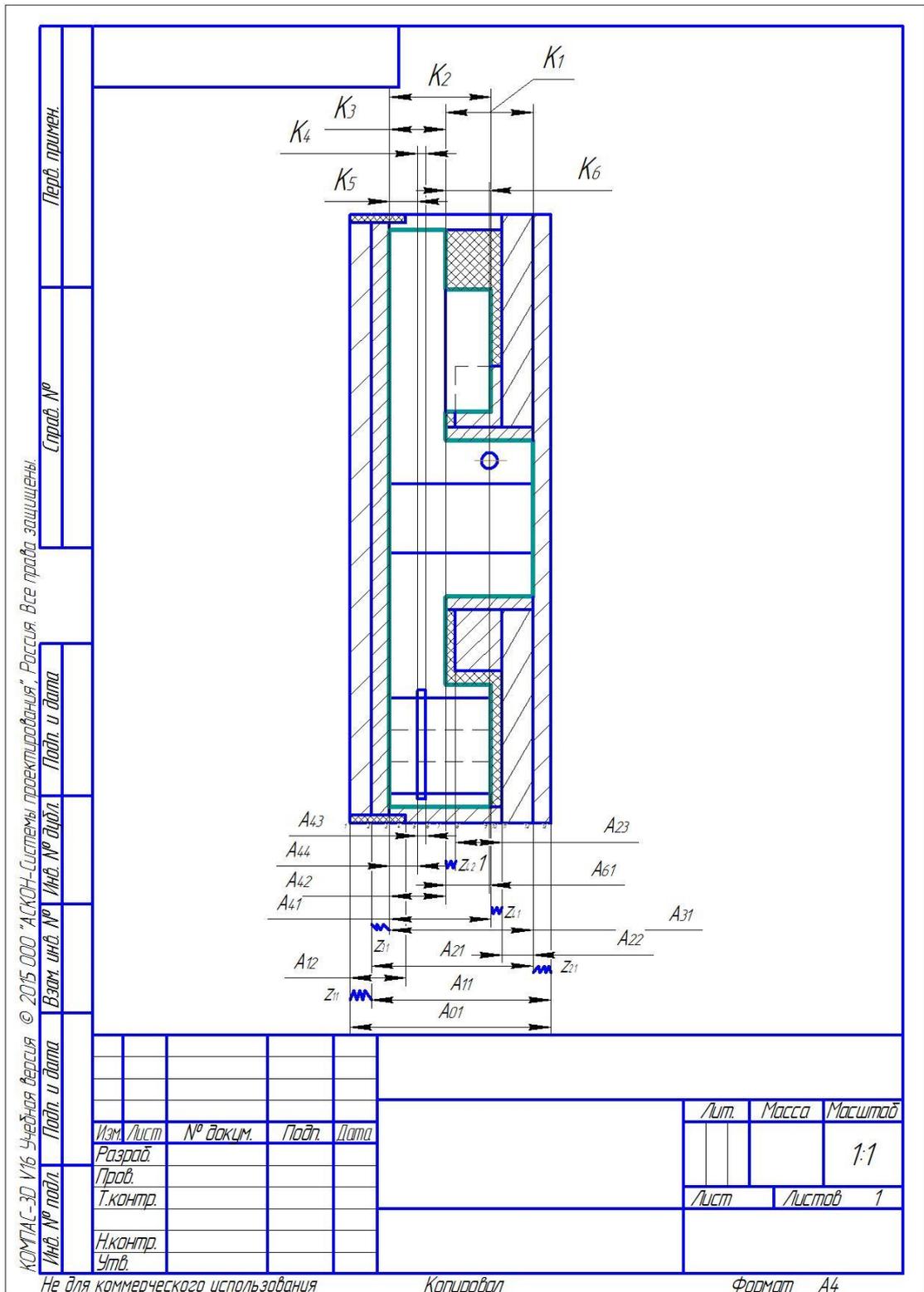


Рис. 3 Размерная схема в осевом направлении

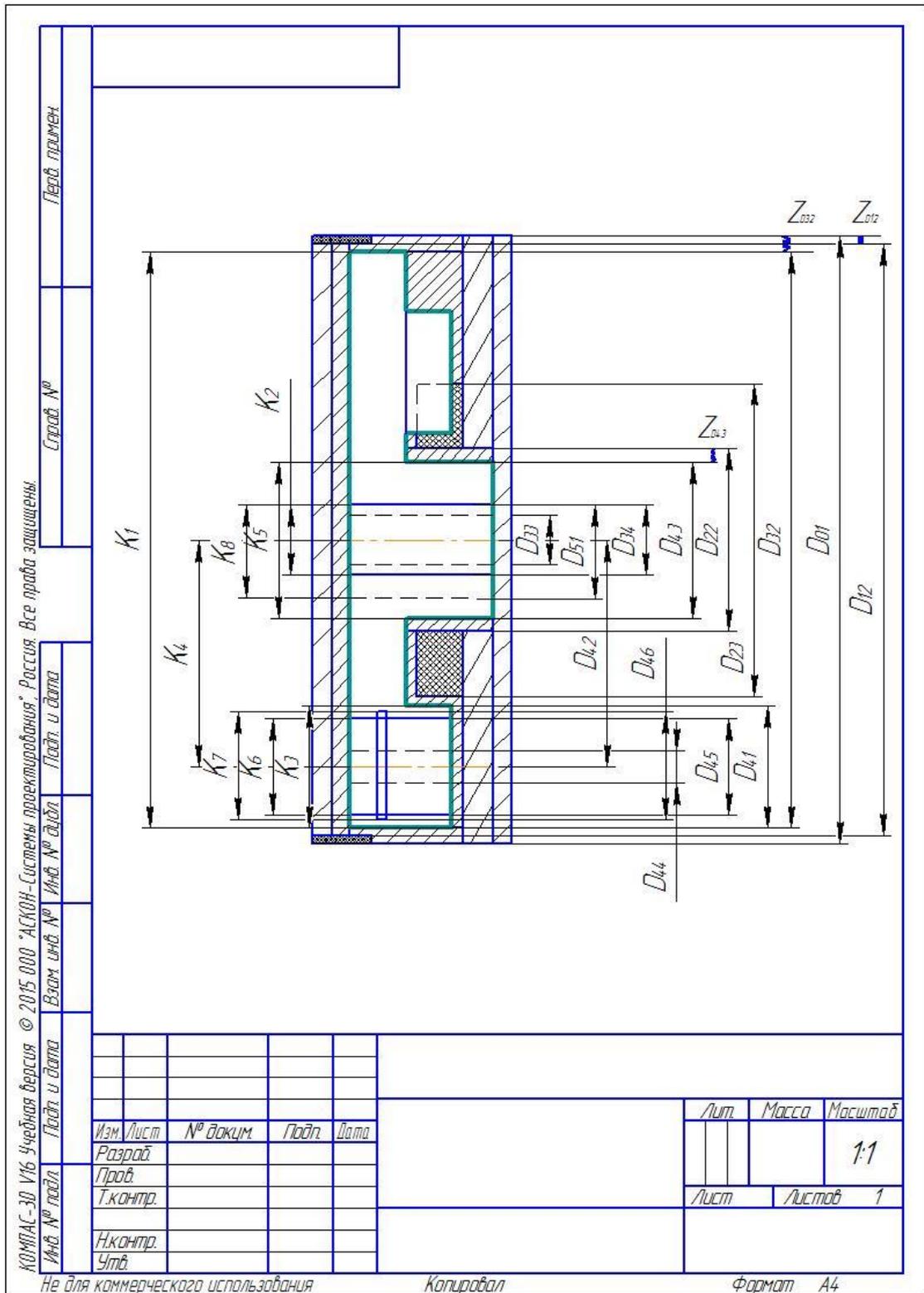


Рис. 4 Размерная схема в диаметральном направлении

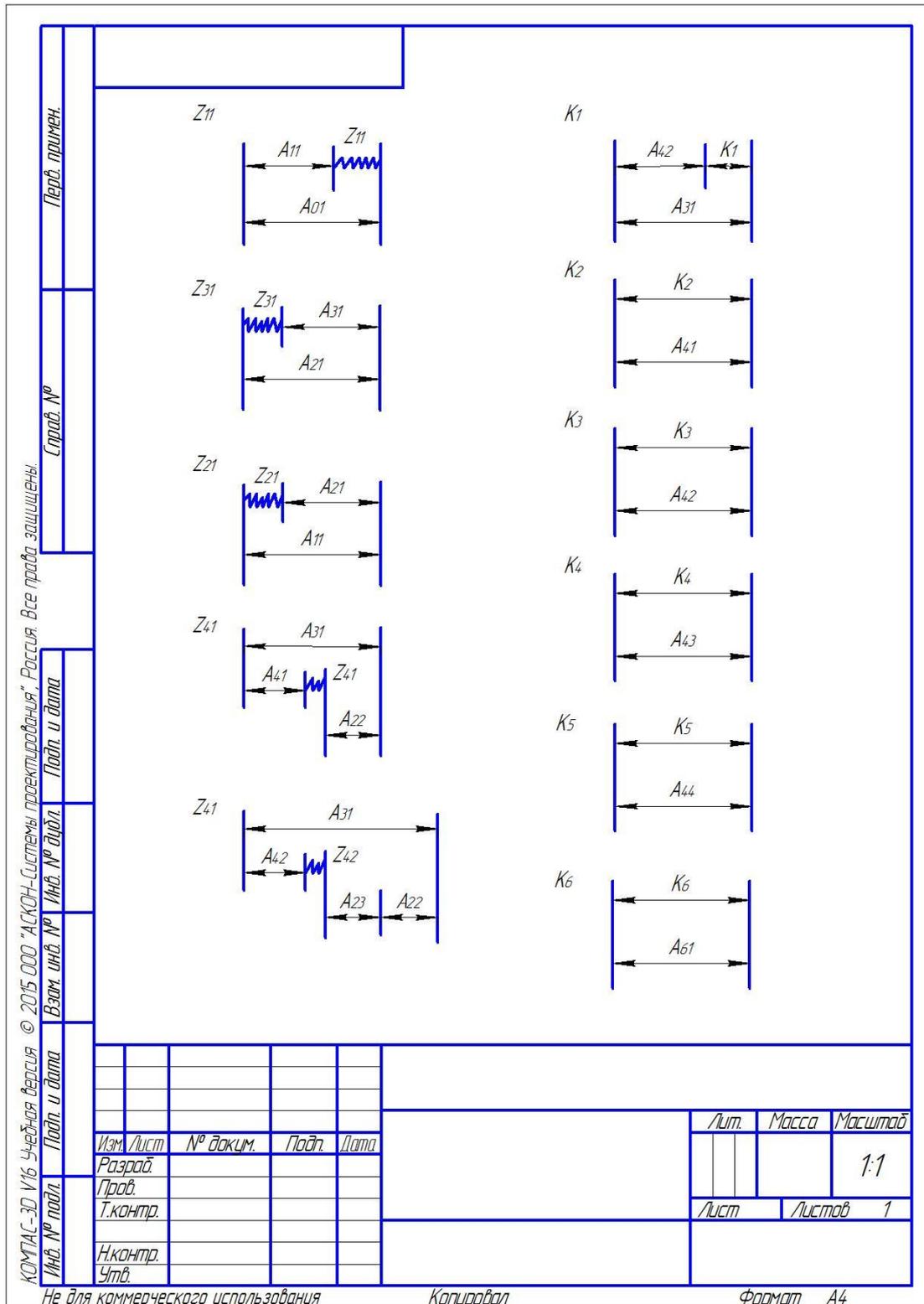


Рис. 5. Уравнения расчета замыкающих звеньев.

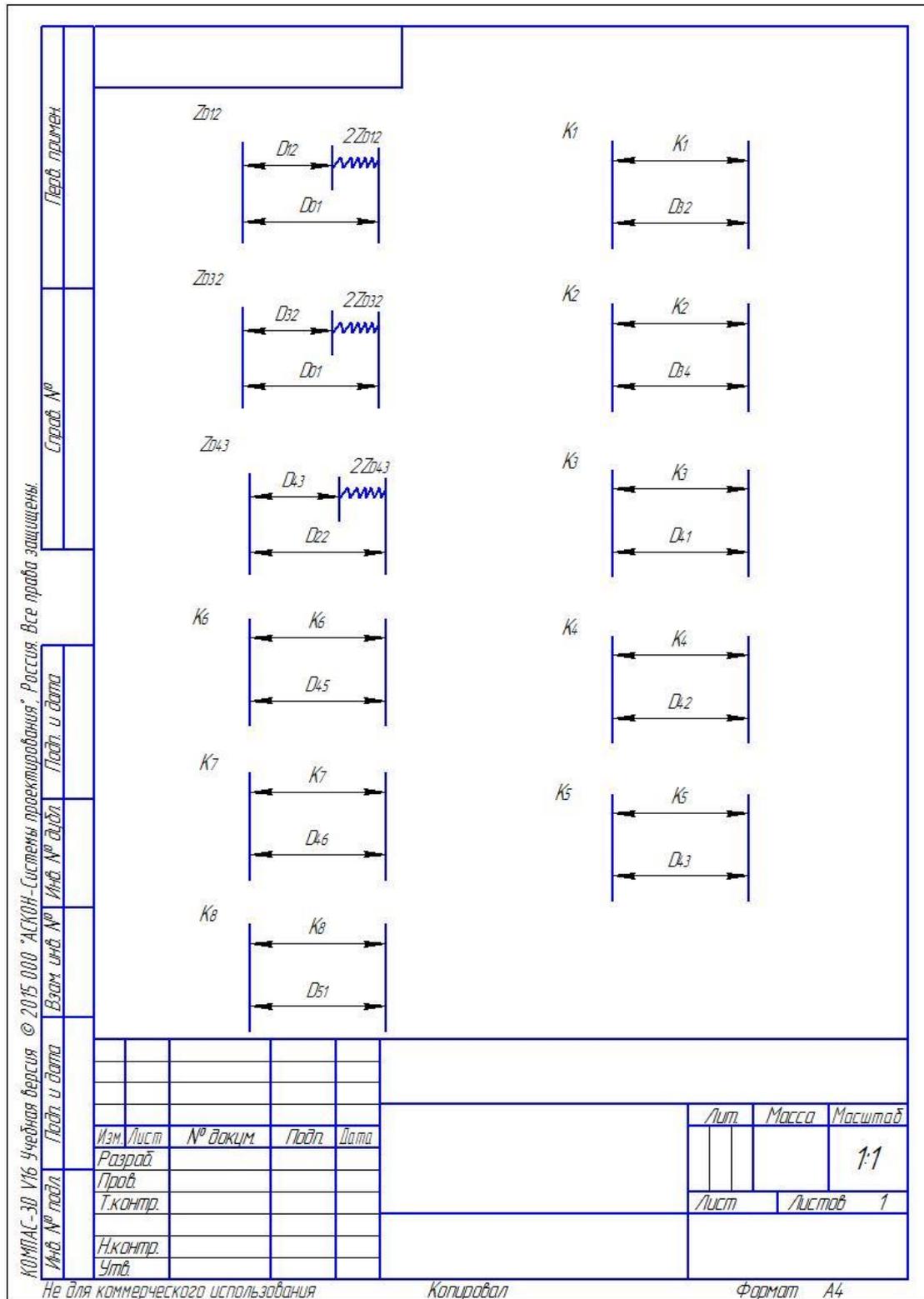


Рис. 6. Уравнения расчета замыкающих звеньев.



Допуски на технологические размеры:

$$TA_{01} = \omega_C = 3\text{мм};$$

$$TA_{11} = \omega_C + \rho_{\text{И}} = 1,3\text{мм};$$

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

$$TA_{21} = \omega_C = 0,3\text{мм};$$

$$TA_{22} = \omega_C = 0,12\text{мм};$$

$$TA_{23} = \omega_C = 0,12\text{мм};$$

$$TA_{31} = \omega_C = 0,08\text{мм};$$

$$TA_{41} = \omega_C = 0,12\text{мм};$$

$$TA_{42} = \omega_C = 0,12\text{мм};$$

$$TA_{43} = \omega_C = 0,12\text{мм};$$

$$TA_{44} = \omega_C = 0,12\text{мм};$$

$$TA_{61} = \omega_C = 0,12\text{мм};$$

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i,$$

Для размера  $K_1$ :

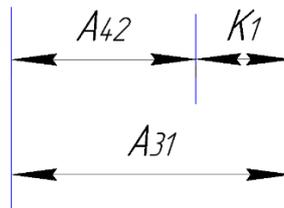


Рис.8. Размерная схема.

$TK_1 = 0,52 \geq TA_{31} + TA_{42} = 0,2$  мм, т. е. размер  $K_1$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_2$ :

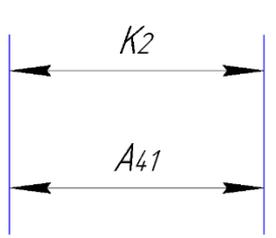


Рис.9. Размерная схема.

$TK_2 = 0,52 \geq TA_{41} = 0,12$  мм, т. е. размер  $K_2$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_3$  (см. рисунок 3):

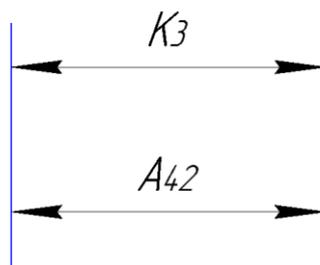


Рис.9. Размерная схема.

$TK_3 = 0,36 \geq TA_{42} = 0,12$  мм, т. е. размер  $K_3$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_4$ :

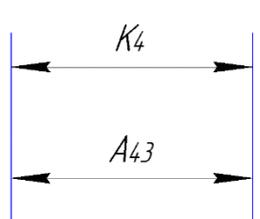


Рис.10. Размерная схема.

$TK_4 = 0,14 \geq TA_{43} = 0,12$  мм, т. е. размер  $K_4$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_5$ :

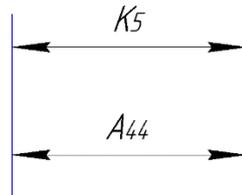


Рис.11. Размерная схема.

$TK_5 = 0,23 \geq TA_{61} = 0,12$  мм, т. е. размер  $K_6$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_6$  (см. Рисунок3):

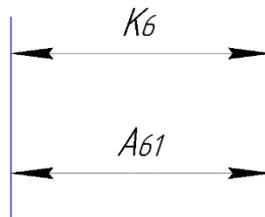


Рис.12. Размерная схема.

$TK_6 = 0,43 \geq TA_{61} = 0,12$  мм, т. е. размер  $K_6$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Формула для расчета минимальных припусков на обработку плоскостей:

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

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

где,  $\rho_{\phi_{i-1}}$  – погрешность формы обрабатываемой поверхности;

$\rho_{p_{i-1}}$  – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

Минимальный припуск:

$$\begin{aligned} Z_{11 \min} &= Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2} = 100 + 100 + \sqrt{60^2 + 80^2} \\ &= 300 \text{мкм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{21 \min} &= Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2} = 30 + 40 + \sqrt{20^2 + 60^2} \\ &= 133 \text{мкм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{31 \min} &= Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2} = 20 + 20 + \sqrt{20^2 + 50^2} \\ &= 94 \text{мкм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{41 \min} &= Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2} = 30 + 40 + \sqrt{10^2 + 40^2} \\ &= 111 \text{мкм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{42 \min} &= Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2} = 50 + 50 + \sqrt{20^2 + 50^2} \\ &= 154 \text{мкм} \end{aligned}$$

максимальный припуск:

$$Z_{11 \max} = Z_{11 \min} + TA_{01} + TA_{11} = 0.3 + 1.3 + 3 = 4.6 \text{мм}$$

$$Z_{21 \max} = Z_{21 \min} + TA_{11} + TA_{21} = 0.133 + 1.3 + 0.3 = 1.733 \text{мм}$$

$$Z_{31 \max} = Z_{31 \min} + TA_{31} + TA_{21} = 0.094 + 0.08 + 0.3 = 0.474 \text{мм}$$

$$\begin{aligned} Z_{41 \max} &= Z_{41 \min} + TA_{31} + TA_{41} + TA_{22} = 0.111 + 0.12 + 0.12 = \\ &0.351 \text{мм} \end{aligned}$$

$$Z_{42 \max} = Z_{42 \min} + TA_{31} + TA_{22} + TA_{23} + TA_{42} = 0.154 + 0.12 +$$

$$0.12 + 0,12 = 0.514\text{мм}$$

средний припуск:

$$Z_{11\text{cp}} = \frac{Z_{11\text{max}} + Z_{11\text{min}}}{2} = 2.45\text{мм}$$

$$Z_{21\text{cp}} = \frac{Z_{21\text{max}} + Z_{21\text{min}}}{2} = 0.933\text{мм}$$

$$Z_{31\text{cp}} = \frac{Z_{31\text{max}} + Z_{31\text{min}}}{2} = 0.284\text{мм}$$

$$Z_{41\text{cp}} = \frac{Z_{41\text{max}} + Z_{41\text{min}}}{2} = 0.231\text{мм}$$

$$Z_{42\text{cp}} = \frac{Z_{42\text{max}} + Z_{42\text{min}}}{2} = 0.334\text{мм}$$

Найдем технологический размер  $A_{21}$

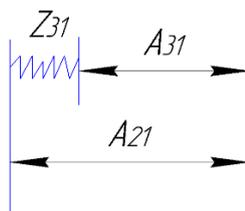


Рис.13. Размерная схема.

Из цепи составляем уравнения для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{21}$

$$A_{21}^{\text{cp}} = A_{31}^{\text{cp}} + Z_{31}^{\text{cp}} = 35 + 0.284 = 35.284$$

Принимаем:  $A_{21} = 35.3 \pm 0.15$

Найдем технологический размер  $A_{11}$

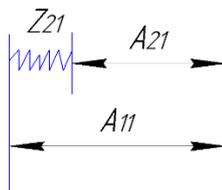


Рис.14. Размерная схема.

Из цепи составляем уравнения для замыкающего звена. Далее

находим среднее значение размера  $A_{11}$

$$A_{11}^{cp} = A_{21}^{cp} + Z_{21}^{cp} = 35.284 + 0.933 = 36.217 \text{ mm}$$

Принимаем:  $A_{11} = 36.2 \pm 0.65$

Найдем технологический размер  $A_{01}$

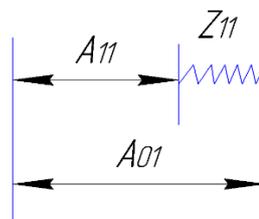


Рис.15. Размерная схема.

Из цепи составляем уравнения для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{01}$

$$A_{01}^{cp} = A_{11}^{cp} + Z_{11}^{cp} = 36.217 + 2.45 = 38.667 \text{ mm}$$

Принимаем:  $A_{11} = 38.7 \pm 1.5$

Найдем технологический размер  $A_{22}$

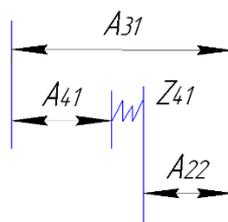


Рис.16. Размерная схема.

Из цепи составляем уравнения для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{22}$

$$A_{22}^{cp} = A_{31}^{cp} - A_{41}^{cp} - Z_{41}^{cp} = 35 - 26 - 0.231 = 8.769 \text{ mm}$$

Принимаем:  $A_{22} = 8.8 \pm 0.06$

Найдем технологический размер  $A_{23}$

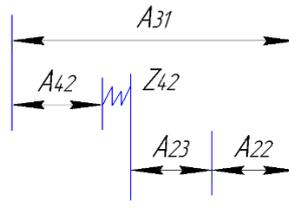


Рис.17. Размерная схема.

Из цепи составляем уравнения для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{23}$

$$A_{23}^{cp} = A_{31}^{cp} + A_{42}^{cp} + A_{22}^{cp} - Z_{42}^{cp} = 35 - 10 - 8.769 - 0.344 = 16.565 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем: } A_{11} = 16.6 \pm 0.06$$

$$A_{52} = K_1 = 21 \pm 0.105 \text{ мм}$$

$$A_{41} = K_2 = 26 \pm 0.62 \text{ мм}$$

$$A_{42} = K_3 = 10 \pm 0.18 \text{ мм}$$

$$A_{43} = K_4 = 1.9^{+0.14} \text{ мм}$$

$$A_{44} = K_5 = 12 \pm 0.25 \text{ мм}$$

$$A_{61} = K_6 = 15 \pm 0.215 \text{ мм}$$

$$A_{31} = K_3 + K_1 = 35 \pm 0.04 \text{ мм}$$

$$A_{23} = 16.6 \pm 0.06 \text{ мм}$$

$$A_{12} = 15 \pm 0.06 \text{ мм}$$

$$A_{22} = 8.8 \pm 0.06 \text{ мм}$$

$$A_{11} = 36.2 \pm 0.65 \text{ мм}$$

$$A_{21} = 35.3 \pm 0.15 \text{ мм}$$

$$A_{01} = 38.7 \pm 1.5 \text{ мм}$$

## 1.6 РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ И ДИАМЕТРАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения определяется по формуле:

$$Z_{i\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}),$$

где  $Rz_{i-1}$  – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученное на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Прокат горячекатаный обычной точности:

$$2Z_{12\min}^D = 2 \cdot (Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 \times (80 + 50 + \sqrt{50^2 + 150^2}) = 576.2 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{32\min}^D = 2 \cdot (Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 \times (30 + 40 + \sqrt{50^2 + 150^2}) = 456.2 \text{ мкм.}$$

$$Z_{43\min}^D = 2 \cdot (Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) = 2 \times (80 + 80 + \sqrt{10^2 + 30^2}) = 383.2 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{12\max}^D = 2Z_{12\min}^D + TD_{01} + TD_{12} = 0,576 + 3 + 0,42 = 3.996 \text{ мм}$$

$$Z_{32\max}^D = 2Z_{21\min}^D + TD_{01} + TD_{32} = 0,456 + 3 + 0.42 = 3.996 \text{ мм}$$

$$Z_{43\max}^D = 2Z_{22\min}^D + TD_{22} + TD_{43} = 0,383 + 0,42 + 0,2 = 1.003 \text{ мм}$$

$$2Z_{12cp}^D = \frac{2Z_{11\max}^D + 2Z_{11\min}^D}{2} = 2.286 \text{ мм}$$

$$2Z_{32cp}^D = \frac{2Z_{21\max}^D + 2Z_{21\min}^D}{2} = 2.226 \text{ мм}$$

$$2Z_{43cp}^D = \frac{2Z_{43max}^D + 2Z_{43min}^D}{2} = 0.692 \text{ мм}$$

Расчет диаметральных технологических размеров

$$TD_{01} = 3$$

$$TD_{12} = \omega_C + \rho_{И} = 0.4 + 0.02 = 0.42$$

$$TD_{22} = \omega_C + \rho_{И} = 0.42$$

$$TD_{23} = \omega_C = 0.4$$

$$TD_{32} = \omega_C + \rho_{И} = 0.42$$

$$TD_{33} = \omega_C = 0.15$$

$$TD_{34} = \omega_C = 0.08$$

$$TD_{41} = \omega_C = 0.2$$

$$TD_{42} = \omega_C = 0.25$$

$$TD_{43} = \omega_C = 0.2$$

$$TD_{44} = \omega_C = 0.15$$

$$TD_{45} = \omega_C = 0.02$$

$$TD_{46} = \omega_C = 0.2$$

$$TD_{51} = \omega_C = 0.2$$

$$TK_1 = 1.3 \text{ мм},$$

$$TK_2 = 0.084 \text{ мм},$$

$$TK_3 = 0.74 \text{ мм},$$

$$TK_4 = 0.87 \text{ мм}$$

$$TK_5 = 0.74 \text{ мм},$$

$$TK_6 = 0.025 \text{ мм},$$

$TK_7=0.25$  мм.

$TK_8=0.3$  мм

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TD_i,$$

Для размера  $K_1$

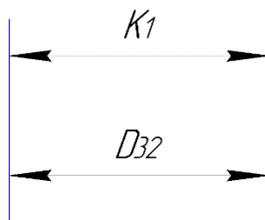


Рис.18. Размерная схема.

$TK_1 = 1.3 \geq TD_{32} = 0.42$  мм, т. е. размер  $K_1$  может быть обеспечен с заданной точностью

Для размера  $K_2$

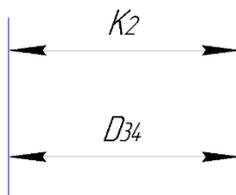


Рис.19. Размерная схема.

$TK_2 = 0.084 \geq TD_{34} = 0.08$  мм, т. е. размер  $K_2$  может быть обеспечен с заданной точностью

Для размера  $K_3$

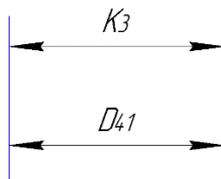


Рис.20. Размерная схема.

$TK_3 = 0.74 \geq TD_{41} = 0.2\text{мм}$ , т. е. размер  $K_3$  может быть обеспечен с заданной точностью

Для размера  $K_4$

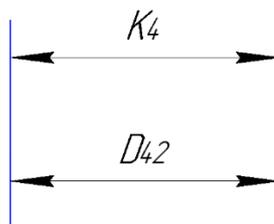


Рис.21. Размерная схема.

$TK_4 = 0.87 \geq TD_{42} = 0.25\text{мм}$ , т. е. размер  $K_4$  может быть обеспечен с заданной точностью

Для размера  $K_5$

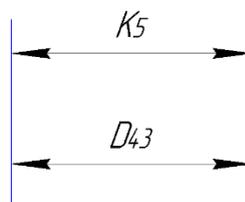


Рис.22. Размерная схема.

$TK_5 = 0.74 \geq TD_{43} = 0.2\text{мм}$ , т. е. размер  $K_5$  может быть обеспечен с заданной точностью

Для размера  $K_6$

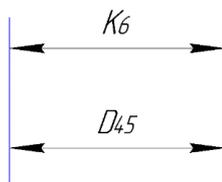


Рис.23. Размерная схема.

$TK_6=0.025 \geq TD_{45} = 0.02\text{мм}$ , т. е. размер  $K_6$  может быть обеспечен с заданной точностью

Для размера  $K_7$

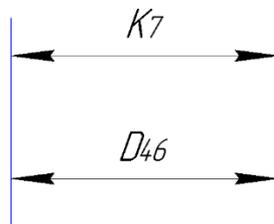


Рис.24. Размерная схема.

$TK_7=0.25 \geq TD_{46} = 0.2\text{мм}$ , т. е. размер  $K_7$  может быть обеспечен с заданной точностью

Для размера  $K_8$

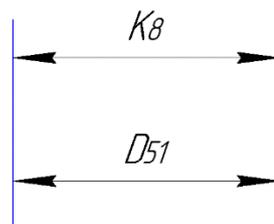


Рис.25. Размерная схема.

$TK_8=0.3 \geq TD_{51} = 0.2\text{мм}$ , т.е. размер  $K_8$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Найдем технологический размер  $D_{01}$

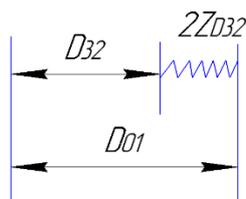


Рис.26. Размерная схема.

Из цепи составляем уравнения для замыкающего звена. Далее

находим среднее значение размера D01

$$D_{01}^{cp} = D_{32}^{cp} + 2Z_{D32}^{cp} = 292 + 2.226 = 294.226$$

Принимаем  $D_{01} = 294.2 \pm 1.5$

Найдем технологический размер D12

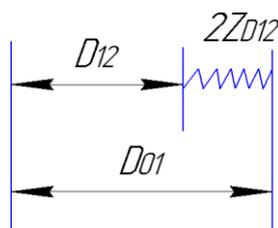


Рис.27. Размерная схема.

Из цепи составляем уравнения для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D12

$$D_{12}^{cp} = D_{01}^{cp} - 2Z_{D12}^{cp} = 294.226 - 2.286 = 291.94$$

Принимаем  $D_{12} = 292 \pm 0.21$

Найдем технологический размер D22

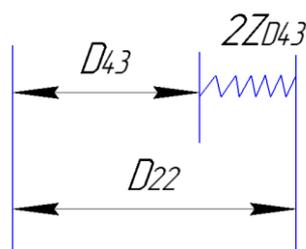


Рис.28. Размерная схема.

Из цепи составляем уравнения для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D22

$$D_{22}^{cp} = D_{43}^{cp} + 2Z_{D43}^{cp} = 62 + 0.692 = 62.692$$

Принимаем  $D_{22} = 69.7 \pm 0.21$

$$D_{32}=292\pm 0.65$$

$$D_{34}=30^{+0.084}$$

$$D_{41}=53\pm 0.37$$

$$D_{42}=119.5\pm 0.435$$

$$D_{43}=62\pm 0.37$$

$$D_{45}=425^{+0.007}_{-0.018}$$

$$D_{46}=44.5^{+0.25}$$

$$D_{51}=34^{+0.3}$$

$$D_{23}=183\pm 0.58$$

$$D_{33}=26\pm 0.3$$

$$D_{44}=38\pm 0.34$$

$$D_{22}=69.7\pm 0.21$$

$$D_{12}=292\pm 0.21$$

$$D_{01}=294.2\pm 1.5$$

## 1.7 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

**Токарная операция на токарно-винторезном станке 16К20**

**(переход А11 подрезать торец )**

Глубина резания:  $t = Z_{cp} = 2.45$  мм

Подача  $s = 0.4$  мм/об

Значения коэффициентов:  $C_v = 300$ ;  $m = 0.08$ ;  $x = 0.6$ ;  $y = 0.25$ ;  $T = 30$  – определены по таблице 17 [4, с.367].

Коэффициент  $K_v$ :

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

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

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

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

По табл. 4,5,6 [4, с. 361]:

$$K_M = 0,8, \quad K_{ПV} = 0.9, \quad K_{ИV} = 1.0$$

$$K_v = 0,8 \times 0.9 \times 1.0 = 0,72$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v = \frac{300}{30^{0.08 \cdot 2.45^{0.6} \cdot 0.4^{0.25}}} \cdot 0,72 = 170 \text{ М/МИН}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 170}{3,14 \cdot 292} = 172 \frac{\text{об}}{\text{МИН}}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с372], заносим в табл. 3.

Таблица 3. Расчет составляющих сил резания

Компонента	C <sub>p</sub>	x	y	n	K <sub>Мр</sub>	K <sub>фр</sub>	K <sub>γр</sub>	K <sub>λр</sub>	K <sub>гр</sub>	K <sub>p</sub>	P <sub>z</sub> , Н
P <sub>z</sub>	40	1	0,75	0	2.75	0.94	1	1,0	1	2.585	2533.3

$$P_z = 10 \times 40 \times 2.45^1 \times 1^{0.75} \times 1 \times 2.585 = 2533.3 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2533.3 \times 170}{1020 \times 60} = 7.03 \text{ кВт.}$$

**(переход A12 D12, Точить наружную поверхность.)**

Глубина резания:  $t = 1.14$

Подача  $s = 0.4 \text{ мм/об}$

$C_v = 148$ ;  $x = 0.7$ ;  $y = 0.3$ ;  $m = 0.11$ ;  $T = 30$ ;

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v = \frac{148}{30^{0.11 \cdot 1.14^{0.7} \cdot 0.4^{0.3}}} \cdot 0.72 = 112 \text{ М/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 112}{3.14 \cdot 292} = 122 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с372],

вносим в табл. 4.

Таблица 4. Расчет составляющих сил резания

Компонента	C <sub>p</sub>	x	y	n	K <sub>Мр</sub>	K <sub>фр</sub>	K <sub>γр</sub>	K <sub>λр</sub>	K <sub>Rр</sub>	K <sub>p</sub>	P <sub>z</sub> , Н
P <sub>z</sub>	40	1	0,75	0	2.75	0.94	1,0	1,0	0,93	2.585	1178

$$P_z = 10 \times 40 \times 1.14^1 \times 1^{0.75} \times 6.7^0 \times 2.585 = 1178 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1178 \times 112}{1020 \times 60} = 2.15 \text{ кВт}.$$

**(переход А21, подрезать торец.)**

Глубина резания:  $t = 0.933$

Подача  $s = 0.25 \text{ мм/об}$

$C_v = 148$ ;  $x = 0.7$ ;  $y = 0.3$ ;  $m = 0.11$ ;  $T = 30$ ;

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v = \frac{148}{30^{0.11 \cdot 0.933^{0.7} \cdot 0.25^{0.3}}} \cdot 0.72 = 117 \text{ м/мин}$$

Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 117}{3.14 \cdot 292} = 127 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с372],

вносим в табл. 5.

Таблица 5. Расчет составляющих сил резания

Компонента	$C_p$	x	y	n	$K_{Mр}$	$K_{фр}$	$K_{γр}$	$K_{λр}$	$K_{Rр}$	$K_p$	$P_z, Н$
$P_z$	40	1	0,75	0	2.75	0.94	1,0	1,0	0,93	2.585	341

$$P_z = 10 \times 40 \times 0.933^1 \times 0.25^{0.75} \times 7.7^0 \times 2.585 = 341 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{341 \times 117}{1020 \times 60} = 0.65 \text{ кВт.}$$

**(переход A22 D22, Точить наружную поверхность.)**

Глубина резания:  $t = 4$

Подача  $s = 0.4 \text{ мм/об}$

$C_v = 300$ ;  $x = 0.6$ ;  $y = 0.25$ ;  $m = 0.08$ ;  $T = 30$ ;

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v = \frac{300}{30^{0.08 \cdot 4^{0.6} \cdot 0.4^{0.25}}} \cdot 0.72 = 126 \text{ М/МИН}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 126}{3.14 \cdot 292} = 137 \frac{\text{об}}{\text{МИН}}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с372],

вносим в табл. 6.

Таблица 6. Расчет составляющих сил резания

Компонента	C <sub>p</sub>	x	y	n	K <sub>Мр</sub>	K <sub>фр</sub>	K <sub>γр</sub>	K <sub>λр</sub>	K <sub>Rр</sub>	K <sub>p</sub>	P <sub>z</sub> , Н
P <sub>z</sub>	40	1	0,75	0	2.75	0.94	1,0	1,0	0,93	2.585	4136

$$P_z = 10 \times 40 \times 4^1 \times 1^{0,75} \times 9.9^0 \times 2.585 = 4136 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{330 \times 99}{1020 \times 60} = 6.99 \text{ кВт.}$$

**(переход A23 D23, Точить поверхность.)**

Глубина резания:  $t = 4$

Подача  $s = 0.2 \text{ мм/об}$

$C_v = 300$ ;  $x = 0.6$ ;  $y = 0.25$ ;  $m = 0.08$ ;  $T = 30$ ;

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{300}{30^{0.08} \cdot 4^{0.6} \cdot 0.2^{0.25}} \cdot 0.72 = 151 \text{ М/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 151}{3.14 \cdot 292} = 164 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с372],

вносим в табл. 7.

Таблица 7. Расчет составляющих сил резания

Компонента	C <sub>p</sub>	x	y	n	K <sub>Мр</sub>	K <sub>фр</sub>	K <sub>γр</sub>	K <sub>λр</sub>	K <sub>Rp</sub>	K <sub>p</sub>	P <sub>z</sub> , Н
P <sub>z</sub>	40	1	0,75	0	2.75	0.94	1,0	1,0	0,93	2.585	4136

$$P_z = 10 \times 40 \times 4^1 \times 1^{0,75} \times 9.9^0 \times 2.585 = 4136 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4136 \times 151}{1020 \times 60} = 10.2 \text{ кВт.}$$

### (переход Аз1, Подрезать торце..)

Глубина резания:  $t = 0.474$

Подача  $s = 0.25 \text{ мм/об}$

$C_v = 148$ ;  $x = 0.7$ ;  $y = 0.3$ ;  $m = 0.11$ ;  $T = 30$ ;

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v = \frac{148}{30^{0.11 \cdot 0.474^{0.7} \cdot 0.25^{0.3}}} \cdot 0.72 = 189 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 189}{3.14 \cdot 292} = 206 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с372],

вносим в табл. 8.

Таблица 8. Расчет составляющих сил резания

Компонента	C <sub>p</sub>	x	y	n	K <sub>Мр</sub>	K <sub>фр</sub>	K <sub>γр</sub>	K <sub>λр</sub>	K <sub>Rp</sub>	K <sub>p</sub>	P <sub>z</sub> , Н
P <sub>z</sub>	40	1	0,75	0	2.75	0.94	1,0	1,0	0,93	2.585	4136

$$P_z = 10 \times 40 \times 4^1 \times 1^{0,75} \times 9,9^0 \times 2,585 = 173\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{173 \times 189}{1020 \times 60} = 0,53\text{кВт}.$$

**(переходD32,Точить наружную поверхность.)**

Глубина резания:  $t = 0,933$

Подача  $s=0,25\text{мм/об}$

$C_v=148$ ;  $x=0,7$ ;  $y=0,3$ ;  $m=0,11$ ;  $T=30$ ;

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v = \frac{148}{30^{0,11 \cdot 0,933^{0,7} \cdot 0,25^{0,3}}} \cdot 0,72 = 117 \text{ М/МИН}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 117}{3,14 \cdot 292} = 127 \frac{\text{об}}{\text{МИН}}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с372],

вносим в табл. 9.

Таблица 9. Расчет составляющих сил резания

Компонента	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_{Rp}$	$K_p$	$P_z, \text{Н}$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	0,94	1,0	1,0	0,93	2,585	341

$$P_z = 10 \times 40 \times 0,933^1 \times 0,25^{0,75} \times 7,7^0 \times 2,585 = 341\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{341 \times 117}{1020 \times 60} = 0.65 \text{ кВт}$$

**(переход D33, Сверлить центральное отверстие.)**

Глубина резания:  $t=0,5D=13$  мм;

Подача:  $S=0,89$  мм/об;

Значения коэффициентов:  $C_v=40,7$ ;  $q=0,25$ ;  $y=0,4$ ;  $m=0,125$ ;  $T=75$  – определены по таблице 40 [4, с.383].

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями таблице 2 [3, с. 178] – P6M5

$$MV = \frac{C_v D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{40.7 \cdot 26^{0.25}}{75^{0.125} \cdot 0.89^{0.4}} \cdot 0.8 = 56.3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 56.3}{3.14 \cdot 26} = 689.6 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K^p$$

$$P_o = 10 C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_m = 0,005$ ;  $q=2,0$ ;  $y=0,8$ ;  $C_p = 9.8$ ;  $q=1,0$ ;  $y = 0,7$ ; – определены по таблице 42 [4, с.385].

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением

$$K_p = K_{mp} = 2.75$$

Расчётное крутящий момент и осевой сила

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * t^x * s^y * K^p = 10 * 0,005 * 26^2 * 0,89^{0,8} * 2.585 \\ = 79.6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10C_p * D^q * t^x * s^y * K_p = 10 * 9.8 * 26^1 * 0,89^{0,7} * 2.585 = 6070 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{79,6 * 689.6}{9750} = 5.62 \text{ кВт}$$

**(переход D34, Рассточить отверстие.)**

Глубина резания:  $t=0,5(D-d)=2$  мм;

Подача:  $S=0,9$  мм/об;

Значения коэффициентов:  $C_v=16.3$ ;  $q=0.3$ ;  $y=0.5$ ;  $m=0.3$ ;  $T=75$ –  
определены по таблице 39,40 [4, с.383].

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с  
рекомендациями таблице 2 [3, с. 178] – P6M5

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{16.3 * 30^{0,3}}{75^{0,3} * 2^{0,2} * 0,9^{0,5}} * 0,8 = 9.04 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 9.04}{3,14 \cdot 30} = 96 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * t^x * s^y * K^p$$

$$P_o = 10C_p * D^q * t^x * s^y * K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_m = 0,031; q=0.85; y=0,8; C_p = 17.2; x=1,0; y = 0,4;$  – определены по таблице 42 [4, с.385].

Расчётное крутящий момент и осевой сила

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * t^x * s^y * K^p = 10 * 0,031 * 30^{0.85} * 2 * 0,9^{0,8} * 2.585 \\ = 26.5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10C_p * D^q * t^x * s^y * K^p = 10 * 17.2 * 30 * 2 * 0,9^{0,4} * 2.585 = 6070 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{26.5 * 96}{9750} = 0.261 \text{ кВт}$$

### **(переход D41, D42, D43 , A41, A42, Фрезерная с ЧПУ)**

Характеристика режущего инструмента:

Цилиндрическая фреза  $z = 6$

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 2 \text{ мм.}$$

$$B = 2,5 \text{ мм.}$$

2. Подача на зубьев  $S_z = 0,04 \dots 0,06 = 0,05 \text{ мм/зуб. по табл. 75 [4, с. 403]}$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

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

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 82 [4, с.411]:

$$T = 180 \text{ мин.}$$

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с

рекомендациями таблице 2 [3, с. 178] – Р6М5.

Значения коэффициентов:  $C_v = 208$ ;  $q = 0,45$ ;  $x = 0,3$ ;  $m = 0,33$ ;  $y = 0,2$ ;  
 $u = 0,1$ ;  $p = 0,1$  – определены по таблице 81 [4, с.407].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * K_v = \frac{208 * 62^{0,45}}{180^{0,33} * 2^{0,3} * 0,1^{0,2} * 6^{0,1} * 2,5^{0,1}} * 0,72$$

$$= 260 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 260}{3,14 \cdot 62} = 1335 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Сила резания. Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила, Н:

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

Где z-число зубьев фрезы;

n-частота вращения фрезы, об/мин

Значения коэффициентов:  $C_p = 101$ ;  $q = 0,87$ ;  $x = 0,88$ ;  $m = 0,33$ ;  $y = 0,75$ ;  
 $u = 1$ ;  $p = 0,1$ ;  $w = 0$  – определены по таблице 83 [4, с.413].

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

$$= \frac{10 * 101 * 2^{0,88} * 0,1^{0,75} * 2,5^2 * 6}{62^1 * 335^0} * 2,75 = 89 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{89 * 62}{200} = 27,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность рвзания

$$N_e = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{27.6 * 260}{1020 * 60} = 0,117 \text{ кВт}$$

**(переход D44, Сверлить центральное отверстие.)**

Глубина резания:  $t=0,5D=19$  мм;

Подача:  $S=0,89$  мм/об;

Значения коэффициентов:  $C_v=40,7$ ;  $q=0,25$ ;  $y=0,4$ ;  $m=0,125$ ;  $T=75$ –  
определены по таблице 40 [4, с.383].

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с  
рекомендациями таблицы 2 [3, с. 178] – P6M5

$$MV = \frac{C_v D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{40.7 * 38^{0,25}}{75^{0,125} * 0,89^{0,4}} * 0,8 = 53 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 53}{3,14 \cdot 26} = 888 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_m * D^q * t^x * S^y * K^p$$

$$P_o = 10 C_p * D^q * t^x * S^y * K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_m = 0,005$ ;  $q=2,0$ ;  $y=0,8$ ;  $C_p = 9.8$ ;  $q=1,0$ ;  $y = 0,7$ ;–  
определены по таблице 42 [4, с.385].

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в  
данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и  
определяется выражением:

$$K_p = K_{mp} = 2.75$$

Расчётное крутящий момент и осевой сила:

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * t^x * s^y * K^p = 10 * 0,005 * 38^2 * 0,89^{0,8} * 2.585$$

$$= 170Н \cdot м$$

$$P_o = 10C_p * D^q * t^x * s^y * K_p = 10 * 9.8 * 38^1 * 0,89^{0,7} * 2.585 = 8872Н$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{170 * 888}{9750} = 3.87кВт$$

**(переходD45,рассточить отверстие.)**

Глубина резания:t=0,5(D-d)=2 мм;

Подача: S=1мм/об;

Значения коэффициентов:Cv=16.3;q=0.3;x=0.3y=0.5; m=0.3; T=75–  
определены по таблице 39,40 [4, с.383].

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с  
рекомендациями таблице2 [3, с. 178] – P6M5

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m * t^x * s^y} * K_v = \frac{16.3 * 42^{0,3}}{75^{0,3} * 2^{0,2} * 1^{0,5}} * 0,8 = 7.23 \frac{м}{мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 7.23}{3,14 \cdot 42} = 54.8 \frac{об}{мин}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * t^x * s^y * K^p$$

$$P_o = 10C_p * D^q * t^x * s^y * K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_m = 0,031; q=0,85; y=0,8; C_p = 17,2; x=1,0; y = 0,4;$  – определены по таблице 42 [4, с.385].

Расчётное крутящий момент и осевой сила:

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * t^x * s^y * K^p = 10 * 0,031 * 42^{0,85} * 2 * 0,9^{0,8} * 2,585 = 35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10C_p * D^q * t^x * s^y * K_p = 10 * 17,2 * 42 * 2 * 1^{0,4} * 2,585 = 2134 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{35 * 54,8}{9750} = 0,196 \text{ кВт}$$

**(переход А61, Сверлить центральное отверстие.)**

Глубина резания:  $t=0,5D=4 \text{ мм};$

Подача:  $S=0,2 \text{ мм/об};$

Значения коэффициентов:  $C_v=36,3; q=0,25; y=0,55; m=0,125; T=35$  – определены по таблице 40 [4, с.383].

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями таблице 2 [3, с. 178] – P6M5

$$MV = \frac{C_v D^q}{T^{m * S^y}} * K_v = \frac{36,3 * 8^{0,25}}{35^{0,125} * 0,2^{0,55}} * 0,8 = 76,24 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 76,24}{3,14 \cdot 26} = 3026,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * t^x * s^y * K^p$$

$$P_o = 10C_p * D^q * t^x * s^y * K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_m = 0,005; q=2,0; y=0,8; C_p = 9.8; q=1,0; y = 0,7;$  – определены по таблице 42 [4, с.385].

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки. В данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением:

$$K_p = K_{mp} = 2.75$$

Расчётный крутящий момент и осевая сила:

$$\begin{aligned} M_{кр} &= 10C_m * D^q * t^x * s^y * K^p = 10 * 0,005 * 8^2 * 0,2^{0,8} * 2.585 \\ &= 7,3Н \cdot м \end{aligned}$$

$$P_o = 10C_p * D^q * t^x * s^y * K_p = 10 * 9.8 * 8^1 * 0,2^{0,7} * 2.585 = 657Н$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{7,3 * 3026,4}{9750} = 2,26кВт$$

## 1.8РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ВРЕМЕНИ

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{p.x.} * i}{n * S}, \text{ мин} \quad (1.18)$$

где  $L_{p.x.}$  – длина рабочего хода, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

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

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 \quad (1.19)$$

$l_p$  -длина резания, равна развернутой длине обрабатываемого профиля,

мм

$y$  - величина резания

$y_1$  -перебег резца (1,0...2,0) мм

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} \quad (1.20)$$

где,  $T_{у.с.}$  - время па установку и снятие детали;

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

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

$T_{изм.}$  - время на промер детали;

$T_{всп}$  - вспомогательное время, [2, стр. 130-236]

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_0 + T_{всп} \quad (1.21)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% * T_{опер} \quad (1.22)$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_0 + T_{всп} + T_{о.о.} \quad (1.23)$$

Подготовительно -заключительное время определяем [2 стр, 215-221]

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з.}/n) \quad (1.24)$$

где  $n$  - количество деталей.

Проведем пример расчета норм времени по некоторым операциям технологического процесса, а нормы времени по всем операциям сведем в таблицу.

### Токарная операция 1

#### переход А1.1 подрезать торец

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m},$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр} = t \cdot tg\varphi$  – длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{пер}$  – длина перебега инструмента, мм;

$l_{подв}$  – длина подвода инструмента к заготовке, мм ( $1 \div 3$  мм);

$i$  – число рабочих ходов;

$S_m$  – минутная подача, мм/мин.

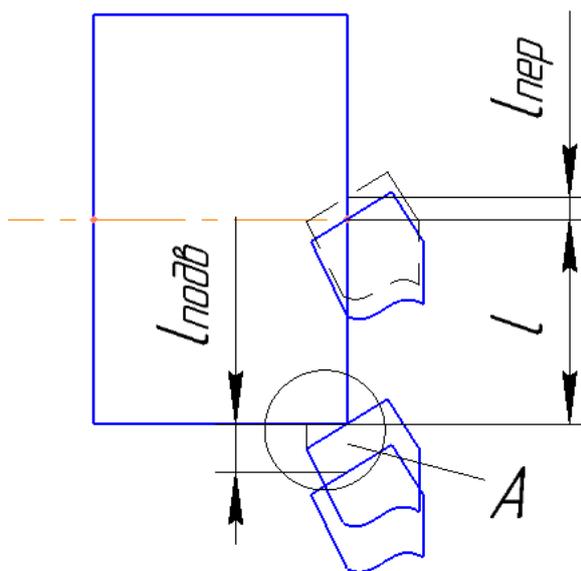


Рис.29. Определение основного времени.

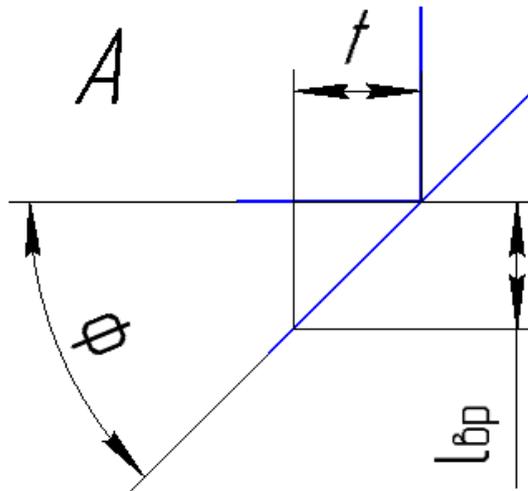


Рис.30. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{вп} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(146 + 0.74 \times 1 + 0.5 + 2) \cdot 1}{1 \times 105} = 1.4 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.} = 0,15$  мин-из таблиц.5.1[стр.197]

$T_{з.о} = 0,12$  мин-из таблиц.5.7[стр.201]

$T_{упр.} = 0,08$  мин-из таблиц.5.8[стр.202]

$T_{изм.} = 0,5$  мин-из таблиц.5.10[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,15 + 0,12 + 0,08 + 0,5 = 0,85 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 1.4 + 0,85 = 2.25 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и  
отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 2.25 = 0,34 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 1.4 + 0.85 + 0.34 = 2.59 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.} = 28$  часов -из  
таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное  
время:

$$T_{шт.к.} = 2.59 + (28/10000) = 2.59 \text{ мин.}$$

### Переход A12 ,D12 Точить наружную поверхность начисто

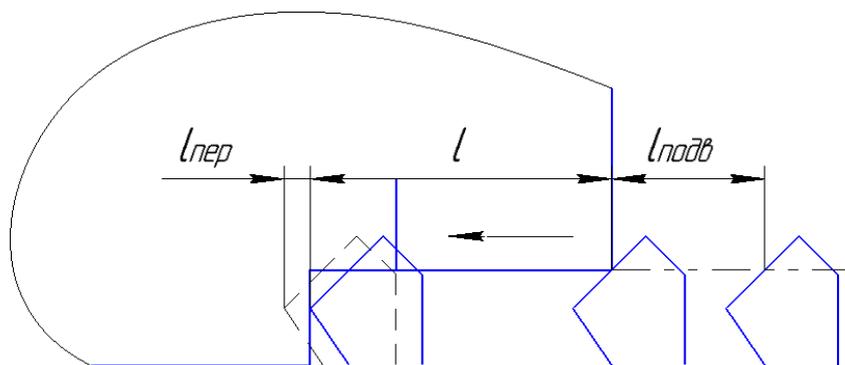


Рис.31. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(15 + 1.7 + 2 + 2) \cdot 1}{1 \times 73} = 0,28 \text{ мин}$$

$T_{у.с.} = 0,35$  мин-из таблиц.5.2[стр.197]

$T_{з.о} = 0,135$  мин-из таблиц.5.6[стр.201]

$T_{упр.} = 0,07$  мин-из таблиц.5.9[стр.202]

$T_{изм.} = 0,23$  мин-из таблиц.5.12[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,07 + 0,23 = 0,785 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{\text{пер}}=0,28+0,785=1.065 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и на ОТДЫХ:

$$T_{\text{о.о.}}=15\% \times 1.065=0,398 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}= 0,28+0,785+0,398=1.463 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{п.з.}}=24$  мин- из таблиц.6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} =1,463+(24/10000)=1,463 \text{ мин.}$$

### **переход А21 подрезать торец**

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}},$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{\text{вр}} = t \cdot tg\varphi$  – длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{\text{пер}}$  – длина перебега инструмента, мм;

$l_{\text{подв}}$  - длина подвода инструмента к заготовке, мм ( $1 \div 3$  мм);

$i$  – число рабочих ходов;

$S_{\text{м}}$  – минутная подача, мм/мин.

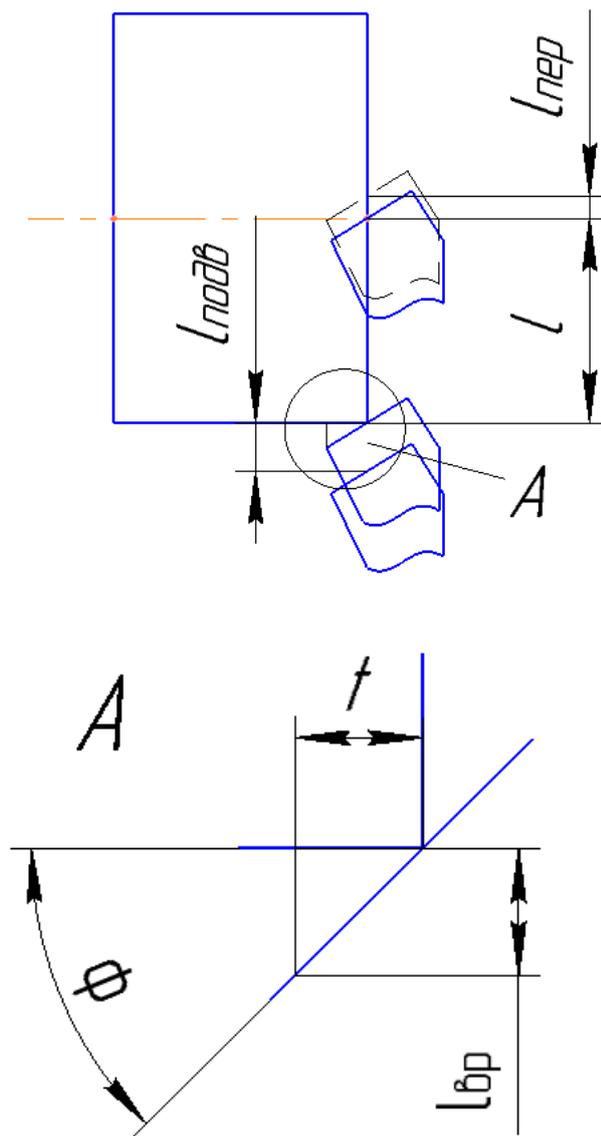


Рис.32. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{gp} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(146 + 0.74 \times 1 + 0.5 + 2) \cdot 1}{0.25 \times 127} = 4.7 \text{ мин.}$$

Ту.с.=0,15 мин-из таблиц.5.1[стр.197]

Тз.о=0,12 мин-из таблиц.5.7[стр.201]

Тупр.=0,08 мин-из таблиц.5.8[стр.202]

Тизм.=0,5 мин-из таблиц.5.10[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,15+0,12+0,08+0,5=0,85\text{мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=4,7+0,85=5,55\text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.}=15\% \times 5,55 = 0,83\text{мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.}=4,7+0,85+0,83=6,38\text{мин.}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.}=28$  часов -из таблиц.6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 6,38 + (28/10000) = 6,38\text{мин.}$$

### **Переход A22 ,D22Точить наружную поверхность начисто**

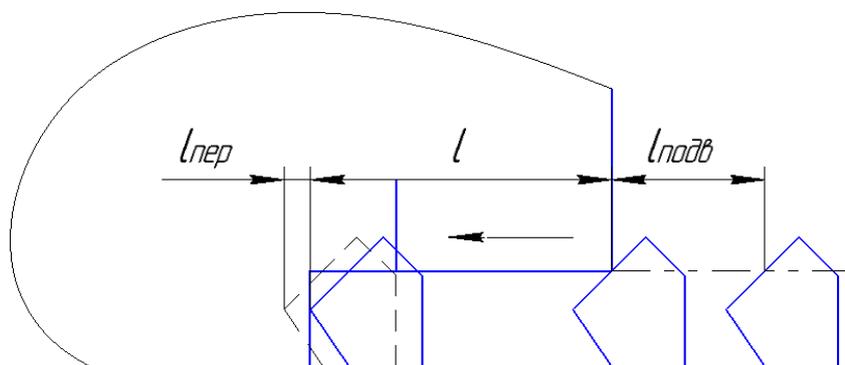


Рис.33. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m}$$

$$= \frac{(8.8 + 1.7 + 2 + 2) \cdot 1}{1 \times 99} = 0.15 \text{ мин}$$

Т<sub>у.с.</sub>=0,35мин-из таблиц.5.2[стр.197]

Т<sub>з.о</sub>=0,135мин-из таблиц.5.6[стр.201]

Т<sub>упр.</sub>=0,07 мин-из таблиц.5.9[стр.202]

Т<sub>изм.</sub>=0,23 мин-из таблиц.5.12[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Т<sub>всп</sub>=0,35+0,135+0,07+0,23=0,785мин

По формуле (1.21) определим оперативное время:

Т<sub>опер</sub>=0.15+0,785=0.935 мин.

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и

отдых:

Т<sub>о.о.</sub>=15% × 0.935=0.27мин

По формуле (1.23) определим штучное время:

Т<sub>шт.</sub>= 0.15+0,785+0.27=1.205мин.

Подготовительно- заключительное время Т<sub>п.з.</sub>=24 мин- из  
таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное  
время:

Т<sub>шт.к.</sub> =1.205+(24/10000)=1.207 мин.

### Переход A23 ,D23Точить поверхность начисто

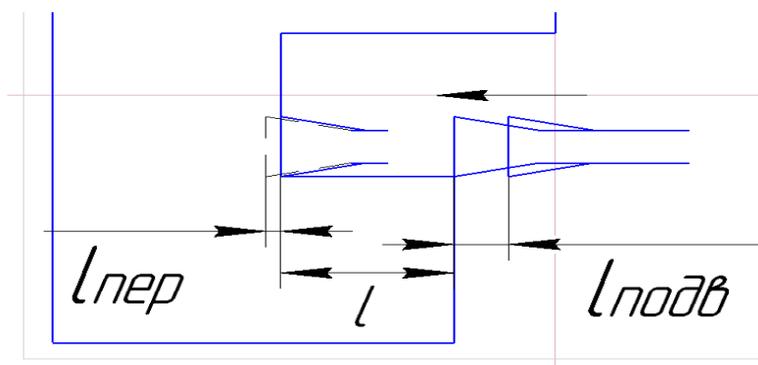


Рис.33. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{сп} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m}$$
$$= \frac{(25 + 1.7 + 2 + 2) \cdot 1}{1 \times 108} = 0.28_{мин}$$

Т<sub>у.с.</sub>=0,35мин-из таблиц.5.2[стр.197]

Т<sub>з.о</sub>=0,135мин-из таблиц.5.6[стр.201]

Т<sub>упр.</sub>=0,07 мин-из таблиц.5.9[стр.202]

Т<sub>изм.</sub>=0,23 мин-из таблиц.5.12[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$Т_{всп}=0,35+0,135+0,07+0,23=0,785_{мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$Т_{опер}=0.28+0,785=1.065_{мин}.$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и

ОТДЫХ:

$$Т_{о.о.}=15\% \times 1.065=0,159_{мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$Т_{шт.}= 0.28+0,785+0,159=1.224_{мин}.$$

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=24 мин- из  
таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное  
время:

$$T_{шт.к.} = 1.224 + (24/10000) = 1.226 \text{ мин.}$$

### **переход А31 подрезать торец**

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m},$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр} = t \cdot tg\varphi$  – длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{пер}$  – длина перебега инструмента, мм;

$l_{подв}$  – длина подвода инструмента к заготовке, мм ( $1 \div 3$  мм);

$i$  – число рабочих ходов;

$S_m$  – минутная подача, мм/мин.

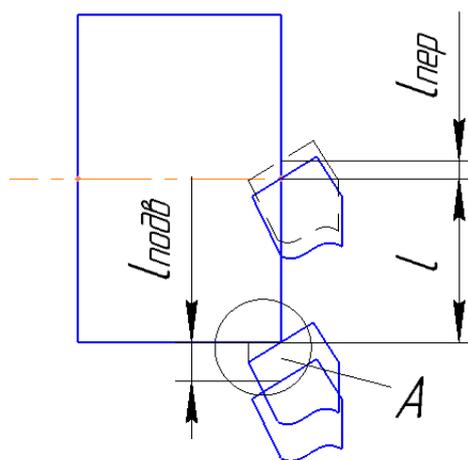


Рис.34. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{нодс}) \cdot i}{S_m} = \frac{(146 + 0.74 \times 1 + 0.5 + 2) \cdot 1}{0,25 \times 206} = 2.89 \text{ мин.}$$

Ту.с.=0,15 мин-из таблиц.5.1[стр.197]

Тз.о=0,12 мин-из таблиц.5.7[стр.201]

Тупр.=0,08 мин-из таблиц.5.8[стр.202]

Тизм.=0,5 мин-из таблиц.5.10[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$Т_{всп}=0,15+0,12+0,08+0,5=0,85 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$Т_{опер}=2.89+0,85=3.74 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и  
отдых:

$$Т_{о.о.}=15\% \times 3.74 = 0,56 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$Т_{шт.}=2.89+0,85+0,56=4.3 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=28 часов -из  
таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное  
время:

$$Т_{шт.к.} = 4.3 + (28/10000) = 4.3 \text{ мин.}$$

### ПереходD32 Точить наружную поверхность начисто

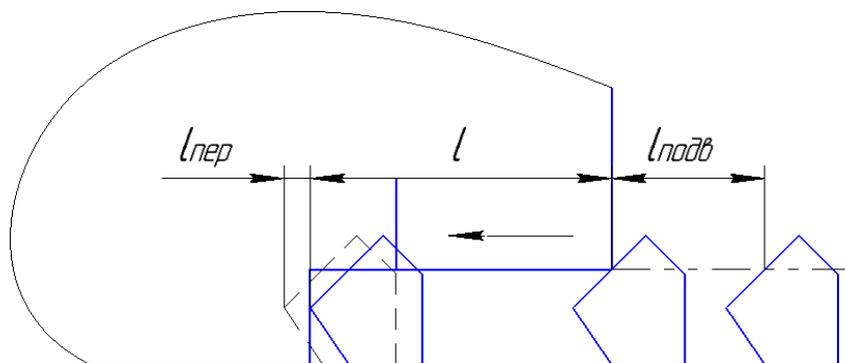


Рис.35. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{сп} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m}$$
$$= \frac{(10 + 1.7 + 2 + 2) \cdot 1}{0.25 \times 127} = 0.49 \text{ мин.}$$

Т<sub>у.с.</sub>=0,35мин-из таблиц.5.2[стр.197]

Т<sub>з.о</sub>=0,135мин-из таблиц.5.6[стр.201]

Т<sub>упр.</sub>=0,07 мин-из таблиц.5.9[стр.202]

Т<sub>изм.</sub>=0,23 мин-из таблиц.5.12[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$Т_{всп}=0,35+0,135+0,07+0,23=0,785\text{мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$Т_{опер}=0,49+0,785=1.275 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и  
отдых:

$$Т_{о.о.}=15\%1.275=0,6\text{мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,49 + 0,785 + 0,6 = 1,875 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.} = 24$  мин- из таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,875 + (24/10000) = 1,875 \text{ мин.}$$

### ПереходD33 Сверлить отверстие

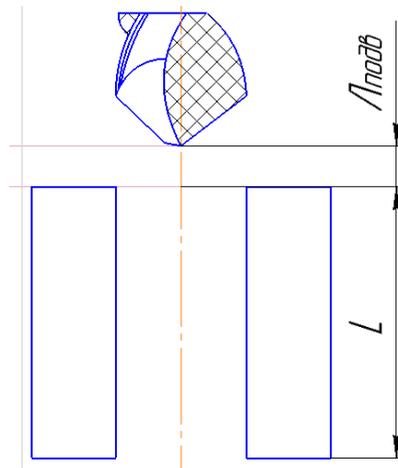


Рис.36. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(35 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,89 \times 689,6} = 0,06 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.} = 0,15$  мин-из таблиц.5.1[стр.197]

$T_{з.о} = 0,1$  мин-из таблиц.5.7[стр.201]

$T_{упр.} = 0,04$  мин-из таблиц.5.8[стр.202]

$T_{изм.} = 0,55$  мин-из таблиц.5.10[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время;

$$T_{всп} = 0,15 + 0,1 + 0,04 + 0,55 = 0,84 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}}=0.06+0,84=0.9\text{мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}}=15\% \times 0.9=0,216 \text{ мин.}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{\text{шт}}=0,6+0,84+0,216=0.135\text{мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{\text{п.з.}}=18$  мин.

-из таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}}=0.135+(18 / 10000)=0.137 \text{ мин.}$$

### ПереходD34 Расточить отверстие

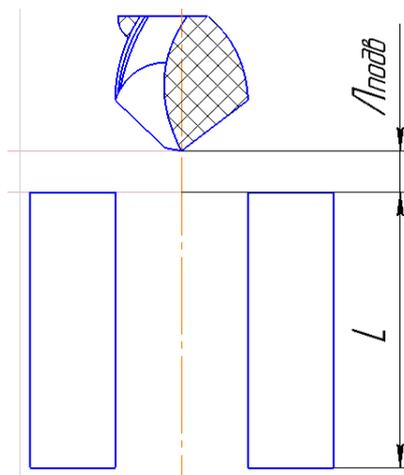


Рис.37. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{неп}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_m} = \frac{(30 + 0 + 20 + 2) \cdot 1}{0.9 \times 138} = 0,42\text{мин.}$$

$T_{\text{у.с.}}=0,15$  мин-из таблиц.5.1[стр.197]

$T_{з.о}=0,1$  мин-из таблиц.5.7[стр.201]

$T_{упр.}=0,04$  мин-из таблиц.5.8[стр.202]

$T_{изм.}=0,55$  мин-из таблиц.5.10[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время;

$$T_{всп}=0,15+0,1+0,04+0,55=0,84 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0,42+0,84=1,26 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.}=15\% \times 1,26=0,189 \text{ мин.}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт}=0,42+0,84+0,189=1,449 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{п.з.}=18$  мин.

-из таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.}=1,449+(18 / 10000)=1,45 \text{ мин.}$$

**Переход A41A42,D41 D42 D43 Фрезеровать цилиндр**

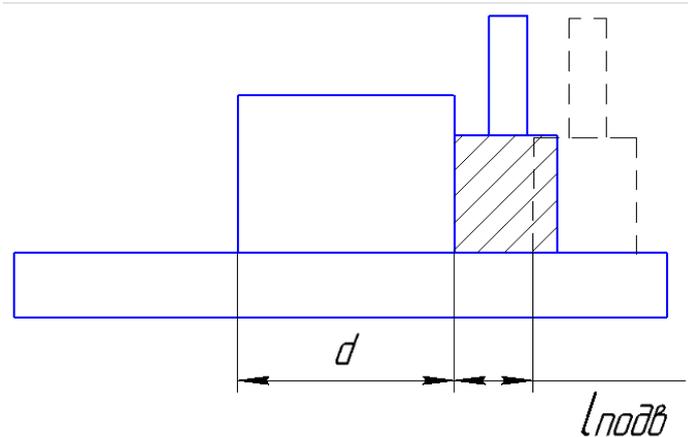


Рис.38. Определение основного времени.

$$\begin{aligned}
 t_o &= \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} \\
 &= \frac{(194.68 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{2 \times 1335} \\
 &= 0.07 \text{ мин.}
 \end{aligned}$$

Т<sub>у.с.</sub>=0,35мин-из таблиц.5.2[стр.197]

Т<sub>з.о</sub>=0,135мин-из таблиц.5.6[стр.201]

Т<sub>упр.</sub>=0,07 мин-из таблиц.5.9[стр.202]

Т<sub>изм.</sub>=0,23 мин-из таблиц.5.12[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,35+0,135+0,07+0,23=0,785\text{мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0.07+0,785=0.855\text{мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и

ОТДЫХ:

$$T_{о.о.}=15\% \times 0.855=0,187\text{мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0.07 + 0,785 + 0,187 = 1.142 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.} = 24$  мин- из таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1.142 + (24/10000) = 1.144 \text{ мин.}$$

### Переход D1.3 Сверлить отверстие

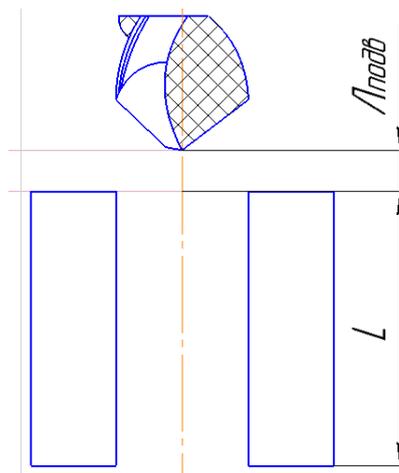


Рис.39. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{сп} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(38 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0.89 \times 88} = 0.6 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.} = 0,15$  мин-из таблиц.5.1[стр.197]

$T_{з.о} = 0,1$  мин-из таблиц.5.7[стр.201]

$T_{упр.} = 0,04$  мин-из таблиц.5.8[стр.202]

$T_{изм.} = 0,55$  мин-из таблиц.5.10[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время;

$$T_{всп}=0,15+0,1+0,04+0,55=0,84 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0,6+0,84=1,44 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.}=15\% \times 1,44=0,216 \text{ мин.}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт}=0,6+0,84+0,216=1,656 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{п.з.}=18 \text{ мин.}$

-из таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.}=1,656+(18 / 10000)=1,67 \text{ мин.}$$

### Переход D45. Сверлить отверстие

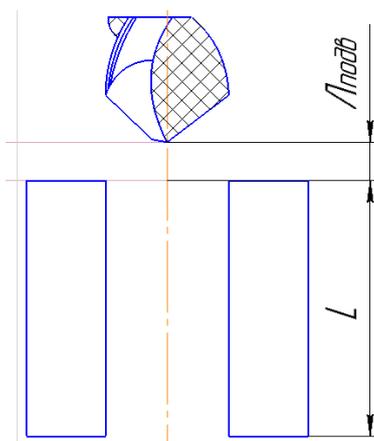


Рис.40. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{вп} + l_{неп} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(35 + 0 + 20 + 2) \cdot 1}{1 \times 90.2} = 0,63 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.}=0,15$  мин-из таблиц.5.1[стр.197]

$T_{з.о}=0,1$  мин-из таблиц.5.7[стр.201]

$T_{упр.}=0,04$  мин-из таблиц.5.8[стр.202]

$T_{изм.}=0,55$  мин-из таблиц.5.10[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время;

$$T_{всп}=0,15+0,1+0,04+0,55=0,84 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0,63+0,84=1,47 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.}=15\% \times 1,47=0,22 \text{ мин.}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт}=0,63+0,84+0,22=1,69 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{п.з.}=18$  мин.

-из таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.}=1,69+(18 / 10000)=1,692 \text{ мин.}$$

### **Переход А43А44,Д46 Фрезеровать канавку**

$$\begin{aligned} t_o &= \frac{(l + l_{сп} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} \\ &= \frac{(44,5 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,25 \times 250} = 0,78 \text{ мин.} \end{aligned}$$

$T_{у.с.}=0,35$ мин-из таблиц.5.2[стр.197]

$T_{з.о}=0,135$ мин-из таблиц.5.6[стр.201]

$T_{упр.}=0,07$  мин-из таблиц.5.9[стр.202]

$T_{изм.}=0,23$  мин-из таблиц.5.12[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,35+0,135+0,07+0,23=0,785\text{мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0,78+0,785=1,565\text{мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и  
отдых:

$$T_{о.о.}=15\% \times 1,565=0,234\text{мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.}=0,78+0,785+0,234=1,799\text{мин.}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.}=24$  мин- из  
таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное  
время:

$$T_{шт.к.}=1,799+(24/10000)=1,801\text{ мин.}$$

### **ПереходD51 Протянуть паз**

$$\begin{aligned} t_o &= \frac{(l + l_{сп} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} \\ &= \frac{(35 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,25 \times 250} = 0,63 \text{ мин.} \end{aligned}$$

$T_{у.с.}=0,35$ мин-из таблиц.5.2[стр.197]

$T_{з.о}=0,135$ мин-из таблиц.5.6[стр.201]

$T_{упр.}=0,07$  мин-из таблиц.5.9[стр.202]

$T_{изм.}=0,23$  мин-из таблиц.5.12[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,35+0,135+0,07+0,23=0,785\text{мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0,63+0,785=1,415\text{мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и  
отдых:

$$T_{о.о.}=15\% \times 1,415=0,212\text{мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.}=0,63+0,785+0,212=1,627\text{мин.}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.}=24$  мин- из  
таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное  
время:

$$T_{шт.к.}=1,627+(24/10000)=1,629\text{ мин.}$$

## ПереходД61Сверлить отверстие

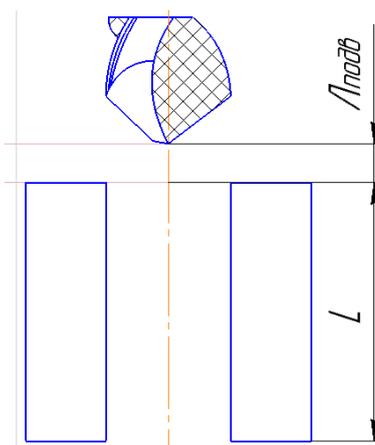


Рис.41. Определение основного времени.

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(16 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,2 \times 302} = 0,29 \text{ мин.}$$

Т<sub>у.с.</sub>=0,15 мин-из таблиц.5.1[стр.197]

Т<sub>з.о</sub>=0,1 мин-из таблиц.5.7[стр.201]

Т<sub>упр.</sub>=0,04 мин-из таблиц.5.8[стр.202]

Т<sub>изм.</sub>=0,55 мин-из таблиц.5.10[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время;

$$Т_{всп}=0,15+0,1+0,04+0,55=0,84 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$Т_{опер}=0,29+0,84=1,13 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$Т_{о.о.}=15\% \times 1,13=0,169 \text{ мин.}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$Т_{шт}=0,29+0,84+0,169=1,299 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время Т<sub>п.з.</sub>=18 мин.

-из таблицы 6.4 [стр.216]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,299 + (18 / 10000) = 1,3 \text{ мин.}$$

## 2.КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 10.

Таблица 10

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали поворотный диск на универсально-фрезерном станке модель ФУ251.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «поворотный диск».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «диск поворотный» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия

	заготовки.
Технические (тактико- технические) требования	<p><u>Тип производства</u> – среднесерийное</p> <p><u>Программа выпуска</u> - 10000 шт. в год.</p> <p>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку Модель ФУ251.</p> <p><b><u>Входные данные о заготовке, поступающей на сверлильную операцию:</u></b></p> <p>высота заготовки 35мм, диаметр 292мм.</p> <p><u>Выходные данные операции 3:</u></p> <p>(см. операционный эскиз)</p> <p>Операция выполняется за 2 перехода.</p>
Документация, подлежащая разработке	<p>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.</p>

## 2.2 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ И КОМПОНОВКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела – создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

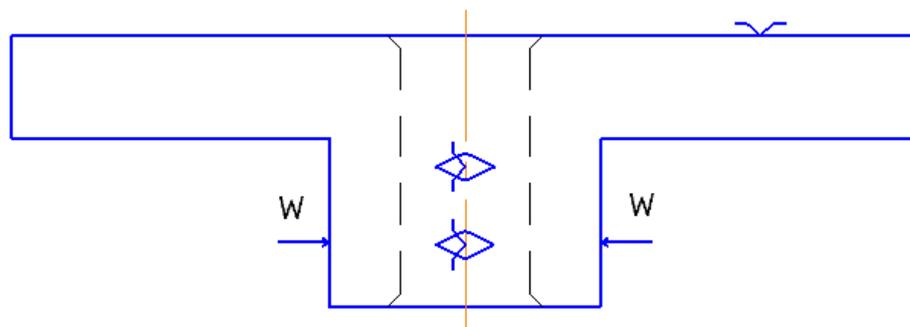


Рис. 44. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

## **2.3 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.**

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки при её обработке на универсаль-фрезерном станке ФУ251

Сборочный чертеж приспособления приведен в приложении 1.

Приспособление состоит из основания (1), на котором смонтированы все узлы приспособления. Для обработки детали, деталь фиксируется с 2 губками (2) (3). Подвижная губка фиксируется на направляющей планке (4), через которую проходят 2 винта (5), направляющая (4) перемещается от вращения винта (6) до закрепления заготовки в призмах. Откидная планка(8) ,на которую установлено что-то.

Кондукторная плита (10) опускается на деталь и фиксируется замком в направляющей (4).

## **2.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ СИЛЫ ЗАЖИМА**

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 3), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

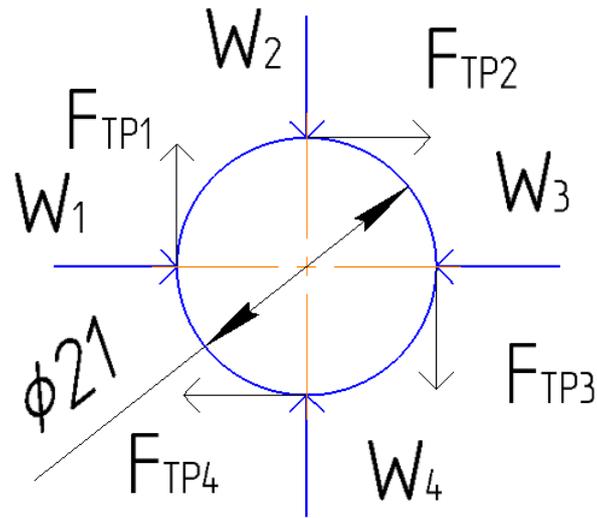


Рис 45. Расчетная схема.

Исходя из режимов резания, рассчитанных для операции 25, запишем значения окружной силы резания и момента резания.

$$2F_{\text{тр}} * D \gg M_{\text{кр}}, \quad D=62\text{мм}$$

Где  $F_{\text{тр}}$  – сила трения.

$$F_{\text{тр}} * R \gg M_{\text{кр}}$$

$$F_{\text{тр}} = W * f_{\text{тр}}$$

$$W = \frac{F_{\text{тр}}}{f_{\text{тр}}} = \frac{M_{\text{кр}}}{2 * f_{\text{тр}} * D} * K_3,$$

$f_{\text{тр}} = 0,15$  ,  $K_3$ ,-коэффициент запаса

$$W = \frac{M_{\text{кр}}}{2 * f_{\text{тр}} * D} * K_3 = \frac{7,3}{2 * 0,15 * 62} * 1,5 = 0,59\text{Н}$$

## **Экономическая часть**

Темой выпускной квалификационной работы является «Разработка технологии изготовления детали “поворотный диск”».

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности проекта, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки проекта;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет проекта;
- произвести оценку ресурсной и экономической эффективности исследования.

### **1. Инициализация проекта**

Поворотный диск вращается внутри резиновой манжеты, которая обеспечивает герметичность.

Следует учитывать, что затворы являются непроходными!

Корпус и диск изготовлен из различных видов металлов (чугуна, стали, нержавеющей стали, и многих других).

Рабочая среда с корпусом не контактирует.

Седловое уплотнение выполняется из разных видов материалов (EPDM, NBR и др.), обеспечивающего работу затвора при заданных температурах среды.

Манжета выступает с обеих сторон корпуса и при стягивании затвора между фланцами трубопровода обеспечивает герметичность соединения. Таким образом, для монтажа затвора не требуется дополнительных прокладок, как в случае с другими конструкциями межфланцевого присоединения.

Поворотный диск приводится в движение ручкой с фиксатором (фиксатор позволяет устанавливать поворотный затвор в промежуточных положениях от полного открывания до полного закрывания с шагом 10 градусов) или с помощью электропривода.

Данный проект выполняется по заказу ООО «Сибирский машиностроитель». Ограничение по времени выполнения проекта - 100 дней.

## **2. Технико-экономическая характеристика оборудования**

Все станки и приспособление выбираются по максимальные мощности для каждой опрещии.

### **Оборудование для проекта**

Модель оборудования	Стоимость станка, руб.	Срок службы станка, год
Станок токарный с ЧПУ - 16K20	2300000	10
Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ F150	6739334	10
Протяжной горизонтальный станок п/а 7A523	2059000	10
Универсально-фрезерный станок ФУ251.	24450	10

### **3. Планирование комплекса работ на создание проекта**

Комплекс работ по созданию проекта включает в себя 2 этапа:

- проектирование технологического процесса изготовления детали;
- проверка технологического процесса изготовления детали.

Проект проектирование технологического процесса изготовления детали будут разрабатывать 2 человека: руководитель проекта и инженер-

разработчик.

Расчет трудоемкости работ проводится опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле:

$$t_{\text{оц}} = \frac{3 \cdot t_{\text{мин}} + 2 \cdot t_{\text{макс}}}{5}$$

где  $t_{\text{мин}}$  – минимальная возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой операции (оптимистическая оценка), чел.-дн.;

$t_{\text{макс}}$  – максимальная возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой операции (пессимистическая оценка), чел.-дн.

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{оц}}}{C_i},$$

где  $C_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k,$$

где  $k$  – коэффициент календарности, предназначенный для перевода рабочего времени в календарное, который рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{\text{гр}}}{T_{\text{гр}} - T_{\text{вд}} - T_{\text{нд}}}$$

где  $T_{КГ}$  – количество календарных дней в году;

$T_{ВД}$  – количество выходных дней в году;

$T_{ПД}$  – количество праздничных дней в году;

$$k = \frac{T_{КГ}}{T_{КГ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45$$

тогда при расчете длительности этапов в рабочих днях расчетную величину продолжительности работ  $T_k$  нужно округлить до целых чисел.

**Все результаты показаны в нижней таблице.**

*Табл 20. Содержание проектных работ*

№	Содержание работ	Продолжительность работ, чел.-дн.		
		$t_{\min}$	$t_{\max}$	$t_{ож}$
1	Разработка технического задания на проектирование	2	4	3
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	2	4	3
3	Описание объекта модернизации	7	14	10
4	Выбор и обработка заготовки	4	8	6
5	Разработка тех. процесса	7	15	10
6	Расчет технических размеров	2	4	3
7	Расчет режимов резания	5	10	7
8	Выбор станков и проектирование приспособления	6	11	8
9	Расчет основного времени	8	15	11
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	8	15	11
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	5	10	7
12	Технико-экономические расчеты	6	11	8

13	Составление пояснительной записки	18	24	20,5
14	Разработка графического сопровождения проекта	5	10	7
	Итого:	85	155	116,5

**Табл. 22. Продолжительность проектных работ**

№	Содержание работ	Продолжительность работ, дни		
		$t_{ож}$	$Ч_i$	$T_p$
1	Разработка технического задания на проектирование	3	2	1,5
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	3	1	3
3	Описание объекта модернизации	10	2	5
4	Выбор и обработка заготовки	6	2	3
5	Разработка тех. процесса	10	2	5
6	Расчет технических размеров	3	1	3
7	Расчет режимов резания	7	2	3,5
8	Выбор станков и проектирование приспособления	8	2	4
9	Расчет основного времени	11	2	5
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	11	2	5,5
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	7	2	3,5
12	Технико-экономические расчеты	8	2	4
13	Составление пояснительной записки	20,5	1	20,5
14	Разработка графического сопровождения проекта	7	2	3,5
	Итого:	116,5		70

*Табл. 23. Продолжительность проектных работ (в календарных днях)*

№	Содержание работ	Продолжительность работ, к. дни		
		T <sub>p</sub>	k	T <sub>к</sub>
1	Разработка технического задания на проектирование	1,5	1,45	2
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	3	1,45	4
3	Описание объекта модернизации	5	1,45	7
4	Выбор и обработка заготовки	3	1,45	4
5	Разработка тех. процесса	5	1,45	7
6	Расчет технических размеров	3	1,45	4
7	Расчет режимов резания	3,5	1,45	5
8	Выбор станков и проектирование приспособления	4	1,45	6
9	Расчет основного времени	5	1,45	7
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	5,5	1,45	8
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	3,5	1,45	5
12	Технико-экономические расчеты	4	1,45	6
13	Составление пояснительной записки	20,5	1,45	30
14	Разработка графического сопровождения проекта	3,5	1,45	5
	Итого:	70		100

**Табл. 24. Временные показатели разработки проекта**

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		$t_{\min}$ , чел.-дн.	$t_{\max}$ , чел.-дн.	$t_{\text{ож}}$ , чел.-дн.	$T_p$ , раб. дн.	$T_k$ , кол.дн.	$U_i$ , %	$\Gamma_i$ , %
1	Руководитель, Инженер-разработчик	2	4	3	1,5	2	2	2
2	Инженер-разработчик	2	4	3	3	4	4	6
3	Руководитель, Инженер-разработчик	7	14	10	5	7	7	13
4	Руководитель, Инженер-разработчик	4	8	6	3	4	4	17
5	Руководитель, Инженер-разработчик	7	15	10	5	7	7	24
6	Инженер-разработчик	2	4	3	3	4	4	28
7	Руководитель, Инженер-разработчик	5	10	7	3,5	5	5	33
8	Руководитель, Инженер-разработчик	6	11	8	4	6	6	39
9	Руководитель, Инженер-разработчик	8	15	11	5	7	7	46
10	Руководитель, Инженер-разработчик	8	15	11	5,5	8	8	54
11	Руководитель, Инженер-разработчик	5	10	7	3,5	5	5	59
12	Руководитель, Инженер-разработчик	6	11	8	4	6	6	65
13	Инженер-разработчик	18	24	20,5	20,5	30	30	95
14	Руководитель, Инженер-разработчик	5	10	7	3,5	5	5	100

Далее в нижней таблице приведен календарный план разработки проект в форме диаграмм Ганта.

**Календарный план разработки проекта**

№	Вид работы	Исполнители	T <sub>к</sub>	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Разработка технического задания на проектирование	Руководитель, Инженер-разработчик	2					
2	Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	Инженер-разработчик	4					
3	Описание объекта модернизации	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
4	Выбор и обработка заготовки	Руководитель, Инженер-разработчик	4					
5	Разработка тех. процесса	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
6	Расчет технических размеров	Инженер-разработчик	4					





- 10) Расходы на реализацию (внепроизводственные);
- 11) Расчет прибыли;
- 12) Расчет НДС;
- 13) Цена изделия.

№	Статьи расходов	Расход на единицу, <i>руб.</i>
1	Затраты на основные материалы	606,32
2	Возвратные отходы	72,22
3	Основная заработная плата производственных рабочих	103,69
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	10,4
5	Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды	35
6	Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования	294,88
7	Затраты на приспособление	4
8	Общехозяйственные расходы	62,21
9	Общехозяйственные расходы	51,84
10	Расходы на реализацию	12,4
11	Прибыли	62,65

12	НДС	236,81
13	Цена изделия	1552,43

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

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

$$C_{\text{мат}} = w_i \cdot \Pi_{\text{мат}} \cdot (1 + k_{\text{тз}}),$$

где  $w_i$  – норма расхода материала *i*-го вида на изделие (деталь);  
 $\Pi_{\text{мат}}$  – цена материала *i*-го вида, ден. ед./кг.,  $i = 1, \dots, I$ ;  $k_{\text{тз}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{\text{тз}} = 0,06$ ).

Материал данной детали - Д16 (цена – 120 руб./кг),

Вес заготовки - 7,6кг,

Получим:  $C_{\text{мат}} = 120 \cdot 7,6 \cdot (1 + 0,06) = 966,72 \text{ руб}$ .

#### 4.2 Расчет затрат по статье «Возвратные отходы»

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

$$C_{\text{от}} = M_{\text{от}} \cdot \Pi_{\text{от}} = (V_{\text{пр}} - V_{\text{вт}}) \cdot (1 - \beta) \cdot \Pi_{\text{от}},$$

где  $M_{\text{от}}$  – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;  $\Pi_{\text{от}}$  – цена отходов, ден.ед.;

$V_{\text{пр}}$  – масса заготовки;  $V_{\text{вт}}$  – чистая масса детали;  $\beta$  – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

Получим:  $C_{\text{от}} = 5,61 \cdot (1 - 0,02) \cdot 6,7 = 36,84 \text{ руб}$ .

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

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих,

непосредственно связанных с изготовлением продукции. Оплата может осуществляться как по сдельным расценкам, так и по часовым тарифным ставкам. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести по формуле:

$$C_{\text{сзм}} = \sum \frac{T_{\text{шт.}i}}{60} \cdot \text{ЧТС}_i \cdot k_{\text{пр}}$$

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

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

$k_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде.

При проектировании следует принять его равным 1,4.

Получим:

$$C_{\text{сзм}} = \frac{4.035 + 8.809 + 7.759 + 6.287 + 1.627 + 1.229}{60} \cdot 82,96 \cdot 1,4 = 59,96 \text{ руб}$$

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

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

отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле

$$C_{дзп} = C_{осн} \cdot k_d,$$

где  $C_{осн}$  – основная зарплата, ден. ед.;

$k_d$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

При проектировании следует принять его равным 0,1.

Получим:  $C_{дзп} = 59\,96 \cdot 0,1 = 5\,996 \text{ руб}$

#### **4.5 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 (все это вместе взятое – так называемый социальный налог), на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле

$$C_n = (C_{осн} + C_{дзп}) \cdot (C_{сн} + C_{стр}) / 100,$$

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

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

$C_{сн}$  – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{стр}$  – ставка страховых взносов по прочим видам

обязательного страхования (принять 0,7%);

Получим:  $C_{\text{ст}} = (59\,96 + 5\,9) \cdot 0,307 = 20\,21 \text{ руб}$ .

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

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

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

где  $\Phi_i$  – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования  $i$ -го типа,

$$i = 1, \dots, T;$$

$T$  – количество типов используемого оборудования;

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

$m$  – количество типов используемой оснастки;

$H_{\text{об}i}$  и  $H_{\text{осн}j}$  – соответствующие нормы амортизации.

Получим:  $A_{\text{год}} = 230000 + 673933 + 205900 + 2445 = 1112278 \text{ руб}$ .

То:  $C_{\text{а}} = \frac{A_{\text{год}}}{H_{\text{б}}} = \frac{1112278}{10000} = 111,2 \text{ руб}$ .

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

полные затраты на содержание:

$$C_{\text{эк}} = (C_{\text{ам}} + C_{\text{ст}} + C_{\text{а}}) \cdot 0,4 = (59\,96 + 5\,9 + 20\,21) \cdot 0,4 = 34,4 \text{ руб}$$

**стоимость материалов:**

$$C_{\text{мат}} = C_{\text{а}} \cdot 0,2 = 111,2 \cdot 0,2 = 22,24 \text{ руб}$$

**затраты на все виды энергии и воду:**

$$C_{\text{ш.л}} = Ц_{\text{э}} \cdot K_{\text{л}} \cdot \sum W_i \cdot K_{\text{ш}} \cdot t_{\text{ман}} \cdot$$

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

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

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

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

Получим:  $C_{\text{ш.л}} = 3 \cdot 1,05 \cdot (5,57 + 0,32 + 0,34 + 0,56) = 21,4 \text{ руб}$

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.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{сш}} \cdot 1,2 = 59,96 \cdot 1,2 = 71,9 \text{ руб}$$

Элемент «d» (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей, смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость

транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты **допускается не учитывать**, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

**Элемент «е»** (погашение стоимости инструментов)

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

где  $\Pi_{\text{инст},i}$  – цена инструмента, используемого на  $i$ -й операции,

$i = 1, \dots, P$ ;

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

$m_i$  – количество одновременно используемых инструментов;

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

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

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

$$C_{\text{инст}1} = \frac{1,06 \cdot 35 \cdot 19 \cdot 0,37}{30 \cdot 6} = 3,98 \text{ руб};$$

$$C_{\text{инст}2} = \frac{1,06 \cdot 10 \cdot 1,71}{75 \cdot 6} = 0,04 \text{ руб};$$

$$C_{\text{инст}3} = \frac{1,06 \cdot 300 \cdot 0,85}{180 \cdot 6} = 0,25 \text{ руб};$$

$$C_{\text{инст}4} = \frac{1,06 \cdot 3494 \cdot 2,28}{180 \cdot 6} = 7,8 \text{ руб};$$

#### 4.7 Затраты на приспособление

Затраты на приспособление определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{пр}}}{H_{\text{н}}} \cdot H_{\text{н}} = \frac{20000}{10000} \cdot 1 = 2 \text{руб}$$

#### 4.8 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  $k_{\text{общ}}$ , рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{общ}} \cdot K_{\text{общ}} = 59\,96 \cdot 0,6 = 35\,98 \text{руб}$$

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

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом

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

$$C_{ox} = C_{оз} \cdot K_{ox} = 59\,96 \cdot 0,5 = 29\,98 \text{ руб}$$

#### **4.10 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию (внепроизводственные)»**

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.

$$C_{рз} = C_{сз} \cdot 0,01 = 14309 \cdot 0,01 = 143 \text{ руб}$$

#### 4.11 Расчет прибыли

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами.

$$C_{\text{пб}} = (C_{\text{зм}} + C_{\text{срм}}) \cdot 0,05 = (1430,9 + 14,3) \cdot 0,05 = 72,26 \text{ руб}$$

#### 4.12 Расчет НДС

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

$$C_{\text{ндс}} = (C_{\text{пб}} + C_{\text{зм}} + C_{\text{срм}}) \cdot 0,18 = (72,26 + 1430,9 + 14,3) \cdot 0,18 = 273,14 \text{ руб}$$

#### 4.13 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$C = 1430,9 + 14,3 + 72,26 + 273,14 = 1790,6 \text{ руб}$$

### 5. Оценка научно-технической уровня проекта

Для определения научно - технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно-технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку

приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$НТУ = \sum_{i=1}^n k_i \cdot P_i$$

где  $k_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го признака;

$P_i$  – количественная оценка  $i$ -го признака.

### ***Весовые коэффициенты НТУ***

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0,6
Теоретический уровень	0,4
Возможность реализации	0,2

### ***Шкала оценки новизны***

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Тогда коэффициент научно-технического уровня (НТУ):

$$НТУ = 5 \cdot 0,6 + 15 \cdot 0,4 + 10 \cdot 0,2 = 11.$$

По полученным значениям коэффициент научно-технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно -

техническом уровне проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Так как для данного проекта метод обработки детали “Диск поворотный”, описанный в технологической части ВКР, является самым эффективным методом. И по полученным значениям коэффициента научно-технического уровня ( $НТУ=11$ ) можно сказать о достаточно высоком научно-техническом уровне проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

## **4.Безопасность и экологичность проекта**

В данном разделе мы рассмотрим безопасность и экологичность технологического процесса механической обработки станины асинхронного двигателя. Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

На данном участке выполняются следующие виды работ: работа с ручным инструментом, настройка работы оборудования, работа с транспортными приспособлениями.

Для осуществления технологического процесса механической обработки применяется следующее оборудование: вертикально-фрезерный станок мод F150, токарно-винторезный станок модели 16K20, горизонтально-фрезерный станок модели 7A523, универсально-фрезерный станок модели ФУ251, верстак цеховой, сверла различного диаметра, резцы, метчики и т.д.

### **4.1. Анализ опасных и вредных факторов**

При механической обработке станин возникает ряд вредных и опасных производственных факторов.

Опасные факторы возникающие при данном технологическом

процессе:

- поражение электрическим током, при работе испытательной станции;
- получение механических травм, при слесарно-сборочных работах.

Наряду с опасными факторами можно выделить вредные факторы, которые приводят к нарушению нормального режима работы. К вредным факторам относятся:

- отклонение параметров микроклимата на участке общей сборки асинхронного двигателя от установленных норм;
- шум при работе с ручным механизированным инструментом;
- вибрация при работе с ручным механизированным инструментом;
- образование вредных веществ;
- недостаточная освещенность рабочей поверхности.

Таблица 1- Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Постоянная сидячая	Состояние		СанПиН

работа в помещении за компьютером	воздушной среды		2.2.4.548-96
	Освещенность		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
	Шум и вибрация		ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г., ГОСТ 12.1.012-90
		Электробезопасность	ГОСТ 12.1.019-79
	Организация рабочего места		ГОСТ Р 50923-96

#### 4.2. Производственная санитария

Под производственной санитарией понимается система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Для создания приемлемых условий труда необходимо учесть ряд моментов. Во-первых, необходимо чтобы микроклимат в помещении соответствовал установленным нормам. Во-вторых, необходимо следить за уровнем шума в помещении.

Немаловажным фактором обеспечения требуемых условий труда является наличие правильно спроектированного освещения.

Основное назначение освещения на производстве – создание наилучших условий для работы зрительного аппарата человека. На

участке механической обработки диска поворотного освещение искусственное, которое обеспечивается электрическими источниками света.

#### **4.2.1 Шум и вибрация**

В результате гигиенических исследований установлено, что шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывая вредное воздействие на организм человека.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, технические и физиологические нарушения, снижает работоспособность и создаёт предпосылки для общих профессиональных заболеваний и производственного травматизма.

При длительном воздействии шума на организм человека происходят такие явления как снижение остроты зрения и слуха, повышение кровяного давления, снижение внимания.

Продолжительный шум может стать причиной функциональных изменений сердечно-сосудистой и нервной систем. С целью проверки соответствия уровня шума требованиям санитарных норм производят его измерение. На основании замеров производится разработка мероприятий по борьбе с шумом. Для оценки шума используют частотный спектр измеренного уровня звукового давления, выраженного в децибелах в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

Сильно продолжительный шум может быть причиной

функциональных изменений сердечно сосудистой и нервной систем. Измерение шума проводят с целью оценки его на рабочих местах или рабочих зонах для сопоставления с требованиями санитарных норм, а также для оценки шумовых характеристик машин и оборудования, с целью разработки мероприятий по борьбе с шумом. Для оценки шума используют частотный спектр измеренного уровня звукового давления, выраженного в децибелах в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром. Большое влияние на умственную работу оказывают звуковые раздражители. Они затрудняют сосредоточение внимания, оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека, изменяют нервные процессы, вызывают утомляемость, затрудняют прием и восприятие информации. Согласно 2.2. 4/2.1.8.562-96 [20] установлены нормы шума на рабочих местах.

В таблице 5.1 приведены уровни звукового давления, измеренные в восьми октановых полосах со среднегеометрическими частотами для постоянных рабочих мест в производственных помещениях.

Таблица 4.1 – Уровни звукового давления

Уровни звукового давления, дБ, в октановых полосах со							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
95	87	82	78	75	73	71	69

Необходимые условия для снижения шума:

На данном участке, при выполнении мероприятий по сокращению

проникновения шумов с улицы, световые проёмы целесообразно закладывать стеклоблоками. Вредным производственным фактором является вибрация - механические колебания твёрдых тел, передаваемые организму человека. Они могут быть причиной расстройства сердечно-сосудистой и нервной системы, а также опорно-двигательной системы человека. Измерение вибрации производится прибором ВШВ-003, снабженным микрофоном и датчиком вибрации.

Источником вибрации являются различные технологические процессы, механизмы, машины и их рабочие органы.

Вибрация неблагоприятно воздействует на организм человека, особенно если частота ее колебаний совпадает с частотами резонанса всего организма человека или некоторых органов. Измерение вибраций производится в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.012-2004. [12]

Колебания с частотой 16 - 20 Гц ощущаются как звук и вибрация. В производственных условиях ощущаются в основном 35 - 250 Гц. Вибрация характеризуется: частотой колебания, амплитудой смещения, колебательной скоростью, колебательным ускорением. Вибрация может быть общей или локальной. Локальная - при работе с ручным инструментом. Общая вибрация - поражается сердечно-сосудистая система, вестибулярный аппарат. Опасная вибрация на частоте 6 - 9 Гц.

Для помещений, предназначенных для установки слесарно-обрабатывающего оборудования, исключение возможной вибрации

достигается путем увеличения массы фундамента рабочей площадки, устранение жестких связей между фундаментом оборудования и рабочей площадкой, облицовкой листов покрытия пола вибродемпфирующими материалами.

#### **4.2.2 Психофизиологические факторы**

Утомление - это процесс понижения работоспособности, временный упадок сил. Существуют признаки хронического утомления: ощущение утомления до начала работы, повышенная раздражительность, снижение интереса к работе и окружающим, снижение аппетита, потеря веса, нарушение сна, бессонница, предрасположенность к простудным заболеваниям. В целях борьбы с переутомлением необходима нормализация режима труда и отдыха желательно увеличение свободного времени за счет увеличения разнообразия работы за рабочий день.

#### **4.2.3 Микроклимат**

Под микроклиматом понимают качество воздушной среды в рабочей зоне. Большое значение для охраны здоровья и труда человека имеет качество воздуха в производственных помещениях, в частности в рабочих зонах. Рабочей зоной называется пространство, высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих (более 2-х часов

непрерывно).

Эти требования устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения, нормируемые следующими параметрами: температура, оптимальная влажность, скорость движения воздушного потока.

Оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны регламентированы ГОСТ 12.1.005 [11].

Значения перечисленных параметров непосредственно к проектируемому участку с категорией по тяжести Пб. приведены в таблице 4.2.

**Таблица 4.2**

Параметр.	Сезон года.			
	Холодный.		Тёплый.	
	Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.
Температура, °С.	17-19	15-22	19-21	16-27
Влажность, %.	60-40	15-75	60-40	15-75
Скорость воздуха, м/с	0,2	0,2-0,4	0,2	0-0,5

#### **4.2.4 Образование вредных веществ**

На рассматриваемом участке при механической обработке происходит образование пыли и других вредных факторов.

Таблица 5.3. Допустимые концентраций вредных веществ

Вещества	ПДК, мг/м	Класс опасности	Агрегатное состояние
----------	-----------	-----------------	----------------------

СО	20	4	Газ
Пыль	6	4	Аэрозоль
Вредные пары	6	4	Аэрозоль

Периодический контроль содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ осуществляется силами заводской лаборатории или санитарно-гигиенической станции. С учётом предельно - допустимых концентраций вредных веществ, эти участки оснащаются вытяжной вентиляцией.

### **4.3 Освещение**

Другой не мало важной задачей на производстве, является создание наилучших условий для видения. Эту задачу можно решить только осветительной системой. В этих нормах рекомендуется освещённость участков, содержащих нужное оборудование, должна быть не менее 200лк (ГОСТ ИСО 8995-2002).

Освещение должно быть таким, чтобы не давать глазам ощущения напряжения. При плохом освещении оператор быстро устает, работает медленнее, возникает опасность ошибочных действий. Кроме того, плохое освещение может привести к некоторым профессиональным заболеваниям. Должны обеспечиваться следующие условия:

-равномерность и устойчивость освещенности;

-мягкие тени;

-защита глаз от прямых попаданий солнечных лучей.

В светлое время дня необходимый уровень освещенности обеспечивается естественным путем (через оконные проемы). В вечерние время применяется искусственное освещение (лампы накаливания, люминесцентные лампы и др.). Предпочтительнее использовать люминесцентные лампы, так как их освещение приближено к естественному.

Освещенность рабочей поверхности должна быть достаточно высокой и вместе с тем равномерной.

#### **4.3.1. Расчет искусственного освещения**

Правильно спроектированное и выполненное освещение на предприятиях машиностроительной промышленности, обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности.

Задачи расчета искусственного освещения является определение числа светильников, их типа, мощности источников света.

#### **4.3.2. Выбор источников света**

К числу источников света массового применения относятся лампы накаливания, лампы ДРЛ, люминесцентные лампы.

Лампы накаливания применяются там, где проводятся грубые работы, или осуществляется общий надзор за эксплуатацией

оборудования. Кроме того, предпочтение лампам накаливания отдается во взрыво - и пожароопасных помещениях, в сырых помещениях, в помещениях с химически активной средой.

Основным источником света, как для общего, так и для комбинированного освещения, являются люминесцентные лампы: АД4, ЛД, ЛХБ, ЛБ, ЛТБ. Из них наиболее экономичными являются лампы типа ЛБ.

#### **4.3.4. Выбор системы освещения**

Применение на рабочих местах одного местного освещения не допускается. Общее же равномерное освещение применяется для тех помещений, где работа производится по всей площади, и нет необходимости в лучшем освещении отдельных участков.

Система общего локализованного освещения применяется тогда, когда в производственном помещении есть участки, на которых проводятся работы с высоким зрительным напряжением.

Система комбинированного освещения применяется в помещении, где выполняются точные зрительные работы; в случае необходимости определённого, изменяемого в процессе работы направления света, а так же в помещениях с не высокой плотностью распределения рабочих мест.

#### **4.3.5. Выбор коэффициента запаса**

Полученная из [СНиП 23-05-95] величина освещенности

корректируется с учетом коэффициента запаса, так как со временем за счет загрязнения светильников и уменьшения светового потока ламп освещённость снижается

Таблица 5.4. Значение коэффициента запаса

Характеристика объекта	Люминесцентные лампы	Лампы накаливания
Помещения с большим выделением пыли	2.0	1.7
Помещения со средним выделением пыли	1.8	1.5
Помещения с малым выделением пыли	1.5	1.3

#### 4.3.6. Выбор осветительных приборов

##### 4.3.6.1 Виды осветительных приборов:

- люминесцентные лампы - открытые двухламповые светильники типа ОД, ОЛОП, ОДО, ШОТ, ООД - для нормальных помещений с хорошим отражением стен и потолка; их применение допускается при умеренной влажности и запыленности

- Светильники ПВЛ - являются пылевлагозащищёнными, пригодны для некоторых пожароопасных помещений.  
Мощность лампы 2x40 Вт
- Плафоны потолочные для общего освещения закрытых, сухих помещений:
  - Л71ВО3 - мощность лампы 10x30 Вт;
  - Л71В84-мощность лампы 8x40 Вт

#### **4.3.7. Размещение осветительных приборов**

При выборе расположения светильников необходимо руководствоваться двумя критериями:

обеспечение высокого качества освещения, ограничение ослеплённости и необходимой направленности света на рабочие места;

наиболее экономичное создание нормированной освещённости.

Как показали исследования, в зависимости от типа светильников существует наивыгоднейшее расстояние между светильниками:

$$\lambda = \frac{L}{h},$$

Где, L - расстояние между светильниками;

h - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью

Расстояние от стен помещения до крайних светильников рекомендуется брать  $L/3$

Выбираем люминесцентный светильник с защищённой решёткой:

тип ОДО,  $\lambda = 1.4$ . размеры помещения  $A=13$  м,  $B=9$  м,

$$h = 4 - 0,5 - 0,8 = 2,7 \text{ м};$$

$$L = 1,2 \cdot 2,7 = 3,24 \text{ м};$$

$$L/3 = 1 \text{ м}.$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 6 светильников типа ОДО мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис. 4.1). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $n = 36$ .

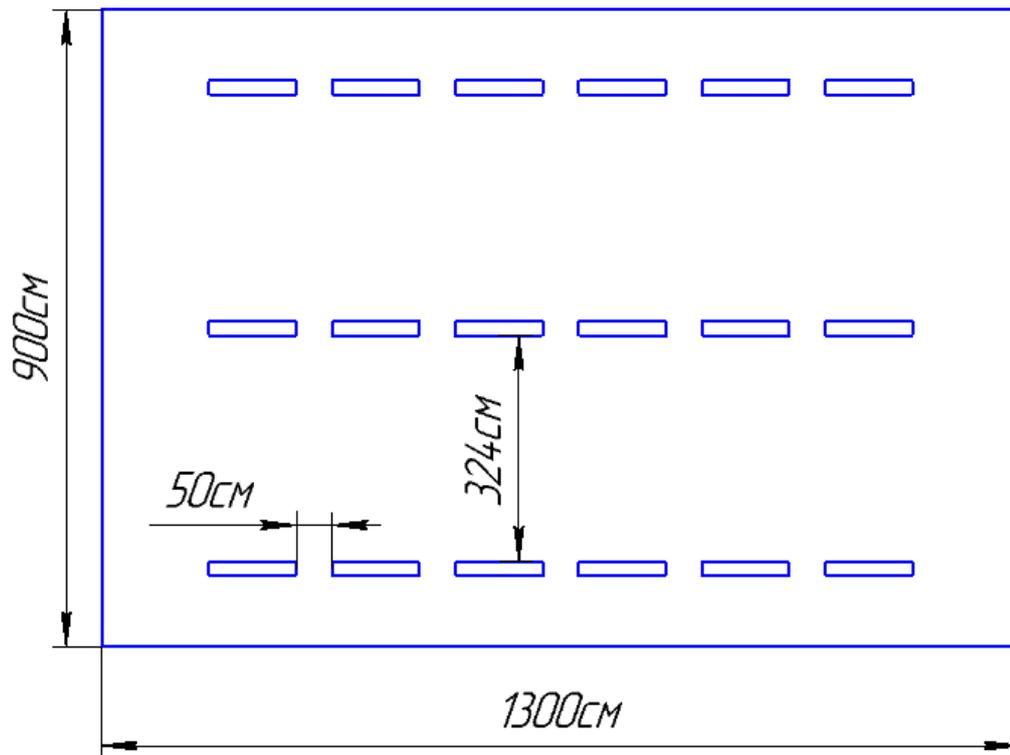


Рис.4.1. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

#### 4.3.8. Расчет осветительной установки

Расчет производится методом коэффициента использования. Применяя этот метод можно определить световой поток лампы, необходимый для создания заданной освещенности горизонтальной поверхности с учетом света, отражённого стёклами и потолками. Метод коэффициента использования применяется только при расчете общего равномерного освещения.

Величина светового потока лампы:

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta},$$

где

E - минимальная освещённость, лк;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения, м<sup>2</sup>;

N - число ламп освещения;

λ - коэффициент использования светового потока;

Z - коэффициент неравномерности освещения

Коэффициент использования светового потока η - отношение полного светового потока, достигающего освещаемой поверхности, к полному световому потоку в помещении.

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{117}{2.5 \cdot (13 + 9)} = 2$$

коэффициент использования светового потока составит: η = 0,6.

коэффициенты отражения:

p<sub>п.</sub> = 70% - состояние потолка

p<sub>0</sub> = 70% - состояние стен

Коэффициент неравномерности Z введен в формулу светового потока, потому что освещенность, подсчитанная без этого коэффициента, является не минимальной, как требуют нормы, а

средней. Введением коэффициента  $Z$  это несоответствие устраняется.

Для люминесцентных ламп  $Z = 0.9$   $E = 250$  лк - минимальная нормативная освещённость, принимается по СНиП 23-05-95.

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛДЦ 40 Вт с потоком 2200 Лм. Делаем проверку выполнения условия

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем  $-10\% \leq -1,56\% \leq +20\%$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 36 \cdot 40 = 1440 \text{Вт}$$

#### 4.4. Электробезопасность

Согласно ПУЭ [22] цех, в котором производится механическая обработка вала, относится к помещению с повышенной опасностью поражения людей электрическим током, т.к. имеется токопроводящий железобетонный пол. Необходимо применять определенный комплекс защитных мер, обеспечивающих достаточную электробезопасность.

Во избежание поражения рабочего электрическим током согласно ПУЭ [22] все токоведущие части на участке изолированы и закрыты. Конструкция станков предусматривает заземление, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом (установки до 1000 В) по ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление» [13].

Для снижения опасности поражения электрическим током, рабочие носят обувь на резиновой подошве, на рабочих местах предусмотрены резиновые защитные коврики.

Оборудование на участке механической обработки (станки, механизированный ручной инструмент), представляет для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или при проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Применение только одних организационных и технических мероприятий по предупреждению поражения электрическим током не может в полной мере обеспечить необходимую электробезопасность при эксплуатации электроустановок. Это возможно, если наряду с выполнением предписанных ПТЭ и ПТБ потребителей организационных защитных мер использовать технические средства защиты, к которым относят: электрическую изоляцию токоведущих частей, защитное заземление, зануление ГОСТ 12.1.038-82, выравнивание потенциалов, защитное отключение, электрическое разделение сети, малое напряжение, двойную изоляцию. Использование этих средств в различных сочетаниях позволяет обеспечить защиту людей от прикосновения к токоведущим частям, от опасности перехода напряжения на металлические нетоковедущие части.

#### **4.5. Техника безопасности**

Для устранения опасных факторов на участке механической обработки станины на предприняты следующие меры техники безопасности для технологического процесса механической обработки станины электродвигателя.

Наиболее вероятную опасность при работе на станках составляет втягивание одежды во вращающиеся части станков в случае отсутствия защитного ограждения. В связи с этим на участке механической обработки вала запрещается работать на неисправном оборудовании, со снятым ограждением, производить ремонт и настройку станка при его работе. Одежда должна быть подобрана по размеру и застегнута так, чтобы не было свободно развивающихся концов. Волосы должны быть убраны под головной убор. Запрещается также снимать и надевать одежду возле работающего станка.

Также рабочий на участке может пострадать в случае загромождения своего рабочего места. Поэтому готовую продукцию рабочий должен складировать в определенном месте и таким образом, чтобы не было возможных падений элементов и нагромождений проходов.

В процессе работы на токарных и сверлильных станках образуется стружка, которая отлетает и может служить причиной травмирования.

Общие требования:

К самостоятельной работе на участке обработки диска допускаются

лица, прошедшие аттестацию в квалификационной комиссии и инструктаж по охране труда на рабочем месте и имеющие группу допуска не ниже 3.

Первичный инструктаж рабочий получает на рабочем месте до начала производственной деятельности.

Рабочий должен работать в спецодежде.

Необходимо соблюдать:

- Правила внутреннего распорядка;
- Правила личной гигиены (работать в спецодежде);
- Курить только в специально отведенных местах;
- Производственную и технологическую дисциплину, при работе быть внимательным.

При получении травмы или недомогания нужно немедленно обратиться в здравпункт и сообщить мастеру или начальнику цеха.

#### **4.6. Пожарная безопасность**

Участок механической обработки вала ротора согласно НПБ 105-03 [21] относится к категории «Д», т.е. это производство, в котором обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Лица, не прошедшие противопожарный инструктаж к работе не допускаются. Каждый работающий на предприятии, независимо от

занимаемой должности должен знать и строго соблюдать установленные правила пожарной безопасности, не допускать действий, могущих привести к пожару или загоранию.

Лица, виновные в нарушении настоящих правил, в зависимости от характера нарушений и их последствий, несут ответственность в установленном законом порядке – в дисциплинарном, административном или судебном.

Содержание зданий и помещений на объединении:

на входных дверях участка механической обработки должны быть вывешены категории взрывопожароопасности (А, Б, В, Г, Д, Е); все производственные и вспомогательные помещения должны 1 раз в смену очищаться от промышленных отходов и горючих материалов;

проходы, тамбуры, выходы, коридоры, лестничные клетки не разрешается загромождать; все выходы должны открываться по направлению из здания, помещения; ранение в цехах сырья, полуфабрикатов, горючих жидкостей разрешается только не более суточной, сменной потребности; использовать ГЖ (ГСМ жидкость) и ЛВЖ (легковоспламеняющаяся жидкость) для мойки деталей и узлов запрещается; для использованных обтирочных материалов на участке должны быть установлены металлические ящики с крышкой. По окончании смены они должны очищаться; сварочные работы, и другие огневые работы на участке механической обработки должны

производиться только по письменному разрешению и согласовываться с пожарной охраной, с соблюдением всех указанных мероприятий; спец. одежду следует хранить в специальных кабинках, изолированных от участка проведения механических работ. В карманах не должны храниться промасленная ветошь. Спец. одежда должна своевременно стираться.

На территории участка механической обработки запрещается:

- загромождать различными предметами и оборудованием, готовой продукцией и заготовками проходы, выхода, коридоры, лестничные проемы и подходы;

- хранить специальную одежду и другие сгораемые материалы на радиаторах, вешать на производственное оборудование, электроприборы;

- курить, пользоваться открытым огнем, не предусмотренным спец. технологией, разводить костры;

- производить уборку помещений, оборудования с применением ЛВЖ и ГЖ;

- скапливать на рабочем месте мусор, промасленную ветошь;

- использовать не по назначению противопожарный инвентарь;

- загромождать различными предметами проходы, выхода;

- самовольно подключать в электросеть электронагревательные приборы,

- пользоваться неисправными, кустарного производства электроприборами;
  - оставлять включенными станки, электроприборы без просмотра;
  - при работе с огнеопасными жидкостями использовать инструмент, могущий вызвать искрообразование;
  - соприкосновение промасленной одежды, масел и др. жиров с арматурой кислородных баллонов;
  - пользоваться не просушенными ковшами, инструментами при разливе
- металла пользоваться заливщикам неисправной и необработанной огнезащитным составом спец. одеждой;
- хранить без упаковки и рассыпать уретропин.

Каждый работающий на объединении должен знать:

- при обнаружении пожара или загорания вызвать пожарную помощь и принять меры у ликвидации очага пожара или действовать по указанию старшего начальника или начальника ДПД;
- знать пути эвакуации из помещения;
- знать пожароопасность своего цеха, участка и при обнаружении нарушений противопожарного характера устранить их или сообщить начальнику цеха;
- знать и уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения;

На участке механической обработки используются средства пожаротушения, такие как:

- Огнетушитель ОП-5 - порошковый, предназначенный для тушения загорания установок под напряжением до 1000В. При загорании снять огнетушитель, поднести к загоранию, выдернуть чеку и нажать на клавишу, а затем направить пистолет на огонь.

- Стационарная пенная установка - предназначена для тушения загорания различных веществ, за исключением щелочных и щелочноземельных веществ. При загорании размотать рукав, открыть вентили вода, воздух и направить пожарный рукав на огонь.

План эвакуации представлен на рисунке 2.

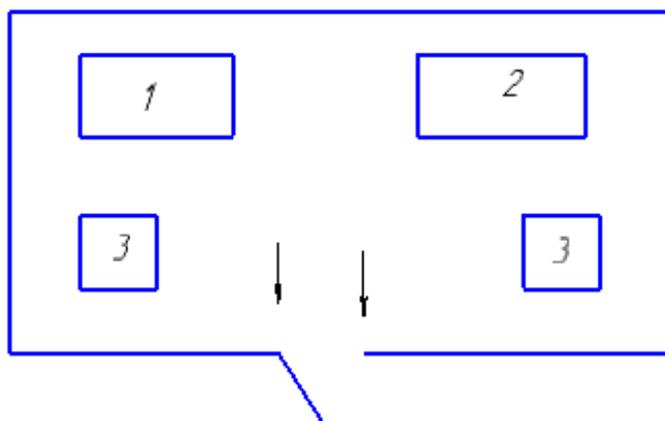


Рисунок 2 - План эвакуации

1 и 2 – станки 3 – места складирования

#### 4.7. Охрана окружающей среды

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилия учёных многих специальностей. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий, является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это требует решения целого комплекса сложных технологических и конструктивных задач, основанных на исследовании новейших научно-технологических достижений.

Важными направлениями следует считать совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов в окружающую среду, замену и по возможности широкое применение дополнительных методов и средств защиты окружающей среды.

В качестве дополнительных средств защиты применяют аппараты и системы для очистки газовых выбросов, сточных вод от примесей, глушителей шума, виброизоляторы технологического оборудования. Важную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнения: оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом местности;

установление санитарно-защитных норм вокруг промышленных предприятий.

На участке механической обработки в процессе работы образуются такие вещества как пыль, и аэрозоли. Для их удаления применяют вытяжную вентиляцию, для снижения выбросов этих веществ в атмосферу применяют фильтры.

Вследствие использования работниками душевых и туалетов образуются жидкие отходы для удаления, которых применяют канализационную систему.

Также из-за использования обтирочных материалов образуются твердые отходы, для которых предусмотрены места хранения, и в конце смены они очищаются. При удалении отходов с территории предприятия им присваиваются категории опасности и вывозятся на соответствующие полигоны (промышленных отходов, токсичных отходов и т.д.).

В разделе безопасности жизнедеятельности был проведён анализ опасных и вредных факторов, пожарная безопасность, производственная санитария, произведен расчет освещения цеха, в котором производится механическая обработка вала.

Рассмотрены разделы микроклимата, техника безопасности рабочего в различных ситуациях, пожарная безопасность и охрана окружающей среды.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.- 846 с.

8. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
9. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
11. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
12. Киперман Г. Я. Реализация, прибыль, рентабельность / Г. Я. Киперман. — Москва: Статистика, 1968. — 224 с.
13. Булдакова, Г. Т. Влияние налога на прибыль на результаты деятельности предприятия / Г. Т. Булдакова //Ч. 3. — 2008. — С. 36-38.
14. Савчук В. П. Управление прибылью и бюджетирование: учебное пособие / В. П. Савчук. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 432 с.