

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

Институт Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки «Машиностроение»  
 Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления центра

УДК 621.81-2.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Цяо Ян		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Цыганков Р.С.			

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Лариса Александровна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е. А.	К.Т.Н.		

Томск – 2019 г.

## Планируемые результаты обучения по программе

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



<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><i>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.</i></p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><i>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.</i></p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Раздел</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Консультант</b></p>
<p>Технологический и конструкторский</p>	<p>Цыганков Р.С.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Скаковская Н.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Скачкова Л.А.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b></p>	

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

**Задание выдал руководитель:**

<p style="text-align: center;">Должность</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Ученая степень, звание</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p style="text-align: center;">Доцент</p>	<p style="text-align: center;">Арляпов А.Ю.</p>	<p style="text-align: center;">к.т.н.</p>		

**Задание принял к исполнению студент:**

<p style="text-align: center;">Группа</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p style="text-align: center;">158Л51</p>	<p style="text-align: center;">Цяо Ян</p>		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 122 с., 67 рис., 16 табл., 22 источников, 7 прил.

Ключевые слова: технология, припуск, режимы резания, допуск, центр

Объектом исследования является центр.

Цель работы – разработать технологию изготовления центра

В процессе исследования выполнен анализ технологичности детали. Определен тип производства в соответствии с годовой программой выпуска и конструкцией детали. В соответствии с типом производства, а также материалом детали произведен выбор заготовки. Проведены расчеты припусков, допусков, технологических размеров, режимов резания, основного и вспомогательного времени, усилия зажима заготовки на чистовом точении. Рассчитана стоимость детали. Проведен анализ БЖД.

В результате исследования спроектирован технологический процесс изготовления детали и спроектировано специальное приспособление для сверления.

The bachelor thesis contains 122 pages, 67 figures, 16 tables, 22 sources, 7 appendixes.

Keywords: technology, allowance, cutting parameters, tolerance, Lathe thimble

The object of study is Lathe thimble.

Purpose of the work – is to design manufacturing process of the Lathe thimble.

In the course of the study we analysed design of the part for manufacturing. The type of production was determined in accordance with the annual volume of production and design of the part. In accordance with the type of production, as well as part material, we defined a type of the workpiece. In addition, calculations of allowances, tolerances, manufacturing dimensions, cutting parameters, machining and auxiliary times, workpiece clamping force on the precision work operation were performed. Cost of the part production was calculated. Manufacturing conditions were analyzed for potential hazards.

In the result of the study we designed a manufacturing process of the switch production and designed a special workholding device for drilling.

## Оглавление

Введение.....	9
1. Технологическая часть.....	10
1.1 Анализ технологичности детали.....	10
1.2. Определение типа производства.....	11
1.3. Разработка маршрута изготовления детали.....	15
1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	25
1.4.1 Определение допусков на технологические размеры.....	25
1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	26
1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	30
1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров.....	33
1.4.5 Расчет осевых технологических размеров.....	36
1.5 Расчет режимов и мощности резания переходов.....	40
1.6 Нормирование технологических операций.....	71
1.6.1 Расчет основного времени.....	71
1.6.2 Расчет вспомогательного времени.....	75
1.6.3 Расчет оперативного времени.....	76
1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места.....	76
1.6.5 Расчет времени на отдых.....	77
1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени.....	77
1.6.7 Расчет штучного времени.....	78
1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени.....	78
2. Конструкторская часть.....	78
2.1 Расчет силы закрепления.....	78
2.2 Расчет приспособления на точность.....	81
2.3 Описание работы приспособления.....	83
3. Безопасность и экологичность проекта.....	86

Введение.....	89
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	90
3.2 Производственная безопасность.....	90
3.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	91
3.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего).....	95
3.5 Экологическая безопасность.....	96
3.5.1 Защита атмосферы.....	96
3.5.2 Защита гидросферы.....	97
3.5.3 Защита литосферы.....	97
3.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	98
Вывод.....	100
4.Экономическая часть.....	100
4.1 Анализ конкурентных технических решений.....	103
4.2 SWOT-анализ проекта.....	106
4.3 Планирование проекта.....	107
4.4 Бюджет затрат на реализацию проекта.....	112
4.4.1 Расчет материальных затрат проекта.....	112
4.4.2 Заработная плата исполнителей проекта.....	114
4.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	117
4.4.4 Накладные расходы.....	118
4.5 Формирование затрат на реализацию проекта.....	118
4.6 Ресурсоэффективность.....	119
Список литературы.....	121

## Введение

Машиностроение играет роль в важном ускорении научно-технического прогресса, повышении производительности труда, переводе экономики на пути интенсивного развития и создание условий, определяющие множественное производство и промышленное развитие.

Важной задачей проекта является усовершенствование процесса, внедрение промышленной автоматизации и точечной механизации. Также необходимо использовать научные результаты, совершенствовать методы управления персоналом и соблюдать стандарты охраны труда, отдыха и питания персонала.

Конечной целью квалифицированной работы является разработка технического процесса изготовления деталей - «дисков». Для этого рассчитайте запас и условия резания. Выберите оборудование, приборы и инструменты, которые будут обработаны. Кроме того, необходимо рассчитать время, необходимое для изготовления детали. Процесс проектирования должен соответствовать экономической эффективности изготавливаемой детали.

## **1. Технологическая часть.**

### **1.1 Анализ технологичности детали**

Чертеж детали содержит все необходимые типы и сечения, чтобы четко понимать форму и размер детали. Размеры и требования чертежей охватывают все формованные поверхности и указывают производственные допуски. Посадка и шероховатость производятся в соответствии с требованиями дизайна чертежа eСКД. Таким образом, чертежи отвечают всем требованиям и могут быть приняты к производству.

Анализируя точность размеров детали, вы можете увидеть, что почти всем поверхностям назначены относительно толстые допуски, что позволяет использовать неточное оборудование и простые измерительные инструменты. Наличие точной поверхности означает использование операций, которые обеспечивают высокую точность размеров, таких как чистовое точение.

Что касается точности формы и положения поверхности, в этом

случае существует жесткое требование к радиальному и поверхностному биению поверхности, и, следовательно, операция шлифования не требуется.

Что касается качества поверхностного слоя, то здесь нет строгих требований к обеспечению параметров низкой шероховатости. Параметры шероховатости для поверхности также Ra6.3.

На рисунке также показаны твердости HB 390... 428, которые разрешены в местах расположения шпоночных канавок HRC 42 ... 45, что может быть достигнуто за счет закалки и дальнейшего отпуска стали 40X при закалить при температуре 850с° и отпустить при температуре 600 с° до 42...45 HRC.

Поскольку в технических требованиях заказчик указал группу поковки ГОСТ 25054-81, мы получили заготовку штамповкой. Процесс производства деталей составляет 5000 штук.

## 1.2 Определение типа производства

Для того, чтобы определить тип продукции на стадии проектирования процесса, необходимо рассчитать коэффициент операционной эффективности.:

$$K_{з.о} = \frac{t_6}{T_{cp}},$$

(1)

где  $t_b$  – выпуск хода, мин.;

$T_{cp}$  – Средний расчет времени технологического процесса, мин.

Тактические проблемы выпуска проблемы по формуле:

$$t_g = \frac{F_g}{N_g},$$

где  $F_g$  – Годовой фонд рабочего оборудования, мин.;

$N_g$  – Частичный годовой план выпуска.

Ежегодный фонд рабочего оборудования, определяемый за таблицу 2.1 [5, стр.22] при односменном режиме работы:  $F_g = 4150$  ч.

Тогда

$$t_g = \frac{F_g}{N_g} = \frac{4150 \times 60}{5000} = 49.8 \text{ мин};$$

Среднее - это время расчета для выполнения процесса::

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

Время расчета  $i$ -й основной операции, мин.;

$n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции ( $n=3$ ).

Штучно – Расчет времени  $i$ -й основной операции определения рекомендаций приложения 1 [5, стр.147]:

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

где  $\varphi_{к. i}$  –  $i$ -е соотношение основной операции в зависимости

от типа станка и рекомендуемого вида производства;

$T_{o.i}$  – основа технологического времени  $i$ -й операции,  
мин.

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

Для второй операции (сверление):  $\varphi_{к.2} = 1,73$ ;

Для третьей операции (чистовое точение):  $\varphi_{к.4} = 2,10$

существенные временные ограничения для рекомендаций заявки1  
[5, стр.146],Время зависит от длины и диаметра обрабатываемой  
поверхности,и типа обработки.

Основное технологическое воздействие первой операции  
ограничено только для самых требовательных рабочих мест:  
подшивка холма, резка торца.

$$T_{01} = (0,18 \cdot d \cdot l + 0,052(D^2 - d^2)) \cdot 10^{-3}$$

где  $d$  – диаметр, мм;

$l$  – длина поверхности, мм

Значения вышеуказанных переменных приблизительно определены  
на основе деталей чертежей.

Тогда:

$$T_{01} = (0.18 \cdot 90 \cdot 105 + 0.052 \cdot (200^2 - 90^2)) \cdot 10^{-3} = 3.36 \text{ мин}$$

Штучно –Время расчета транзакции составляет

Формула (3):

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{o.1} = 2,14 \cdot 3,36 = 7,056 \text{ мин.}$$

Основное техническое время во время второй операции(см. чертеж детали)

$$T_{02} = (0,034Bl) \cdot 10^{-3}$$

где В – ширина обрабатываемой поверхности.

$$\text{Тогда } T_{02} = (0,034 \cdot 8 \cdot 105) \cdot 10^{-3} = 0,03 \text{ мин}$$

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

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{0.2} = 1,73 \cdot 0,03 = 0,05 \text{ мин.}$$

основное технологическое время для третьей, чистовое точение операции (см. чертеж детали):

$$T_{03} = (0,1 \cdot d \cdot l + 2,5 \cdot l) \cdot 10^{-3}$$

$$\text{тогда } T_{03} = (0,1 \cdot 90 \cdot 65 + 20 \cdot 200) \cdot 10^{-3} = 4,59 \text{ мин}$$

Штучно – время расчета этой операции также определяется по формуле(3):

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{0.3} = 2,1 \cdot 0,9 = 1,89 \text{ мин.}$$

Средний отрезок - время расчета операций технологического процесса определяется по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{6,2 + 0,02 + 0,9}{3} = 2,3$$

мин.

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{49.8}{2.3} = 21.65$$

Так как  $K_{3.0} = 21.65 \geq 10$ , то тип производства среднесерийный.

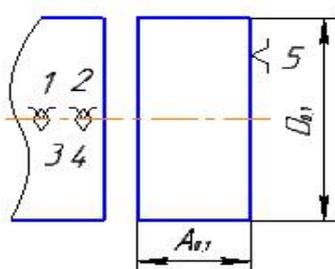
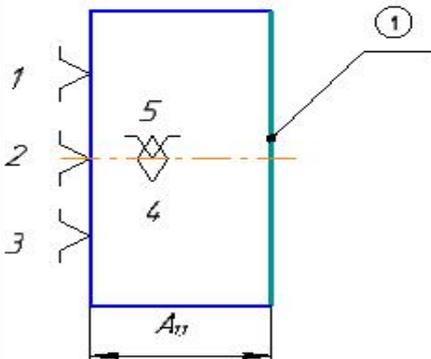
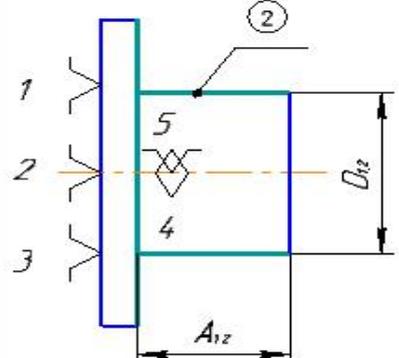
### **1.3.Разработка маршрута изготовления детали**

Маршрут технологии изготовления типа «центр» представлен в Таблице 1. Предварительный маршрут включает базовые схемы заготовки, поддерживаемые технологические размеры, а также переходные тексты и их эскизы.



Таблица 1 - Маршрут обработки.

Продолжение таб. 1.1

НОМЕР		наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	переходы		
1	2	3	4
5	A	Заготовительная	
	O 1	Установить и снять деталь  Отрезать заготовку, выдерживая размеры $A_{01}, D_{01}$	
10	A	Токарная	
	O 1	Установить и снять деталь  Точить торец 1, выдерживая размер $A_{11}$	
	2	Точить поверхность 2, выдерживая размеры $A_{12}, D_{12}$	

Продолжение таб. 1.2

НОМЕР		наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	переходы		
1	2	3	4
10	3	Точить поверхность, выдерживая размер $A_{13}$	
	4	Точить коновку выдерживая размеры $A_{14}, A_{14,1}, D_{14}$	
	5	Точить фаску выдерживая размеры $A_{15} \times 45^\circ$	

Продолжение таб. 1.3

НОМЕР		наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	переходо		
1	2	3	4
10	6	Сверлить центральное отверстие 6, выдерживая размеры $A_{16}, D_{16}$	
	7	Точить фаску 7 выдерживая размеры $A_{17} \times 45^\circ$	
	8	Нарезать резьбу 8 М8-6Н Выдерживая размер $A_{18}$	

Продолжение таб.. 1.4

номер		наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
10	9	Точить фаску 9 выдерживая размеры $A_{1,9}$ $X45^\circ$	
15	В	Установить и снять деталь	
	1	Подрезать торец 10 выдерживая размер $A_{2,1}$	
	2	Точить поверхность 11, выдерживая размер $D_{2,2}$	

Продолжение таб. 1.5

номер		наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
15	3	Расточить отверстие 12 выдерживая размер $A_{23}$ и $D_{23}$	
	4	Точить фаску 13 выдерживая размеры $A_{24}$ X45°	
20	1	Сверлильная Установить и снять деталь Сверлить 16 отверстий 14 Выдерживая диаметры $D_{31}$ , $D_{32}$	

Продолжение таб. 1.6

номер		наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
20	2	<p>Слесарная</p> <p>Нарезать резьбу 15 M16x15-6H в 16 отв.</p>	
	3	<p>Точить фаску 16 выдерживая размеры <math>A_{12}</math>: X45°</p>	
		<p>Термическая</p> <p>закалить 850 °C 1h</p> <p>отпустить 600 °C 2h до 42.45 HRC</p>	

Продолжение таб. 1.7

номер		наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
25	1	<p>Токарная чистовая</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Точить поверхность 17, выдерживая размер <math>D_{41}</math></p>	
30	1	<p>Токарная чистовая</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Точить поверхность 18, выдерживая размер <math>D_{51}</math></p>	

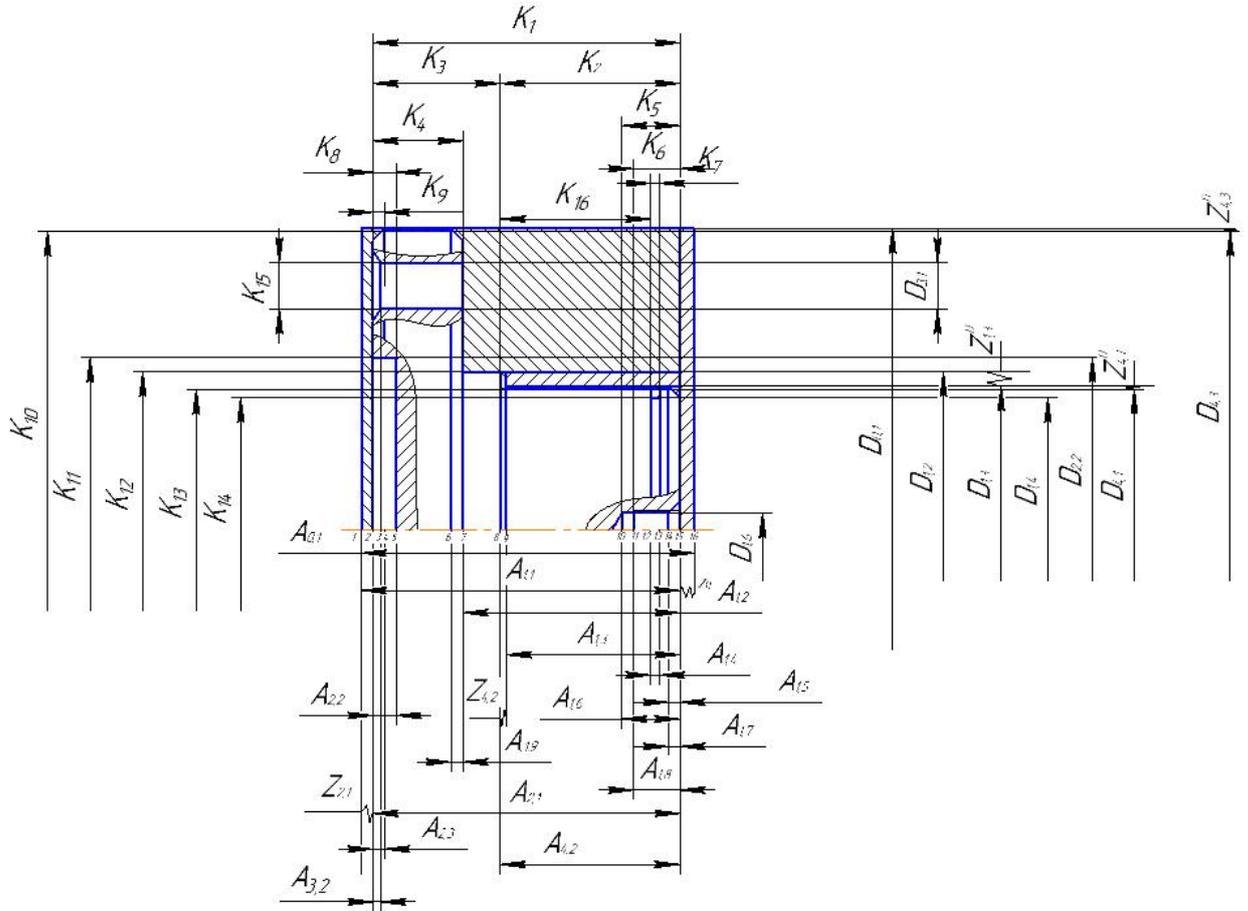
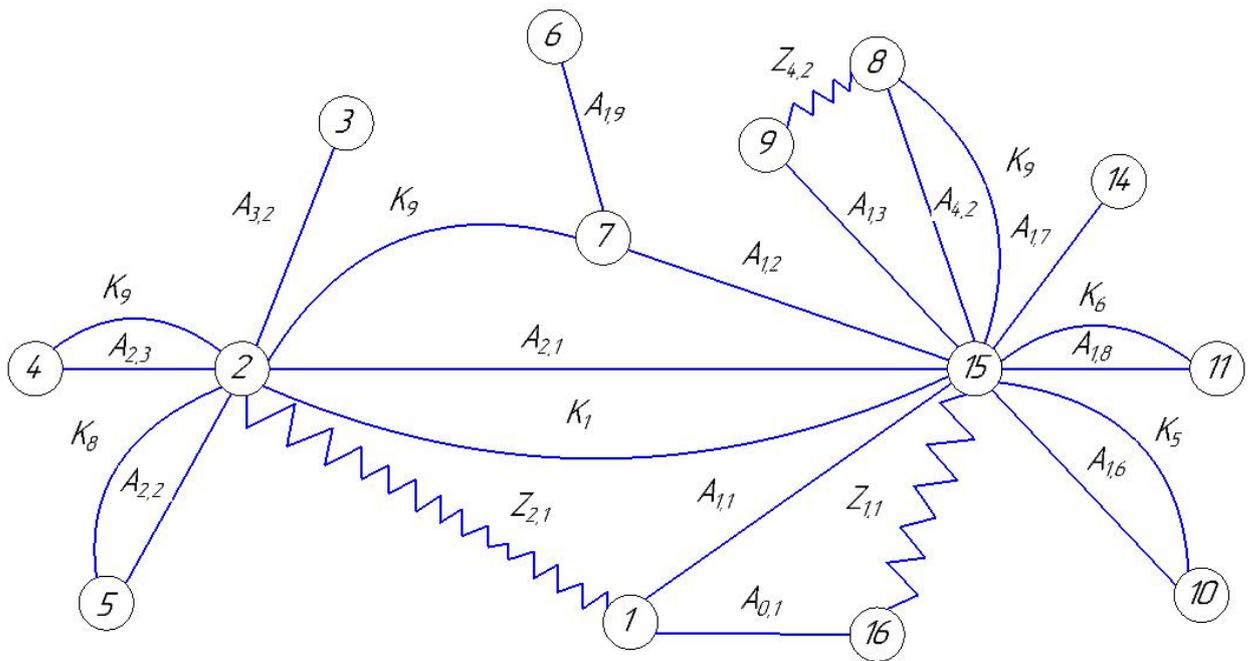


рис. 1.2 Размерная схема



## 1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

### 1.4.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски на размеры заготовок соответствуют действующим стандартам и справочным материалам. Используйте таблицу точности, чтобы определить допуски на размеры, полученные во время операции обработки. Эти таблицы включают статистику ошибок размера заготовки, обработанных на разных станках. Количество допусков напрямую зависит от типа и метод обработки, с использованием оборудования, количества рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Допуски

на осевые размеры, мм.

$$TA_{0,1} = 2$$

$$TA_{1,1} = 0.2$$

$$TA_{1,2} = 0.4$$

$$TA_{1,3} = 0.3$$

$$TA_{1,4} = 0.3$$

$$TA_{1,5} = 0.3$$

$$TA_{1,6} = 0.3$$

$$TA_{1,7} = 0.3$$

Допуски

на диаметральные размеры, мм.

$$TD_{0,1} = 2.5$$

$$TD_{1,2} = 0.3$$

$$TD_{1,3} = 0.3$$

$$TD_{1,4} = 0.3$$

$$TD_{1,6} = 0.15$$

$$TD_{2,2} = 0.4$$

$$TD_{2,3} = 0.3$$

$$TD_{3,1} = 0.15$$

$$TA_{1,8} = 0.3$$

$$TD_{4,1} = 0.3$$

$$TA_{1,9} = 0.3$$

$$TD_{5,1} = 0.4$$

$$TA_{2,1} = 0.4$$

$$TA_{2,3} = 0.3$$

$$TA_{2,4} = 0.3$$

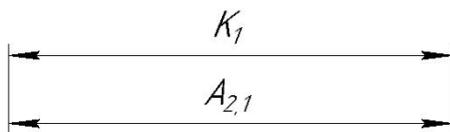
$$TA_{3,2} = 0.3$$

#### 1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

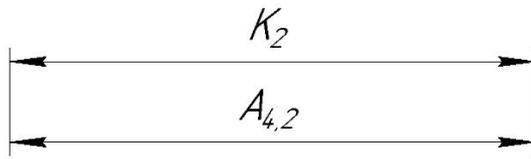
Чтобы проверить точность расчетных размеров, необходимо построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. Все технические размеры, допуски обработки и конструктивные размеры подходят для этого решения. На основе размерной схемы структуры различают размерную цепь, в которой звено замкнутой цепи представляет собой расчетный размер и запас.

Конструкторские размеры выдерживаемые непосредственно:

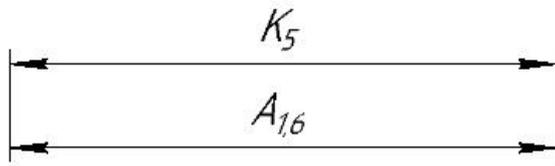
$$1. K_1 = A_{2,1}$$



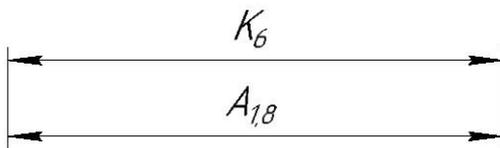
$$2. K_2 = A_{4,2}$$



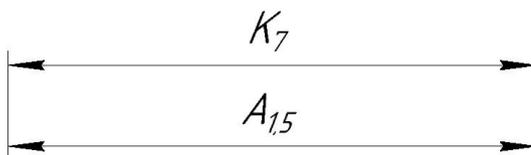
3.  $K_5 = A_{1,6}$



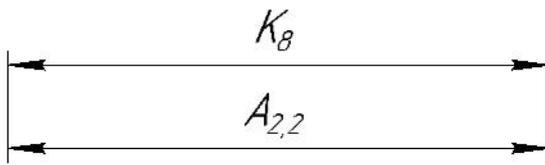
4.  $K_6 = A_{1,8}$



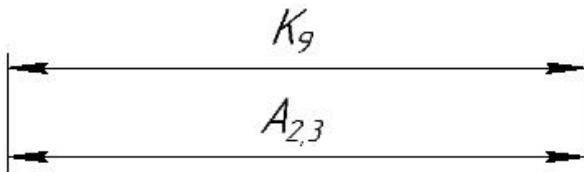
5.  $K_7 = A_{1,5}$



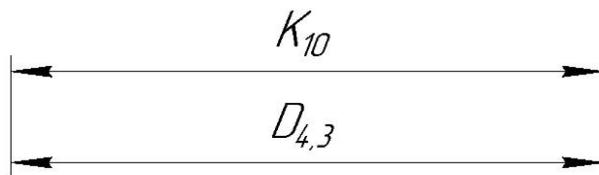
6.  $K_8 = A_{2,2}$



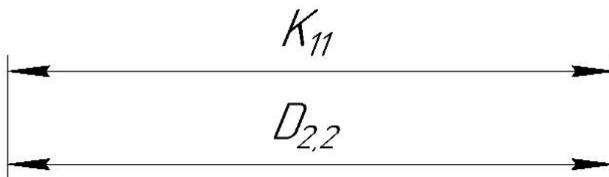
7.  $K_9 = A_{2,3}$



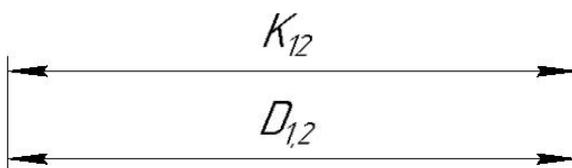
8.  $K_{10} = D_{4,3}$



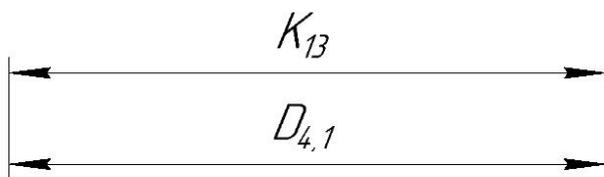
9.  $K_{11} = D_{2,2}$



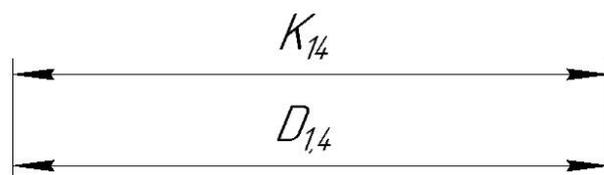
10.  $K_{12} = D_{1,2}$



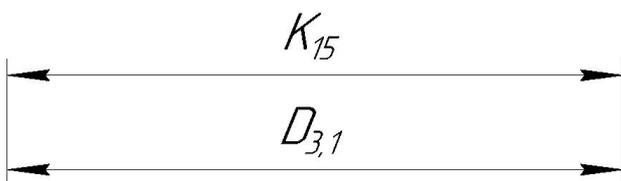
11.  $K_{13} = D_{4,1}$



12.  $K_{13} = D_{4,1}$

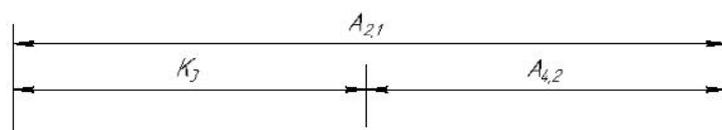


13.  $K_{14} = D_{1,4}$



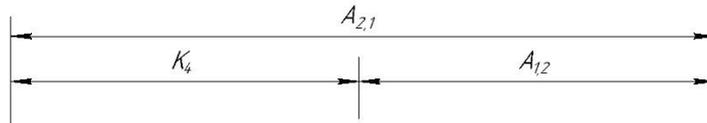
Руководствуясь правилом, согласно которому При расчете размерной цепочки методом максимального и минимального допуска закрывающей ссылки равен сумме допусков звеньев компонентов, мы проверяем предоставление допусков для проектных размеров, которые не поддерживаются напрямую.

1. Проверка размера  $K_3$ .



$$TK_3 = TA_{2,1} + TA_{4,2} = 0.37 \leq 0.52$$

## 2. Проверка размера $K_4$ .



$$TK_4 = TA_{2,1} + TA_{1,2} = 0.45 \leq 0.52$$

Эта технология обеспечивает производство всех структурных размеров.

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

Рассчитать минимальный лимит

Существует два способа определения минимального допуска на обработку: стандартный и вычислительный анализ [7].

В каноническом методе значение  $z_i \min$  находится непосредственно из таблицы, которая составляется путем обобщения и систематизации производственных данных.

Когда метод вычисления и анализа  $z_i \min$  найден путем суммирования различных компонентов, вы можете уделять больше внимания конкретным условиям обработки.

Рассчитайте минимальное значение радиального допуска по следующей формуле:

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

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

$R_{z_{i-1}}$  – шероховатости поверхности после установке, мкм;

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

$\rho_{i-1}$  –Общее пространственное отклонение формы поверхности и распределения, сформированных в предыдущем периоде, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки и исправления перед обработкой считается (во время обработки считается).  $\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2} \quad ,$

(5)

где:  $\rho_{\phi_{i-1}}$  – Предотвращение поверхностных опорных форм, в том числе в следующей передаче.

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

$$Z_{1,3}^{D\min} = 2 \cdot (0.03 + 0.04 + \sqrt{0.025^2 + 0.5^2}) = 1.14$$

$$Z_{4,1}^{D\min} = 2 \cdot (0.015 + 0.02 + \sqrt{0.01^2 + 0.5^2}) = 1.07$$

$$Z_{5,1}^{D\min} = 2 \cdot (0.025 + 0.03 + \sqrt{0.08^2 + 0.4^2}) = 1.43$$

Расчет минимальных значений для семенных пособий

производится по формуле:

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

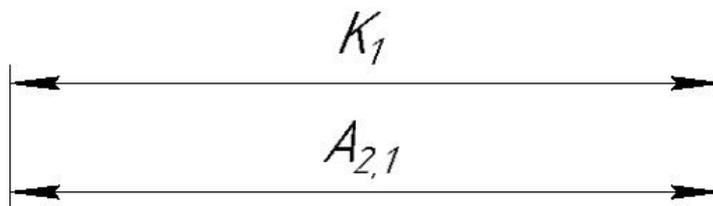
$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2,$$

$$Z_{1,1}^{\min} = 0.15 + 0.1 + 0.5 = 0.75 \text{ мм}$$

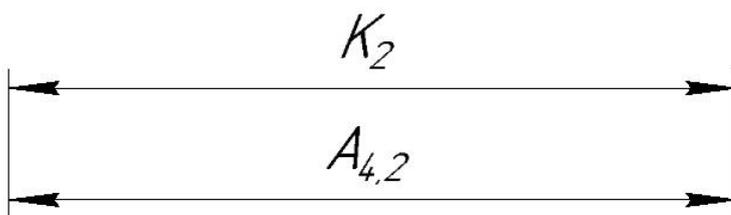
$$Z_{2,1}^{\min} = 0.15 + 0.1 + 0.5 = 0.75 \text{ мм}$$

$$Z_{4,2}^{\min} = 0.025 + 0.03 + 0.3 = 0.355 \text{ мм}$$

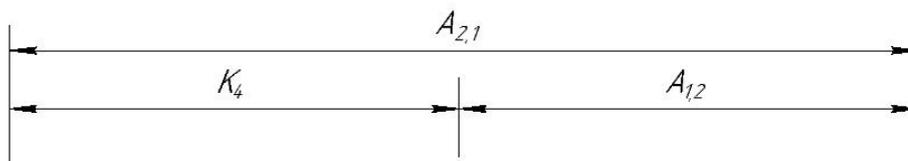
#### 1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров



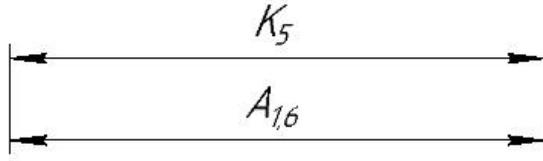
$$A_{2,1}^{cp} = K_1^{cp} = 105 \pm 0.435$$



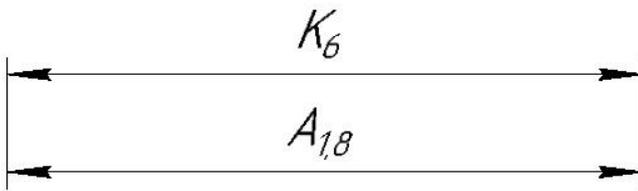
$$A_{4,2}^{cp} = K_2^{cp} = 65 \pm 0.37$$



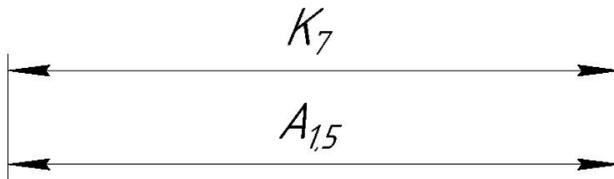
$$A_{1,2}^{cp} = A_{2,1} - K_4^{cp} = 85 \pm 0.695$$



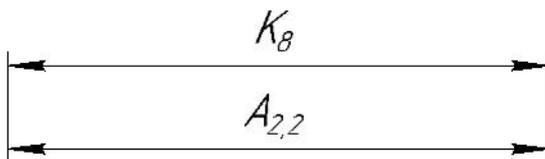
$$A_{1,6}^{cp} = K_5^{cp} = 20 \pm 0.26$$



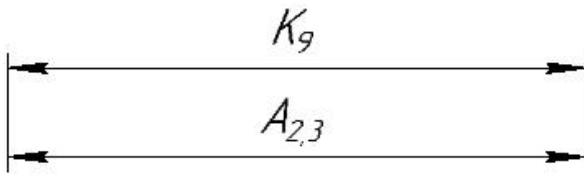
$$A_{1,8}^{cp} = K_6^{cp} = 3.4 \pm 0.15$$



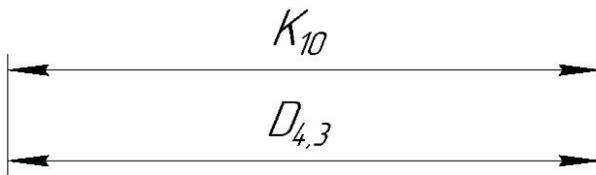
$$A_{1,5}^{cp} = K_7^{cp} = 16 \pm 0.215$$



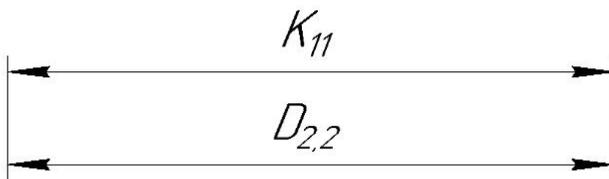
$$A_{2,2}^{cp} = K_8^{cp} = 8 \pm 0.18$$



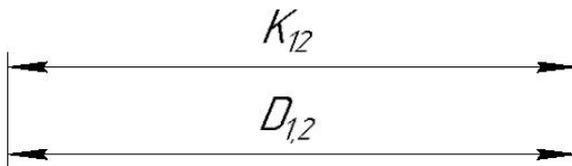
$$A_{2,3}^{cp} = K_9^{cp} = 2 \pm 0.125$$



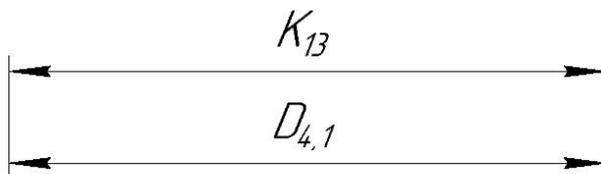
$$D_{4,3}^{cp} = K_{10}^{cp} = 2 \pm 0.125$$



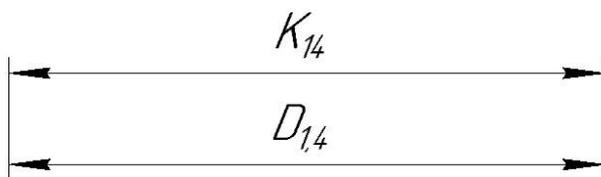
$$D_{2,2}^{cp} = K_{11}^{cp} = 120 \pm 0.5$$



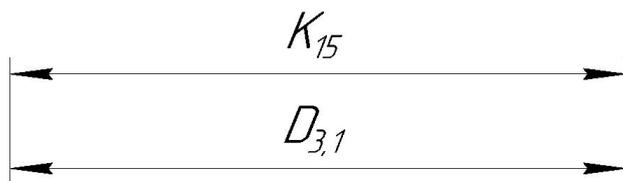
$$D_{1,2}^{cp} = K_{12}^{cp} = 104 \pm 0.435$$



$$D_{4,1}^{cp} = K_{13}^{cp} = 104 \pm 0.435$$



$$D_{4,1}^{cp} = K_{13}^{cp} = 86.5 \pm 0.435$$



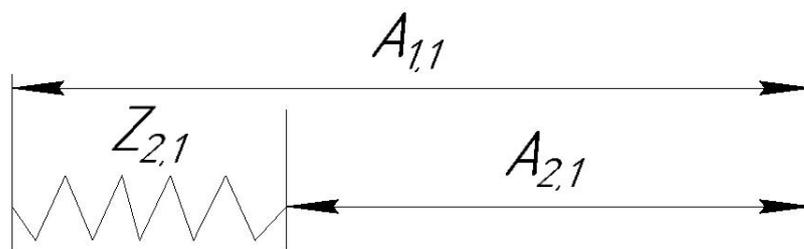
$$D_{3,1}^{cp} = K_{15}^{cp} = 16 \pm 0.215$$

#### 1.4.5 Расчет осевых технологических размеров

1. Найдем технологический размер  $A_{1,1}$

Из схемы цепи мы составляем уравнение для закрывающей связи.

Далее находим средний размер  $A_{1,1}$



$$Z_{2,1}^{cp} = A_{1,1}^{cp} - A_{2,1}^{cp}$$

$$A_{1,1}^{cp} = A_{2,1}^{cp} + Z_{2,1}^{cp}$$

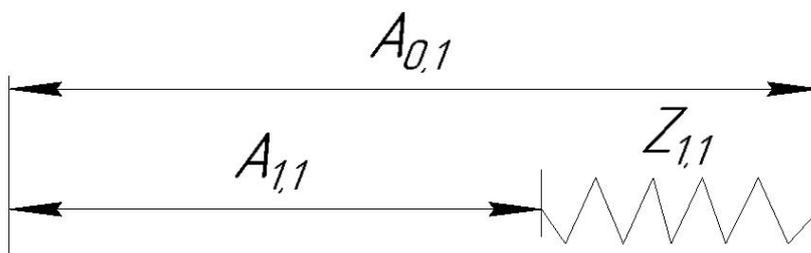
$$A_{2,1}^{cp} = K_1^{cp} = 105 \text{ мм}$$

$$Z_{2,1}^{cp} = \frac{Z_{2,1}^{\min} + (Z_{2,1}^{\min} + TA_{1,1} + TA_{2,1})}{2} = \frac{0.75 + (0.75 + 0.25 + 0.2)}{2} = 0.975 \text{ мм}$$

$$A_{1,1}^{cp} = A_{2,1}^{cp} + Z_{2,1}^{cp} = 105.975mm$$

2. Найдем технологический размер  $A_{0,1}$

Цепи составляет уравнение для закрывающей связи. Найти средний размер  $A_{0,1}$



$$Z_{1,1}^{cp} = A_{0,1}^{cp} - A_{1,1}^{cp}$$

$$A_{0,1}^{cp} = A_{1,1}^{cp} + Z_{1,1}^{cp}$$

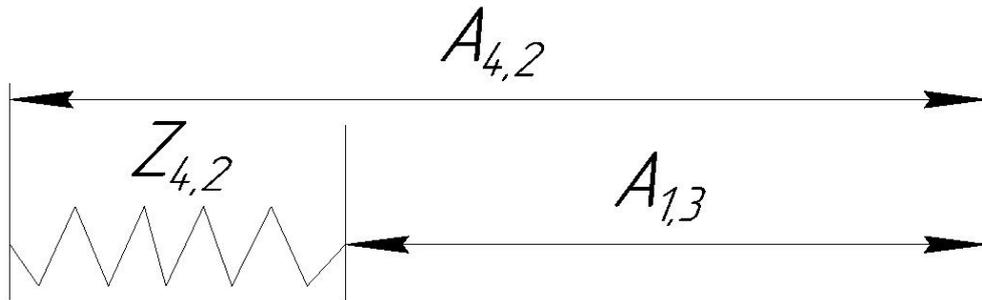
$$A_{1,1}^{cp} = 105.975mm$$

$$Z_{1,1}^{cp} = \frac{Z_{1,1}^{\min} + (Z_{1,1}^{\min} + TA_{1,1} + TA_{0,1})}{2} = \frac{0.75 + (0.75 + 0.25 + 2)}{2} = 1.875mm$$

$$A_{0,1}^{cp} = A_{1,1}^{cp} + Z_{1,1}^{cp} = 105.975 + 1.875 = 107.85mm$$

3. Найдем технологический размер  $A_{1,3}$

Из составления уравнения для закрывающей ссылки. Затем найдите среднее значение.  $A_{1,3}$



$$Z_{4,2}^{cp} = A_{4,2}^{cp} - A_{1,3}^{cp}$$

$$A_{4,2}^{cp} = A_{1,3}^{cp} + Z_{4,2}^{cp}$$

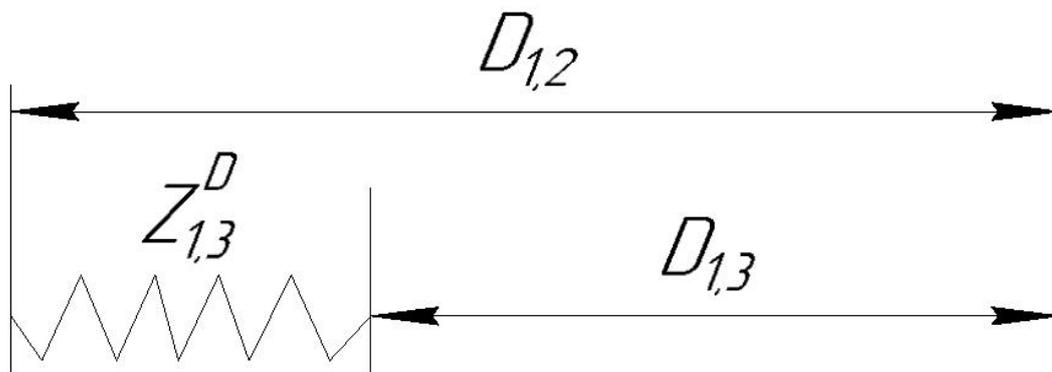
$$A_{4,2}^{cp} = K_2^{cp} = 65 \text{ мм}$$

$$Z_{4,2}^{cp} = \frac{Z_{4,2}^{\min} + (Z_{4,2}^{\min} + TA_{1,3} + TA_{4,2})}{2} = \frac{0.355 + (0.355 + 0.12 + 0.2)}{2} = 0.515 \text{ мм}$$

$$A_{1,3}^{cp} = A_{4,2}^{cp} - Z_{4,2}^{cp} = 64.485 \text{ мм}$$

4. Найдем технологический размер  $D_{13}$ .

Цепи составляет уравнение для закрывающей связи. Найти средний размер  $D_{13}$ .



$$Z_{1,3}^D = D_{1,2}^{cp} - D_{1,3}^{cp}$$

$$D_{1,3}^{cp} = D_{1,2}^{cp} - Z_{1,3}^D$$

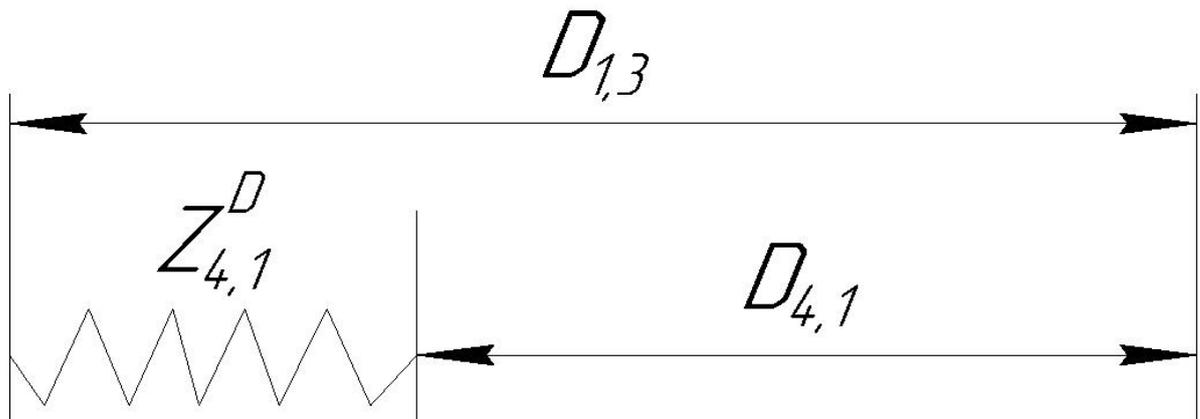
$$D_{1,2}^{cp} = K_{12}^{cp} = 104mm$$

$$Z_{1,3}^{Dcp} = \frac{Z_{1,3}^{Dmin} + (Z_{1,3}^{Dmin} + TD_{1,3} + TD_{1,2})}{2} = \frac{1.14 + (1.14 + 0.25 + 0.25)}{2} = 1.39mm$$

$$D_{1,3}^{cp} = D_{1,2}^{cp} - Z_{1,3}^D = 102.61mm$$

5. Найдем технологический размер  $D_{4,1}$ .

Цепи составляет уравнение для закрывающей связи. Найти средний размер  $D_{4,1}$ .



$$Z_{4,1}^D = D_{1,3}^{cp} - D_{4,1}^{cp}$$

$$D_{4,1}^{cp} = D_{1,3}^{cp} - Z_{4,1}^D$$

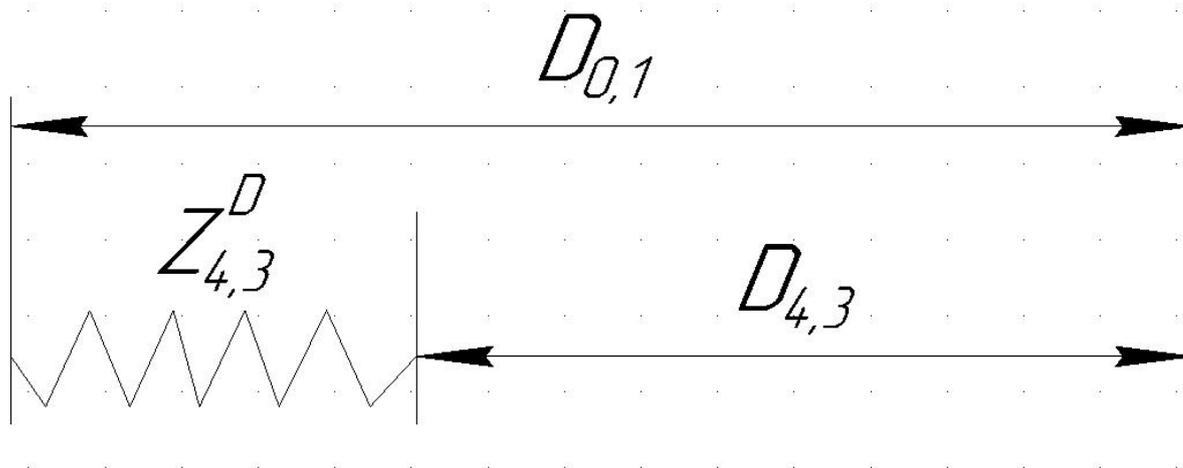
$$D_{1,3}^{cp} = 102.61mm$$

$$Z_{4,1}^{Dcp} = \frac{Z_{4,1}^{Dmin} + (Z_{4,1}^{Dmin} + TD_{1,3} + TD_{4,1})}{2} = \frac{0.75 + (0.75 + 0.25 + 0.17)}{2} = 0.96mm$$

$$D_{4,1}^{cp} = D_{1,3}^{cp} - Z_{4,1}^D = 101.25mm$$

6. Найдем технологический размер  $D_{0,1}$ .

Цепи составляет уравнение для закрывающей связи. Найти средний размер  $D_{0,1}$ .



$$Z_{4,3}^D = D_{0,1}^{cp} - D_{4,3}^{cp}$$

$$D_{4,3}^{cp} = D_{0,1}^{cp} - Z_{4,3}^D$$

$$D_{4,3}^{cp} = K_{10} = 200\text{mm}$$

$$Z_{4,3}^{Dcp} = \frac{Z_{4,3}^{Dmin} + (Z_{4,3}^{Dmin} + TD_{4,3} + TD_{0,1})}{2} = \frac{0.43 + (0.43 + 2.5 + 0.17)}{2} = 1.765\text{mm}$$

$$D_{0,1}^{cp} = D_{4,3}^{cp} - Z_{4,3}^D = 201.765\text{mm}$$

## 1.5 Расчет режимов и мощности резания переходов

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

## основные характеристики токарно-винторезного станка 16Б05п

- Наибольший диаметр заготовки типа Диск, обрабатываемой над станиной - Ø 250 мм;
- Наибольший диаметр точения заготовки типа Вал над верхней частью суппорта - Ø 145 мм;
- Расстояние между центрами - 500 мм;
- Мощность электродвигателя привода шпинделя - 1,5 кВт, 1400 об/мин;

**Шпиндель** станка 16Б05п получает 4 диапазона бесступенчатых скоростей вращения в прямом и обратном направлении в диапазоне - 30..3000 об/мин (30..125, 90..375, 240..1000, 720..3000).

### 1.Точение торца 1 .

Инструмент:

проходный отогнутый резец пластиной из твердого сплава ГОСТ 18868-73

Глубина резания:

За два прохода:  $t_1=1$  мм,  $t_2=0,875$  мм.

Подача:  $S_1=0.3$  мм/об.,  $S_2=0,3$  мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

где  $K_V$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.  $K_V=K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$ , где  $K_{mv}$  – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_B)^{n_v}, n_v=1, K_r=1, \sigma_B=647 \text{ МПа}, K_{mv}=1 \cdot (750/647)^1=1.16;$$

$K_{pv}$  - коэффициент учитывающий состояние поверхности,  $K_{pv}=0.8$ ;

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$1) C_v = 350, x = 0.15, y = 0.2, m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.3^{0.2}} \cdot 0.93 = 176.9 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{176.9 \cdot 1000}{3.14 \cdot 204} = 276 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где  $K_p$  – предварительное условие, предварительное решение о наличии ряда вариантов, учитывающее фактические сложности.

$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$ ;  $K_{mp} = (\sigma_B/750)^n$   $n=0.75$ ,  $\sigma_B=647 \text{ МПа}$ ,

$$K_{mp} = (647/750)^{0.75} = 0.9$$

$$1) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 0.94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0.93 = 0.79$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 181,84^{-0,15} \cdot 0,79 = 437,9 \text{ Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 167,52^{-0,15} \cdot 0,79 = 359,5 \text{ Н}$$

$$2) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,568$$

$$C_p = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p$$

$$= 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 181,84^{-0,3} \cdot 0,568 = 140,9 \text{ Н}$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p$$

$$= 10 \cdot 243 \cdot 0,56^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 167,52^{-0,3} \cdot 0,568$$

$$= 116,45 \text{ Н}$$

## 2. точение поверхности 2

Инструмент:

Прходной упорный резец Т15К6 спластиной из твердого сплава ГОСТ 18879-73

Глубина резания:

За 1 проход:  $t_1 = 2 \text{ мм}$

Подача:  $S_1 = 0.4 \text{ мм/об.}$

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания

рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$1) C_v = 340, x = 0.15, y = 0.45, m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.4^{0.45}} \cdot 0.93 = 226.42 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{226.42 \cdot 1000}{3.14 \cdot 105} = 686 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z x y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$1) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0.8^{0.75} \cdot 127.6^{-0.15} \cdot 0.84 = 1034.6 \text{ Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 0.65^1 \cdot 0.49^{0.75} \cdot 162.5^{-0.15} \cdot 0.84 = 437.3 \text{ Н}$$

3. точение поверхности 3

Инструмент:

Проходной упорный резец Т15К6 спластиной из твердого сплава  
ГОСТ 18879-73

Глубина резания:

За два прохода:  $t_1=2.5$ мм

Геометрия инструмента:  $\varphi=45^0$ ;  $\gamma=10$ ;  $\lambda=0^0$ ;  $R=1,5$  мм

Глубина резания:

За два прохода:  $t_1=1,75$ мм

Подача:  $S_1=0.6$  мм/об.,

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания  
рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$C_v = 350, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 2.5^{0.15} \cdot 0.4^{0.35}} \cdot 0.93 = 172 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{172 \cdot 1000}{3.14 \cdot 90} = 610 \text{ об/мин}$$
 Расчет сил

резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z x y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

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

$$P_{z 1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 127,6^{-0,15} \cdot 0,84 = 1034,6 \text{ Н}$$

#### 4. Точение канавки 4.

Инструмент

Фасонный резец из твердого сплава Т15К6

Глубина резания:

$$t = 1,75 \text{ мм,}$$

Подача:  $S = 0,25 \text{ мм/об.}$

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания

рассчитывается по формуле

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

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

$$1) C_v = 350, \quad x = 0.15, \quad y = 0.2, \quad m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1.75^{0.15} \cdot 0.25^{0.2}} \cdot 0.93 = 174 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{174 \cdot 1000}{3.14 \cdot 86.5} = 641 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания.:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,10 = 0,99$$

$$C_P = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P \\ = 10 \cdot 300 \cdot 30^1 \cdot 0,07^{0,75} \cdot 146,6^{-0,15} \cdot 0,99 = 5695,3 \text{ Н}$$

5.Точение фаски 5.

Инструмент:

проходный отогнутый резец пластиной из твердого сплава ГОСТ 18868-73

Глубина резания:

За один проход:  $t=1.75$  мм,

Подача:  $S=0.42$  мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$1) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.42^{0.2}} \cdot 0.93 = 141 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{141 \cdot 1000}{3.14 \cdot 90} = 499 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$1) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

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

$$= 10 \cdot 300 \cdot 2,4^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 141,2^{-0,15} \cdot 0,84 = 1497,4\text{Н}$$

$$2) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

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

$$= 10 \cdot 243 \cdot 2,4^{0,9} \cdot 0,42^{0,6} \cdot 141,2^{-0,3} \cdot 0,74 = 531,1\text{Н}$$

$$3) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

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

$$= 10 \cdot 339 \cdot 2,4^1 \cdot 0,42^{0,5} \cdot 141,2^{-0,4} \cdot 0,9 = 678,04\text{Н}$$

6.Сверлильная операция.

1) Сверление отверстия  $\phi 7\text{мм}$

Инструмент:

Спиральное сверло из Р6М5  $\phi 7\text{мм}$ .

Глубина резания:

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 8 = 4\text{мм}$$

Подача:  $S=0,23\text{ мм/ об.}$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_V$$

$$K_v = 1,09 \cdot 1 \cdot 1 = 1,09$$

$$C_v = 9,8 \quad q = 0,4, \quad y = 0,5, \quad m = 0,2 \quad T = 45\text{мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_V = \frac{9.8 \cdot 7^{0.4}}{45^{0.2} \cdot 0.23^{0.5}} = 20 \text{ м/мин}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_M = 0,0345, \quad y = 0.8, \quad q=2, \quad K_P = K_{MP}=0,9$$

$$\begin{aligned} M_{кр} &= 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 17,5^2 \cdot 0,27^{0,7} \cdot 0,9 \\ &= 33,4 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 0,9 = 7,6 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

Расчет осевой силы:

0

$$C_P = 68, \quad y = 0.7, \quad q=1, \quad K_P = K_{MP}=0,9$$

0

Расчет требуемой мощности:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{20 \cdot 1000}{3.14 \cdot 7} = 766 \text{ об/мин}$$

7.Снятие фаски.

Инструмент:

Зенковка.

Глубина резания:

$$t = 2 \text{ мм.}$$

Подача: S=0.25 мм/ об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_V$$

$$K_V = 1.09 \cdot 1 \cdot 1 = 1.09$$

$$C_V = 9.8 \quad q = 0.4, y = 0.5, \quad m = 0.2 \quad T = 30 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_V = \frac{9.8 \cdot 8^{0.4}}{30^{0.2} \cdot 0.25^{0.5}} = 23.1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{20 \cdot 1000}{3.14 \cdot 8} = 748 \text{ об/мин}$$

8. Нарезание резьбы М8 в отверстии.

Инструмент:

Метчик для метрической резьбы М8 ГОСТ 3266-81

Параметры:  $D = 8$  мм.

Глубина резания:  $t = 2.5$

Подача:  $S = 2.5$  мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{CV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,$$

Где  $K_{MV}$  – Коэффициент учитывает качество обрабатываемого

материала.

$K_{IV}$  – Условие, учитывающее материальную часть обучения.

$K_{CV}$  – Коэффициент, учитывающий метод резки.

$$C_v = 64,8 \quad q = 1,2, \quad y = 0,5, \quad m = 0,9 \quad T = 90 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_v = \frac{64,8 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 2,5^{0,5}} = 8,7 \text{ м/мин}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p$$

$$C_M = 0,0270, \quad y = 1,5, \quad q = 1,4, \quad K_p = K_{MP} = 1$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,027 \cdot 8^{1,4} \cdot 2,5^{1,5} \cdot 1 = 19,6 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{975} = \frac{64,4 \cdot 414}{9750} = 2,7 \text{ кВт.}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{8,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 8} = 346 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n$ ,

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{n_\phi \cdot \pi \cdot 8}{1000} = \frac{355 \cdot 3,14 \cdot 8}{1000} = 8,92 \text{ м/мин}$$

Необходимую мощность оборудования производим по  
наибольшему значению  $M_{кр}$ .

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{45,4 \cdot 500}{9750} = 2,3 \text{ кВт.}$$

9.Точение фаски 9.

Инструмент:

проходный отогнутый резец пластиной из твердого сплава ГОСТ  
18868-73

Глубина резания:

За один проход:  $t=1.75$  мм,

Подача:  $S=0.4$  мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания  
рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$4) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.40^{0.2}} \cdot 0.93 = 143 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{143 \cdot 1000}{3.14 \cdot 200} = 227 \text{ об/мин}$$

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$2) K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

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

$$= 10 \cdot 300 \cdot 2,4^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 141,2^{-0,15} \cdot 0,84 = 1497,4\text{Н}$$

$$5) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

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

$$= 10 \cdot 243 \cdot 2,4^{0,9} \cdot 0,42^{0,6} \cdot 141,2^{-0,3} \cdot 0,74 = 531,1\text{Н}$$

$$6) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

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

$$= 10 \cdot 339 \cdot 2,4^1 \cdot 0,42^{0,5} \cdot 141,2^{-0,4} \cdot 0,9 = 678,04\text{Н}$$

10. Подрезка торца 10.

Инструмент:

проходный отогнутый резец с пластиной из твердого сплава ГОСТ 18868-73

Глубина резания:

За два прохода:  $t_1 = 0,975\text{мм}$

Подача:  $S = 0,3\text{ мм/об.}$

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

где  $K_V$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.  $K_V = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$ , где  $K_{mv}$  - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_B)^{n_v}, n_v=1, K_r=1, \sigma_B=647 \text{ МПа}, K_{mv}=1 \cdot (750/647)^1=1.16;$$

$K_{pv}$  - коэффициент учитывающий состояние поверхности,  $K_{pv}=0.8$ ;

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$2) C_V = 350, x = 0.15, y = 0.2, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.3^{0.2}} \cdot 0.93 = 196 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{196 \cdot 1000}{3.14 \cdot 200} = 312 \text{ об/мин}$$

3) Расчет сил резания:

4) Силы резания рассчитываются по формуле:

$$5) P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

6) где  $K_p$  - поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические

условия резания.  $K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$ ;  $K_{mp} = (\sigma_B/750)^n$   $n=0.75$ ,

$$\sigma_B=647 \text{ МПа}, K_{mp} = (647/750)^{0.75} = 0.9$$

$$3) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 0.94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,93 = 0,79$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$\begin{aligned} P_{z1} &= 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 181,84^{-0,15} \cdot 0,79 = 437,9\text{H} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{z2} &= 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 167,52^{-0,15} \cdot 0,79 = 359,5\text{H} \end{aligned}$$

$$4) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,82 = 0,568$$

$$C_p = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0.6, \quad n = -0.3$$

$$\begin{aligned} P_{y1} &= 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p \\ &= 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 181,84^{-0,3} \cdot 0,568 = 140,9\text{H} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{y2} &= 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p \\ &= 10 \cdot 243 \cdot 0,56^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 167,52^{-0,3} \cdot 0,568 \\ &= 116,45\text{H} \end{aligned}$$

$$5) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 =$$

$$0,999$$

$$C_p = 339, \quad x = 1, \quad y = 0.5, \quad n = -0.4$$

$$\begin{aligned} P_{x1} &= 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p \\ &= 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 181,84^{-0,4} \cdot 0,999 = 232\text{H} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{y2} &= 10 \cdot C_p \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_p \\ &= 10 \cdot 339 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 167,52^{-0,4} \cdot 0,999 = 168,4\text{H} \end{aligned}$$

11.точение поверхности 11

Инструмент:

Подрезный отогнутый резец с пластиной из твердого сплава ГОСТ 18880-73

Глубина резания:

За два прохода:  $t_1=1$  мм,  $t_2=0,42$  мм.

Подача:  $S_1=0.6$  мм/об.,  $S_2=0,32$  мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

$$1) C_V = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{280}{60^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.4^{0.45}} \cdot 0.93 = 168 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{168 \cdot 1000}{3.14 \cdot 200} = 268 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

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

$$C_P = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 141,9^{-0,15} \cdot 0,79 = 773,6\text{Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 201,3^{-0,15} \cdot 0,79 = 190,4\text{Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 0,65^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 162,5^{-0,15} \cdot 0,84 = 437,3\text{Н}$$

## 12. Растачивание отверстия 12.

Инструмент:

расточной резец с пластиной из твердого сплава ГОСТ 18884-73

Глубина резания:

За два прохода:  $t=2$

Подача:  $S_1=0.25$  мм/об.,

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания

рассчитывается по формуле

$$K_v=1.16 \cdot 0.8 \cdot 1=0,93$$

$$2) \quad C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.25^{0.35}} \cdot 0.93 = 174 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{174 \cdot 1000}{3.14 \cdot 120} = 462 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,93 = 0,79$$

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

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 141,9^{-0,15} \cdot 0,79 = 773,6\text{H}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 201,3^{-0,15} \cdot 0,79 = 190,4\text{H}$$

$$3) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,82 = 0,568$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 141,9^{-0,3} \cdot 0,568 = 229,6\text{H}$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 243 \cdot 0,42^{0,9} \cdot 0,32^{0,6} \cdot 201,3^{-0,3} \cdot 0,568 = 64,51\text{H}$$

$$4) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$1 = 0,999$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

$$P_{x1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 141,9^{-0,4} \cdot 0,999 = 369,8\text{H}$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 339 \cdot 0,42^1 \cdot 0,32^{0,5} \cdot 201,3^{-0,4} \cdot 0,999 = 97,3\text{Н}$$

13.Точение фаски 13.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента:  $\varphi=45^0$ ;  $\gamma=10$ ;  $\lambda=0^0$ ; R=1,5 мм

Глубина резания:

За два прохода:  $t=1,725$  мм,

Подача:  $S=0.42$  мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

$$K_v=1.16 \cdot 0.8 \cdot 1=0,93$$

$$1) \quad C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,725^{0,15} \cdot 0,42^{0,35}} \cdot 0,93$$

$$= 148,2 \frac{\text{М}}{\text{МИН}},$$

0

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zx y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \\ = 10 \cdot 300 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 148,2^{-0,15} \cdot 0,84 = 1066,5 \text{H}$$

$$2) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0.6, \quad n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \\ = 10 \cdot 243 \cdot 1,725^{0,9} \cdot 0,42^{0,6} \cdot 148,2^{-0,3} \cdot 0,74 = 348,2 \text{H}$$

$$3) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,9$$

$$C_p = 339, \quad x = 1, \quad y = 0.5, \quad n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \\ = 10 \cdot 339 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0,5} \cdot 148,2^{-0,4} \cdot 0,9 = 460,4 \text{H}$$

#### 14. Сверление 16 отверстий $\phi 16$

Выполняется на вертикально- сверлильном станке 2Н135

со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя, об/мин: 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400;
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 4

Инструмент:

Выполняется на вертикально- сверлильном станке 2Н135

со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя, об/мин: 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400;
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 4

Спиральное сверло из быстрорежущей стали  $\phi 16$  мм.

Глубина резания:

$$t = 0.5D = 0.5 \cdot 16 = 8 \text{ мм}$$

Подача:  $S=0.2$  мм/ об.

Скорость резания:  $V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_V$

$$K_V = 1.09 \cdot 1 \cdot 1 = 1.09$$

$C_V = 7$  ,  $q = 0.4$ ,  $y = 0.7$ ,  $m = 0.2$   $T = 45$  мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_V = \frac{7 \cdot 16^{0.4}}{45^{0.2} \cdot 0.2^{0.7}} \cdot 1.09 = 31 \text{ м/мин}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$C_M = 0.0345$ , ,  $y = 0.8$ ,  $q = 2$ ,  $K_p = K_{MP} = 0.9$

$$\underline{M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.0345 \cdot 16^2 \cdot 0.2^{0.8} \cdot 0.9 = 21.93 \text{ Н} \cdot \text{м}}$$

Расчет осевой силы:

$C_P = 68$ , ,  $y = 0.7$ ,  $q = 1$ ,  $K_P = K_{MP} = 0.9$

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 68 \cdot 16 \cdot 0.2^{0.7} \cdot 0.9 = 3173.9 \text{ Н}$$

Расчет требуемой мощности:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{31 \cdot 1000}{3.14 \cdot 14.5} = 617 \text{ об/мин}$$

Принимаем,  $n_\phi = 500 \text{ об/мин}$

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{n_\phi \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{500 \cdot \pi \cdot 16}{1000} = 22.77 \text{ м/мин}$$

Необходимую мощность оборудования производим по  
наибольшему значению  $M_{кр}$ .

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{45.4 \cdot 500}{9750} = 2.3 \text{ кВт.}$$

15. Нарезание резьбы М16 в отверстиях.

Инструмент:

Метчик с проходным хвостовиком для нарезания метрической  
резьбы из быстрорежущей стали Р6М5.

Параметры:  $D=16 \text{ мм}$ .

Глубина резания:  $t = 2.5$

Подача:  $S=2.5 \text{ мм/об}$ .

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{CV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,$$

Где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывания качество обрабатываемого материала.

$K_{IV}$  – коэффициент, учитывания материал режущей части инструмента.

$K_{CV}$  – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы.

$$C_v = 64,8 \quad q = 1,2, \quad y = 0,5, \quad m = 0,9 \quad T = 90 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{64,8 \cdot 16^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 2,5^{0,5}} \cdot 1 = 19,9 \text{ м/мин}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p$$

$$C_M = 0,0270, \quad y = 1,5, \quad q = 1,4, \quad K_p = K_{MP} = 1$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,027 \cdot 16^{1,4} \cdot 2,5^{1,5} \cdot 1 = 51,77 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{975} = \frac{64,4 \cdot 414}{9750} = 2,7 \text{ кВт.}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{19,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 16} = 398 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n$ ,

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{n_\phi \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{355 \cdot 3,14 \cdot 20}{1000} = 22,3 \text{ м/мин}$$

Необходимую мощность оборудования производим по наибольшему значению  $M_{кр}$ .

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{45,4 \cdot 500}{9750} = 2,3 \text{ кВт.}$$

16.Точение фаски 16.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Глубина резания:

За 1 проход:  $t=1,725$  мм,

Подача:  $S=0.42$  мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

$$2) \quad C_V = 290, \quad x = 0.15, \quad y = 0.35, \quad m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,725^{0,15} \cdot 0,42^{0,35}} \cdot 0,93$$
$$= 148,2 \frac{\text{М}}{\text{МИН}},$$

0

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$4) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,93 = 0,84$$

$$C_P = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

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

$$= 10 \cdot 300 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 148,2^{-0,15} \cdot 0,84 = 1066,5\text{H}$$

$$5) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

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

$$= 10 \cdot 243 \cdot 1,725^{0,9} \cdot 0,42^{0,6} \cdot 148,2^{-0,3} \cdot 0,74 = 348,2\text{H}$$

$$6) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 =$$

$$0,9$$

$$C_p = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

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

$$= 10 \cdot 339 \cdot 1,725^1 \cdot 0,42^{0,5} \cdot 148,2^{-0,4} \cdot 0,9 = 460,4\text{H}$$

17.Точение поверхности17 .

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента:  $\varphi=60^0$ ;  $\gamma=10$ ;  $\lambda=0^0$ ;  $R=1,5$  мм

Глубина резания:

За два прохода:  $t_1=1$  мм  $t_2=0.07$  мм

Подача:  $S_1=0.1$  мм/об.,  $S_2=0.06$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания

рассчитывается по формуле

$$C_v = 465, y = 0.15, m = 0.35$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot S_z^y \cdot t^{0.15}} = \frac{465}{45^{0.2} \cdot 0.1^{0.15} \cdot 1} = 236 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{236 \cdot 1000}{3.14 \cdot 90} = 835 \text{ об/мин}$$

$$7) \quad C_v = 465, y = 0.15, m = 0.35$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot S_z^y \cdot t^{0.15}} = \frac{465}{45^{0.35} \cdot 0.1^{0.15} \cdot 0,07^{0,15}} = 258 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{258 \cdot 1000}{3.14 \cdot 90} = 913 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где  $K_p$  – Поправочный коэффициент, представляющий производительность ряда коэффициентов с учетом реальных условий резания.  $K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$ ;  $K_{mp} = (\sigma_v / 750)^n$   $n = 0.75$ ,  $\sigma_v = 647 \text{ МПа}$ ,  $K_{mp} = (647/750)^{0.75} = 0.9$

$$6) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,93 = 0,79$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 181,84^{-0,15} \cdot 0,79 = 437,9H$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 167,52^{-0,15} \cdot 0,79 = 359,5H$$

$$7) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot$$

$$0,82 = 0,568$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 181,84^{-0,3} \cdot 0,568 = 140,9H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 243 \cdot 0,56^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 167,52^{-0,3} \cdot 0,568$$

$$= 116,45H$$

$$8) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 =$$

$$0,999$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

$$P_{x1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 181,84^{-0,4} \cdot 0,999 = 232H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 339 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 167,52^{-0,4} \cdot 0,999 = 168,4H$$

18.точение поверхности 18

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента:  $\varphi=45^0$ ;  $\gamma=10$ ;  $\lambda=0^0$ ;  $R=1,5$  мм

Глубина резания:

За два прохода:  $t_1=1$  мм,  $t_2=0.43$  мм.

Подача:  $S_1=0.1$  мм/об.  $S_2=0.1$  мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

$$2) C_v = 465, x = 0.15, y = 0.45, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot S_z^y \cdot t^{0.15}} = \frac{465}{45^{0.2} \cdot 0.1^{0.15} \cdot 1} = 307 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{307 \cdot 1000}{3.14 \cdot 200} = 488 \text{ об/мин}$$

$$3) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot S_z^y \cdot t^{0.15}} = \frac{290}{45^{0.2} \cdot 0.1^{0.15} \cdot 0,43^{0.15}} = 348 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{348 \cdot 1000}{3.14 \cdot 200} = 554 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z x y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

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

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 127,6^{-0,15} \cdot 0,84 = 1034,6H$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 0,65^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 162,5^{-0,15} \cdot 0,84 = 437,3H$$

$$3) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0,6, \quad n = -0,3$$

$$P_{y1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,8^{0,6} \cdot 127,6^{-0,3} \cdot 0,74 = 361,9H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 243 \cdot 0,65^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 162,5^{-0,3} \cdot 0,74 = 174,9H$$

$$4) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0,5, \quad n = -0,4$$

$$P_{x1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{0,5} \cdot 127,6^{-0,4} \cdot 0,9$$

$$= 380,15H$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P$$

$$= 10 \cdot 339 \cdot 0,65^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 162,5^{-0,4} \cdot 0,9 = 180,5H$$

## 1.6 Нормирование технологических операций

### 1.6.1 Расчет основного времени

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

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

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

где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  - число рабочих ходов;

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

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

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

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

$l_1$  – величина подвода инструмента, мм;

$l_2$  – величина врезания инструмента, мм.

$l_3$  – величина перебега инструмента, мм.

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

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

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

где  $t$  – глубина резания, мм;

$\varphi$  - угол в плане.

1. Токарная операция с Токарно-винторезный станок 16Б05П .

1.1 Для точения торца 1.

$$1) t_0 = \frac{l \cdot i}{S \cdot n} = \frac{105.97 + 1 + 0.58 + 1}{0.3 \cdot 276} = 1.8 \text{ мин}$$

1.2 Точение поверхности 2 до  $\phi 104 \text{ мм}$  с подрезкой торца.

Для снятия припуска .

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left( l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3 \right) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(85 + 1 + 0.36 + 1) \cdot 24}{0.4 \cdot 686} = 0.32 \cdot 24 = 7.64 \text{ мин}$$

1.3 Точение поверхности 3 до  $\phi 90 \text{ мм}$  с подрезкой торца.

Для снятия припуска .

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left( l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3 \right) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(65 + 1 + 0.36 + 1) \cdot 3}{0.4 \cdot 653} = 0.77 \text{ мин}$$

1.4 Точение канавки 4.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left( l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3 \right) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(10 + 1 + 30 + 1) \cdot 2}{0.07 \cdot 260} = 2.3 \text{ мин}$$

1.5 Снятие фаски 5.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1,725 + 1 + 1,725 + 1) \cdot 1}{0,42 \cdot 500} = 0,03 \text{ мин}$$

1.6 Сверление отверстие 6.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(24 + 1 + 5,3 + 1) \cdot 2}{0,27 \cdot 500} = 0,5 \text{ мин}$$

1.7 Снятие фаски 7.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1,2 + 1) \cdot 2}{0,25 \cdot 500} = 0,08 \text{ мин}$$

1.8 Нарезание резьба 8 в отверстиях.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(20 + 1 + 0 + 1) \cdot 2}{2,5 \cdot 355} = 0,05 \text{ мин}$$

1.9 Снятие фаски 9.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1,2 + 1) \cdot 2}{0,25 \cdot 500} = 0,08 \text{ мин}$$

1.10 Для точения торца 10.

$$2) t_o = \frac{l \cdot i}{S \cdot n} = \frac{105,97 + 1 + 0,58 + 1}{0,3 \cdot 287} = 1,14 \text{ мин}$$

1.11 Точение поверхности 11 до  $\phi 201,43 \text{ мм}$  с подрезкой торца.

Для снятия припуска .

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3\right) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(85 + 1 + 0.36 + 1) \cdot 24}{0.4 \cdot 686} = 0,32 \cdot 24 = 7,64 \text{ мин}$$

### 1.12 Расточение отверстия 12

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3\right) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(8 + 1 + 0.36 + 1) \cdot 30}{0.25 \cdot 342} = 4,91 \text{ мин}$$

### 1.13 Снятие фаски 13.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3\right) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1.2 + 1) \cdot 2}{0,25 \cdot 500} = 0,08 \text{ мин}$$

## 2. Сверлильная операция.

### 2.1 Сверление отверстие 14.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3\right) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(24 + 1 + 5,3 + 1) \cdot 2}{0,27 \cdot 500} = 0,5 \text{ мин}$$

### 2.2 Снятие фаски 15.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3\right) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1.2 + 1) \cdot 2}{0,25 \cdot 500} = 0,08 \text{ мин}$$

## 3. Слесарная операция.

### Нарезание резьбы 16 в отверстии.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{\left(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3\right) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(20 + 1 + 0 + 1) \cdot 2}{2,5 \cdot 355} = 0,05 \text{ мин}$$

## 4. Чистовая токарная операция

### 4.1 Для точения торца 17.

$$t_0 = \frac{l * i}{S \cdot n} = \frac{105,97 + 1 + 0,58 + 1}{0,3 \cdot 287} = 1,8 \text{ мин}$$

## 5. Чистовая токарная операция

5.1 Для точения торца 18.

$$t_0 = \frac{l * i}{S \cdot n} = \frac{105,97 + 1 + 0,58 + 1}{0,3 \cdot 287} = 1,8 \text{ мин}$$

### 1.6.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для работы включает время на установку и снятие деталей, управление машиной и измерение деталей.[8].

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

Где  $t_{\text{уст}}$  - Время устанавливать и снимать детали;

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

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

#### 1. Токарная операция

На станке измерения прерываются контрольным временем машины. Из справочника 3.

Первый установ.

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

Второй установ.

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

2. Сверлильная операция.

$$t_B = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,18 + 0,11 + 0,29 = 0,58 \text{ мин};$$

### 1.6.3 Расчет оперативного времени

$$t_{оп} = t_{очн} + t_B$$

(11)

1. Токарная операция .

Установ А.

$$t_{оп} = t_{очн} + t_B = 4,7 + 0,53 = 5,23 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{оп} = t_{очн} + t_B = 6,53 + 0,64 = 7,17 \text{ мин}$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{оп} = t_{очн} + t_B = 0,63 + 0,58 = 1,21 \text{ мин}$$

### 1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{оп} = t_{очн} + t_B$$

(11)

3. Токарная операция .

Установ А.

$$t_{оп} = t_{очн} + t_B = 4,7 + 0,53 = 5,23 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{оп} = t_{очн} + t_B = 6,53 + 0,64 = 7,17 \text{ мин}$$

4. Сверлильная операция.

$$t_{оп} = t_{очн} + t_B = 0,63 + 0,58 = 1,21 \text{ мин}$$

### 1.6.5 Расчет времени на отдых

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}}$$

(13)

#### 1. Токарная операция .

Установ А.

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}} = 0,04 \cdot 5,53 = 0,22 \text{ мин};$$

Установ Б.

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}} = 0,04 \cdot 7,17 = 0,29 \text{ мин};$$

#### 2. Сверлильная операция.

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}} = 0,04 \cdot 1,21 = 0,05 \text{ мин};$$

определение подготовительно-заключительного времени.

### 1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени

#### 1. Токарная операция

Установ А.

$$t_{\text{пз}} = 12 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{\text{пз}} = 12 \text{ мин}$$

#### 2. Сверлильная операция.

$$t_{\text{пз}} = 9 \text{ мин}$$

### 1.6.7 Расчет штучного времени

#### 1. Токарная операция .

Установ А.

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} = 4,7 + 0,53 + 0,2 + 0,22 =$$

5,65 мин;

Установ Б.

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} = 6,53 + 0,64 + 0,2 + 0,29 = 7,66 \text{ мин};$$

#### 2. Сверлильная операция.

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} = 0,63 + 0,58 + 0,024 + 0,05 \\ = 1,28 \text{ мин};$$

### 1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{\text{шт.к}} = \sum t_{\text{шт}} + \frac{\sum t_{\text{пз}}}{N},$$

(15)

где  $N$  – объем партии деталей.

$$t_{\text{шт.к}} = 45,26 + \frac{61}{5000} = 42,27 \text{ мин.}$$

## 2. Конструкторская часть

### 2.1 Расчет силы закрепления

Деталь, установленная в патроне короны кулачка, находится под заголовком момент всемогущества  $M_{\text{св}}$  и осевой силы  $o$  (рис. 2.1).

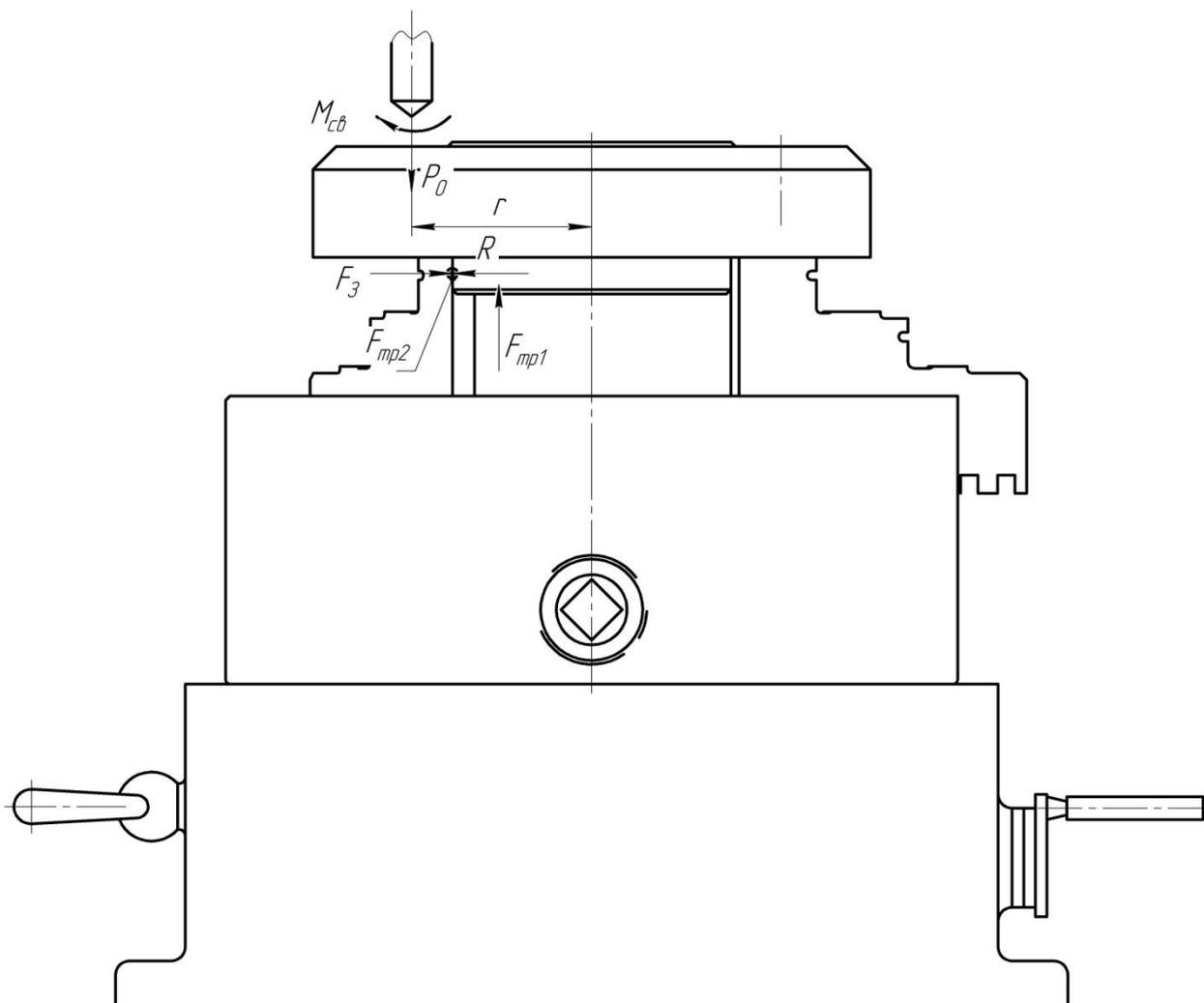


рис.2.1 Расчетная схема приспособления

Расчет прочности затвора будет производиться в соответствии с условием перезагрузки груза в виде сбойной операции:  $k \cdot M_{св} \leq 3M_{тр}$ ,

где  $M_{св}$  - момент, пытающийся повернуть заготовку;

$k$  – коэффициент запаса.

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5,$$

Указанные коэффициенты принимаем из [6, стр 117]:

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

$K_1$  – Коэффициент увеличения силы резания из-за случайного

нагрева обрабатываемой поверхности тюка: черная поверхность  $K_1 = 1$ ;

$K_2$  Коэффициент увеличения силы резания за счет пассивации укупорочного средства (в соответствии с методом обработки и таблицей выбора ингредиентов материала):  $K_2 = 1,15$ ;

$K_3$  - Коэффициент учитывает увеличение силы резания при непрерывной резке: для непрерывной резки  $K_3 = 1$ ;

$K_4$  - Коэффициент состояния силы, создаваемой зажимным механизмом: для механизированного привода  $K_4 = 1,3$ ;

$K_5$  - Характеристика коэффициента немеханического зажимного механизма (удобство позиционирования зажимного тела):  $K_5 = 1$  коэффициент  $K_6$  вводится только в момент попытки вращения заряда, при этом хорошая поверхность установлена на постоянной опоре.

Таким образом  $k = 2,2$ .

если  $k < 2,5$ , то принимаем  $k = 2,5$ .

$M_{тр}$  – момент силы импульса при вращении тюка.

определяется как сила трения, умноженная на соответствующее плечо.

$$k \cdot M_{св} \leq 3 \cdot F_{тр2} \cdot r,$$

где  $r$  - расстояние от оси отверстия до оси детали.

После подстановки выражения для силы трения  $F_{тр2} = F_3 \cdot f$ ,

где  $f$  – коэффициент трения на поверхностях кулачков;  $f=0,3$

окончательно получим формулу для расчета силы закрепления:

$$F_3 = \frac{2 \cdot k \cdot M_{CB}}{3 \cdot f \cdot r} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 51,77}{3 \cdot 0,3 \cdot 0,0775} = 3711H$$

$F_3 = 3711H$  - для одного кулачка.

При заданном зажимном усилии на кулачке усилие на руке ключа зависит от переднего отношения и эффективности патрона. Для трехкулачкового патрона потребную силу на рукоятке ключа можно найти по формуле:

$$Q = F_3 \cdot k$$

где  $Q$  – сила на рукоятке ключа.

$k$  – коэффициент, учитывающий номер передачи и эффективность механизма патрона, а также длину ручки ключа. Значение коэффициента  $k$  берется из таб. 1, [3];  $k=0,017$

определяем силу на рукоятке ключа:

$$Q = F_3 \cdot k = 3711 \cdot 0,017 = 63H$$

## 2.2 Расчет приспособления на точность

Погрешность рассчитываем для лимитирующего параметра. В данном случае это размер  $90 \pm \frac{IT14}{2}$  (расстояние между осями отверстий)

Допустимую погрешность приспособления определим по формуле

[2, стр 63]:

0

Здесь  $[\varepsilon_{\text{пр}}]$  - допустимая погрешность приспособления;

$T_A$  - допуск на выполняемый операционный размер;

$K_T$  - коэф., учитывающий отклонение рассеяния значений от закона нормального распределения ( $K_T = 1 \dots 1,2$ );

0 - погрешность метода обработки;

$\varepsilon_H$  - погрешность настройки приспособления;

$\varepsilon_{\text{др}}$  - другие погрешности.

Из таб. 2.7 и таб. 2.8 [2] определяем указанные погрешности и получаем:

Фактическая погрешность приспособления:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \varepsilon_{\text{нб}} + \varepsilon_3 + \varepsilon_{\text{изн}} + \varepsilon_{\text{изг}} + \varepsilon_{\text{см}} + \varepsilon_{\text{ус}} ,$$

Где  $\varepsilon_{\text{нб}}$  - погрешность несовмещения измерительной и технологической баз;

$\varepsilon_3$  - погрешность интенсивность отказов крепления крепления;;

$\varepsilon_{\text{изн}}$  -процветание за счет износа базовых элементов

$\varepsilon_{\text{изг}}$  -допустимость изготовления деталей инструмента;

$\varepsilon_{\text{см}}$  -неисправность из-за смещения инструмента, эта ошибка учитывается, только если инструмент имеет направляющие инструменты в приводной гильзе в приводной гильзе.

$\varepsilon_{yc}$  – интенсивность отказов установки устройства на столе станка.

Принимая во внимание тот факт, что эти ошибки относятся как к систематическим, так и к случайным переменным, выражение примет следующий вид:

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{k_1 \varepsilon_{нб}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{см}^2 + \varepsilon_{изн} + \varepsilon_{изг} + \varepsilon_{yc}} ,$$

Где  $k_1$  - коэф. Ущерб из-за того, что фактический размер установленного радара равен заданному значению(в расчетах рекомендуется принимать  $k_1 = 0,8...0,85$ ).

Из [2] определяем указанные погрешности и получаем:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{пр} &= \sqrt{k_1 \varepsilon_{нб}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{изн} + \varepsilon_{изг} + \varepsilon_{yc}} = \\ &= \sqrt{0,8 * 0,1^2 + 0,07^2 + 0,007 + 0,13 + 0,01} = 0,29 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Так как  $[\varepsilon_{пр}] > \varepsilon_{пр}$ , Исключительно, устройство было разработано правильно и может использоваться в процессе бурения.

### 2.3 описание работы приспособления

Приспосоюление используется для точной установки и надежной фиксации заготовки «центр», при сверлении 2 отверстий с резьбой в них

,

Закрепление заготовки происходит в трехкулачковом патроне 1.

Центрирование осуществляется путем установки диаметра. Зажим

осуществляется вручную путем завинчивания винта в центре картриджа. Усилие передается от винта через диск с архимедовой катушкой к зажимным патронам, которые фиксируют заготовку. Поверхность основания заготовки соприкасается с установочными поверхностями устройства.

Трехкулачковый патрон с заготовкой, установленной на поворотном столе. При повороте ручки 22 приводной вал 11 вращается, затем через шестерню 23 и колесо 15 передается вращение на ведомый вал 10, который соединен с лицевой панелью 21. Количество зубьев шестерни и колеса выбирается таким образом, чтобы при Вы поворачиваете ручку 22 на один оборот, включается лицевая панель 21. Фиксация положения планшайбы 22 осуществляется защелкой 2.

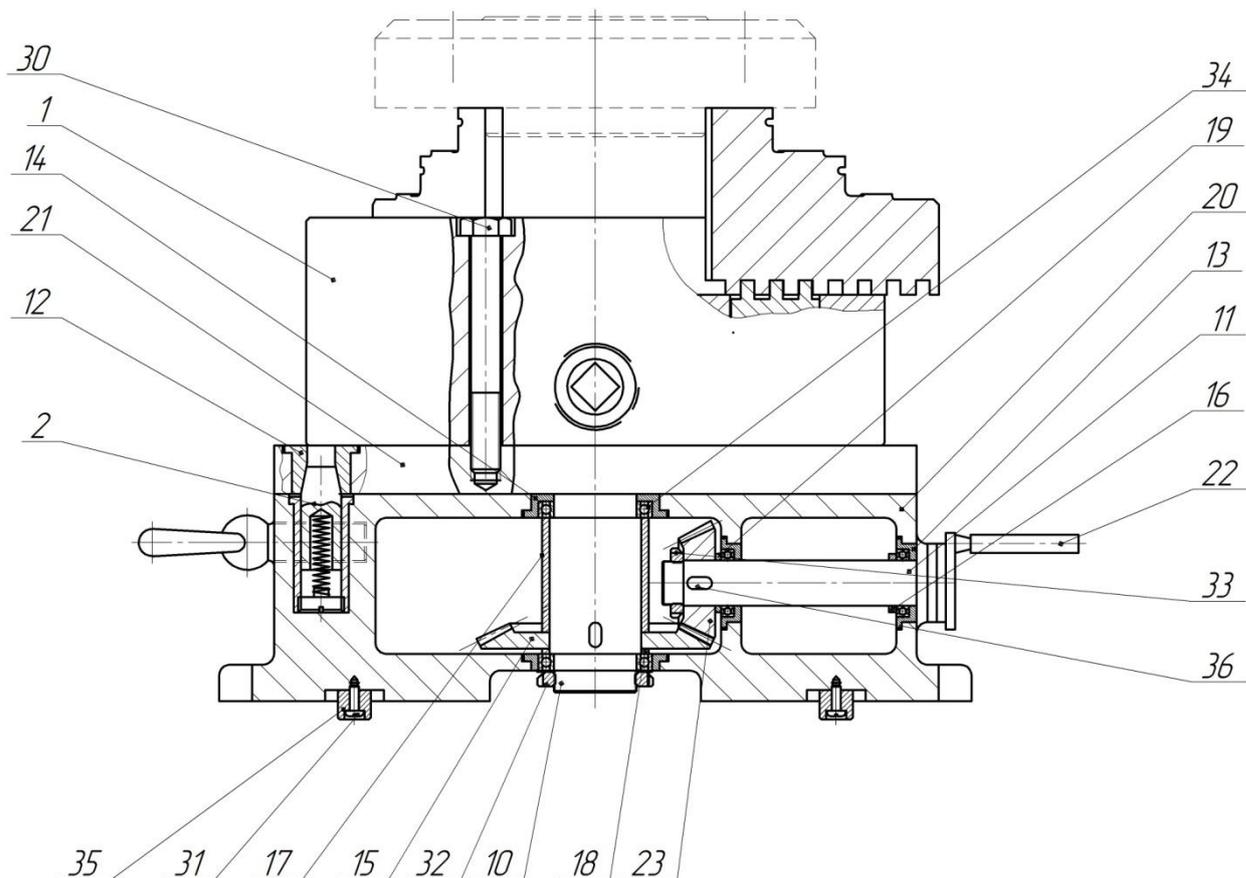


Рис. Приспособление для сверления 16 отверстий.

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «диск», при сверлении 2 отверстий с нарезанием резьбы в них (рис. 2.2).

Закрепление заготовки происходит в трехкулачковом патроне 1. Центрирование осуществляется установкой по диаметру  $120_{-0,87}$ . Зажим осуществляется вручную завинчиванием винта в центре патрона. Усилия передается от винта через диск с архимедовой спиралью к кулачкам патрона, которые фиксируют заготовку. Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

Трехкулачковый патрон с заготовкой установлен на поворотный стол. При повороте рукоятки 22, вращается ведущий вал 11, далее через шестерню 23 и колесо 15 передается вращение на ведомый вал 10, который соединен с планшайбой 21. Число зубьев шестерни и колеса подобрано таким образом, что при повороте рукоятки 22 на один оборот, планшайба 21 повернется на  $180^\circ$ . Фиксация положения планшайбы 22 осуществляется фиксатором 2.

### **3.Безопасность и экологичность проекта**

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л51	Цяо Ян

<b>Школа</b>	ИШНПТ	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Материаловедение
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

<b>Разработка технологии изготовления детали «центр»</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования детали центра рабочая зона-участок цеха область применения:автоматизация технологического процесса
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ
<b>2. Производственная безопасность:</b> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	Оценка рабочего места наличие вредных факторов. Действие фактора на организм на человека.+ Приведение допустимых норм ссылкой на соответствующий с нормативно-технический документ.е Предлагаемые методы воздействия вредных- снижения факторов.е Оценка помещения по электробезопасности. Меры по защите от поражения .

<b>3. Экологическая безопасность:</b>	В данном разделе производится анализ влияния производственных факторов на окружающую среду и защищать окружающую среду..
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Оценка пожарной опасности помещения. План эвакуации.

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
158Л51	Цяо Ян		

## Введение

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-технолога, и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления.

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т.е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

Длительная работа на компьютере может отрицательно воздействовать на здоровье человека. Монитор персонального компьютера, является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2Гц...400кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; инфракрасного излучения; излучения видимого диапазона.

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

Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охранен труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

### **3.2 Производственная безопасность**

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут

возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы.

Таблица 1 - Возможные опасные и вредные факторы

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

### 3.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используются защитные мероприятия:

- организация принудительного воздухообмена в соответствии с требованиями нормативных документов (кондиционирование, тепловые завесы);
- компенсация неблагоприятного воздействия одного показателя микроклимата изменением другого;

При полном выполнении мероприятий, приведенных в таблице 14, на СТО обеспечиваются безопасные условия для проведения работ, исключая вредные воздействия на персонал.

### Освещение.

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ:

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;
- обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- более длительный срок службы.

Помещение имеет размеры: длина  $A=4\text{м}$ , ширина  $B=3\text{м}$ , высота  $H=3,5\text{м}$ .

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_p = 0,9\text{ м}$  - высота рабочей поверхности над полом [Должностная инструкция инженера-технолога, п. II];

$h = h_n - h_p$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами.

Оптимальное расстояние  $l$  от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным  $L/3$ .

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

$H=3,5$  м;  $h_c=0,5$  м;  $h_n=3$  м.

Найдем расчетную высоту:  $h = h_n - h_p = 3 - 0,9 = 2,1$  м.

Расстояние между светильниками  $L$  определяется как:

$$L = \lambda \cdot h$$

$$L = 1,1 \cdot 2,1 = 2,3 \text{ м}$$

$$L/3 = 0,7 \text{ м}$$

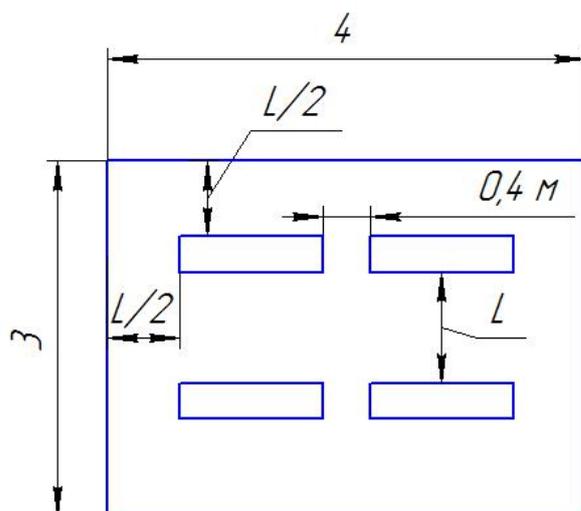


Рис.1. План размещения светильников с люминесцентными лампами.

Размещаем светильники в два ряда. В ряду можно установить 2 светильников типа ПВЛ мощностью 40 Вт (с размерами  $1,23 \times 0,266 \times 0,158$ ), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 0,4 м. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $n = 8$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A+B)$$

Подставим значения:

$$i=12/2,1*(4+3)=0,8$$

Расчет общего равномерного освещения.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K \cdot Z / n \cdot \eta,$$

где  $E_n$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

$E_n=300$  лк; (работа высокой точности, светлый фон, разряд зрительной работы III)

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли

$K=1,5$ ;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp} / E_{min}$ .

Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$n$  – число ламп;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_n$ .

Определяем световой поток ламп:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 12 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,22} \approx 3375 \text{ Лм}$$

Рассчитав световой поток  $\Phi$ , зная тип лампы, по таблице 7 [10] выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы.

Ближайшая стандартная лампа – ЛБ потоком 3200 Лм.

Основные характеристики:

Мощность- 40 Вт;

Напряжение сети-220В;

Определяем электрическую мощность осветительной установки.

$$P = 40 \cdot 8 = 320 \text{ Вт}$$

Проверка:

Сделаем проверку произведенных расчетов, используя формулу

$$0.9 \cdot E_H < E_{\text{расч}} < 1.2 \cdot E_H$$

Найдем  $E_{\text{расч}}$ :

$$E_{\text{расч}} = \Phi \cdot n \cdot \eta / S \cdot K \cdot Z,$$

$$E_{\text{расч}} = 3200 \cdot 8 \cdot 0.22 / 12 \cdot 1.5 \cdot 1.1 = 284 \text{лк.}$$

Таким образом, получается, что данные расчеты произведены, верно, условие  $0.9 \cdot E_H < E_{\text{расч}} < 1.2 \cdot E_H$  выполняется  $270 < 284 < 360$ .

### ***3.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)***

Методы защиты работников от влияния вредных и опасных факторов в силу их большого разнообразия также многочисленны. Несмотря на это, методы защиты работников могут быть классифицированы по определенным принципам, и один и тот же метод может служить для защиты работников одновременно от нескольких вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

1. Нормализация условий труда: Сущность этого метода состоит в проведении организационных, технических и иных мероприятий, направленных на снижение уровня факторов, вызывающих риск повреждения здоровья, и

приведение значений вредных и опасных производственных факторов к нормированным величинам. На основе идентификации опасностей и вредностей и определения значений факторов производственной среды в процессе аттестации рабочих мест по условиям труда намечается и реализуется план мероприятий по охране труда, в который, в частности, включается:

- совершенствование технологических процессов с целью уменьшения вредных выбросов, шума, вибрации и т.п.;
- модернизация или замена оборудования, не удовлетворяющего современным требованиям безопасности труда и санитарно-гигиенических нормативов;

2. Защита расстоянием: Данный метод защиты заключается в том, чтобы по возможности устранить зоны пересечения гомосферы (пространство, в котором действует человек) и ноксосферы (пространство, в котором возможно проявление опасных и вредных производственных факторов). Достигается это путем:

- ограждения опасных зон с целью создания физической преграды, предотвращающей приближение человека к источнику опасности, устраняющей возможность захвата одежды или частей тела движущимися элементами оборудования, ожога от нагретых поверхностей и т.п.;
- удаления операторов из опасных зон с помощью автоматизации работы оборудования, применения дистанционного управления, роботов и манипуляторов;
- нормирования минимально допустимых расстояний между оператором и источником повышенной опасности и др.

### **3.5 Экологическая безопасность:**

#### **3.5.1 Защита атмосферы**

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

- экологизацию технологических процессов;

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

### **3.5.2 Защита гидросферы**

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

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

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

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

### **3.5.3 Защита литосферы**

Общая характеристика.

Различают природные и антропогенные загрязнения почвы. Природный загрязнение почв в результате естественных процессов в биосфере, произошел без вмешательства человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ, которые происходят гидросферы, атмосферы, гидросферы или литосферы, например, из-за выветривания горных пород или осадков в виде дождя или снега, зачистки грязная материалов в атмосферу.

Наиболее опасные природные экосистемы и человека антропогенного загрязнения почвы, особенно техногенного человеческого происхождения. Наиболее распространенными загрязнителями называется удобрения, пестициды, тяжелые металлы и других веществ из промышленных источников. Источники загрязняющих веществ в почве. Можно выделить следующие основные типы источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов от промышленных источников;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

### 3.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

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

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

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

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

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

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

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

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

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под

напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

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

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

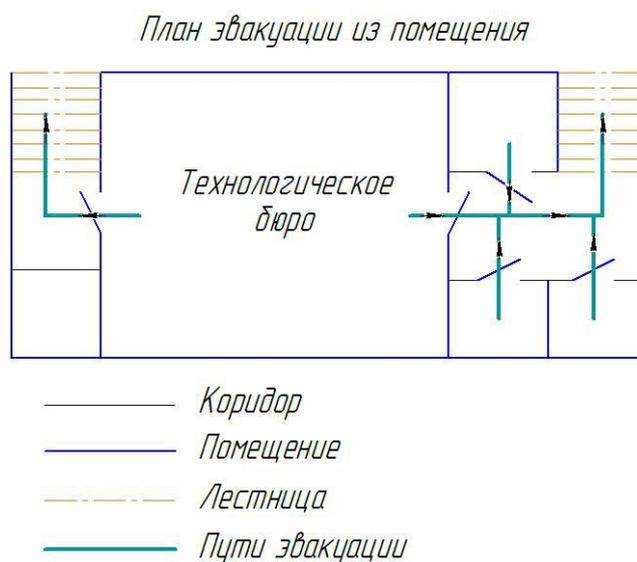


Рис 3. План эвакуации.

**Вывод:** рассмотрены вредные и опасные факторы на стадиях разработки, изготовления и эксплуатации, существует следующий вредные факторы: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности, пожарная безопасность. В лаборатории могут происходить различные несчастные случаи, которые могут серьезно угрожать жизни людей. Мы должны принять различные системы предотвращения, чтобы минимизировать риск внезапных ситуаций, таких как: предотвратить пожары, наводнения В случае чрезвычайной ситуации, система противопожарной защиты, водонепроницаемые меры и система молниезащиты могут быть приняты. В чрезвычайной ситуации особое внимание следует уделить правильному размещению химических и радиоактивных материалов.

## **4.Экономическая часть**

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л51	Цяо Ян

<b>Школа</b>	ИШНПТ	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Материаловедение
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.0.01 Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Информационные: литературы (из библиотеки) Материально-технические ресурсы: компьютер (35000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/КВт).
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

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

<i>1. Анализ конкурентных технических решений</i>	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ
<i>2. Планирование проекта</i>	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта
<i>3. Формирование бюджета на затраты проекта</i>	Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплаты, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
<i>4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

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

1. Многоугольник конкурентоспособности
2. Матрица SWOT
3. Дерево целей
4. График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Цяо Ян		

## ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 4.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентоспособных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешно противостоять конкурентам. При проведении этого анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого была составлена оценочная карта (таблица 8.1.1).

✓ Объектом анализа являются параметры источников вибрации различных предприятий.

✓ Методология оценки конкурентоспособности:

✓ E Определить критерии конкурентоспособности, которые будут оцениваться

✓ Raft Составить оценочную таблицу «Оценка конкурентоспособности экспертом» (таблица 8.1.1).

✓ Определить оценочную шкалу факторов конкурентоспособности (1-10-балльная шкала)

✓ Es Опишите, на каком основании будет присвоен тот или иной балл

✓ Определить примерную шкалу фактора значимости (1-5-балльная шкала)

✓ Es Опишите, на каком основании будет присвоен тот или иной

балл

✓ LaseУстановите баллы для всех факторов и факторов важности.

✓ AI Рассчитать весовой коэффициент для каждого фактора

✓ Ulti Умножьте полученные веса на оценку эксперта (от 1 до 10), и сумма полученных значений даст итоговую оценку эксперта.

✓ По результатам расчетов сделайте выводы и постройте полигон конкурентоспособности (рисунок 8.1.1)Таблица 8.1.1 –

#### Оценка конкурентоспособности

№ п/п	Товары конкуренты	Факторы конкурентоспособности товаров						Итоговая оценка
		Цена	Время сраба-тыв ания	Частот-ный диапазон	Обслу-жи вание	Масса	Дизайн	
1	Механизи-ров анный молот	9/1,8	7/1.2	4/1	8/1	10/1	4/1	7
2	«ЭДИС-Титан»	6/0,96	5/1	6/1,2	6/1,2	6/0,96	8/0,64	6,16
3	Проект	5/0,8	9/1,8	10/2	6/1,2	8/1,28	6/0,48	7,33
	$b_j$	4	5	5	5	4	2	25
	$w_j$	0,16	0,2	0,2	0,2	0,16	0,08	-

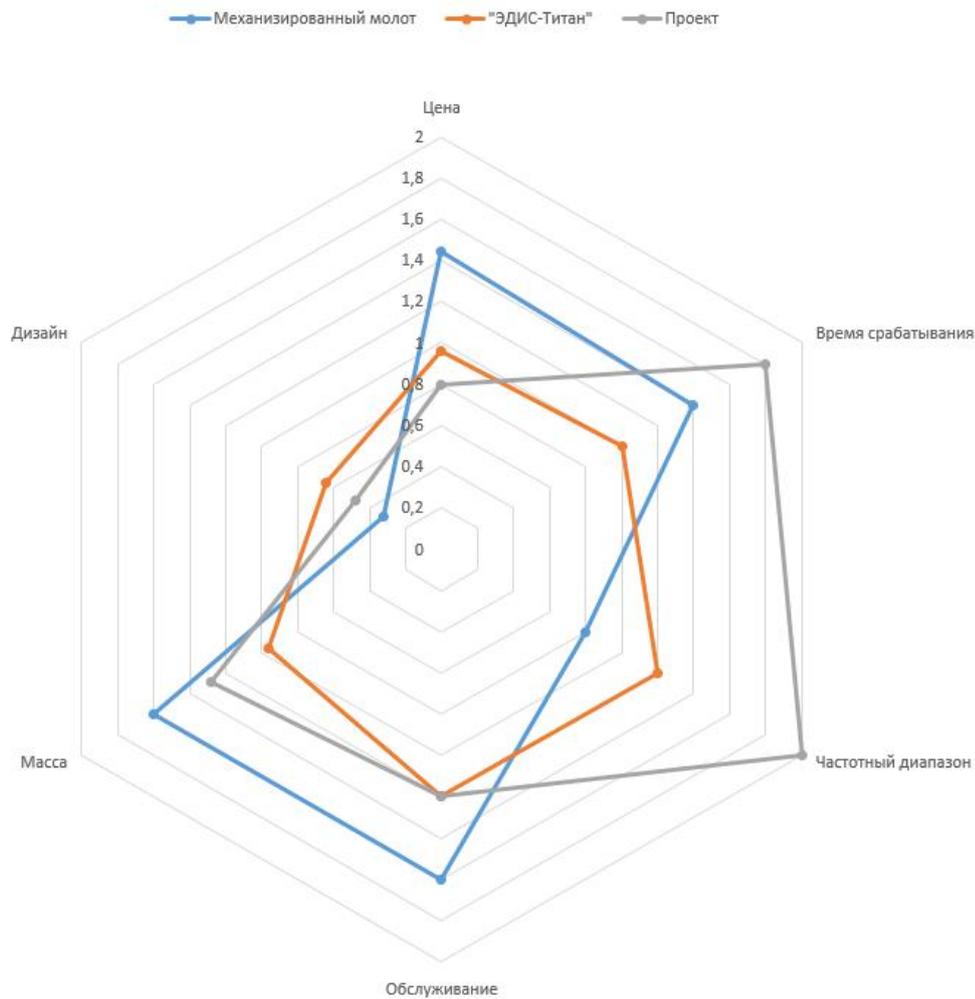


Рисунок 8.1.1 – Многоугольник конкурентоспособности

В ходе оценки конкурентоспособности проекта было выявлено, что проект уступает продуктам некоторых конкурентов по техническим характеристикам (масса, сервис, цена, дизайн), но имеет свои преимущества перед ними (частотный диапазон, время отклика). В целом, проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями вибрационных устройств.

## 4.2 SWOT-анализ проекта

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта, как во внутренней, так и во внешней среде, используется SWOT-матрица (таблица 4.2.1).

Задача SWOT-анализа - дать структурированное описание ситуации, в отношении которой вам необходимо принять решение. Сделанные из этого выводы носят описательный характер без рекомендаций и определения приоритетов.

Таблица 4.2.1 – SWOT-анализ проекта

	Внутренние факторы		
	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:	
<b>Внешние факторы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Малые габариты</li> <li>2. Настраиваемый частотный диапазон</li> <li>3. Развертывание на любой местности</li> <li>4. Получение высокой прибыли</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трудность в обслуживании</li> <li>2. Сложность изготовления комплектующих деталей</li> <li>3. Затраты на изготовление</li> </ol>	
	<p><b>Возможности:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие аналогов</li> <li>2. Новые технологии сейсморазведки</li> <li>3. Отсутствие выброса в окружающую среду вредных веществ</li> </ol>	<p>Получение новейшего, экологичного, высококачественного оборудования для сейсморазведки</p>	<p>Трудозатратное, дорогостоящее виброустройство с использованием новых технологий</p>
	<p><b>Угрозы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Малый спрос</li> <li>2. Узкоспециализированное направление</li> </ol>	<p>Высокая конкуренция нивелируется сильными сторонами устройства</p>	<p>Ввиду трудозатратности в обслуживании проекта может наблюдаться низкий спрос</p>

Поле СИВ (пересечение сильных сторон и возможностей) показывает,

какие сильные стороны необходимо использовать, чтобы получить отдачу от возможностей во внешней среде.

Поле СЛВ (пересечение слабых сторон и возможностей) показывает среду, в которой организация может преодолеть существующие слабости.

Поле СИУ (пересечение сильных сторон и угроз) показывает, какие силы необходимо использовать для устранения угроз.

Поле СЛН (пересечение слабых сторон и угроз) показывает, какие недостатки необходимо устранить, чтобы попытаться предотвратить надвигающуюся угрозу.

Эти рекомендации по использованию SWOT-анализа позволяют не только выявить основные недостатки проекта, но и выявить сильные стороны, которые могут повлиять на их возможное устранение, повышая конкурентоспособность проекта.

### **4.3 Планирование проекта**

График работы позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать зарплату сотрудникам, а также гарантирует выполнение проекта в срок.

Составим дерево целей проекта, учитывая все этапы работ, входящие в его реализацию (рисунок 4.3.1).

Проведение  
расчетов

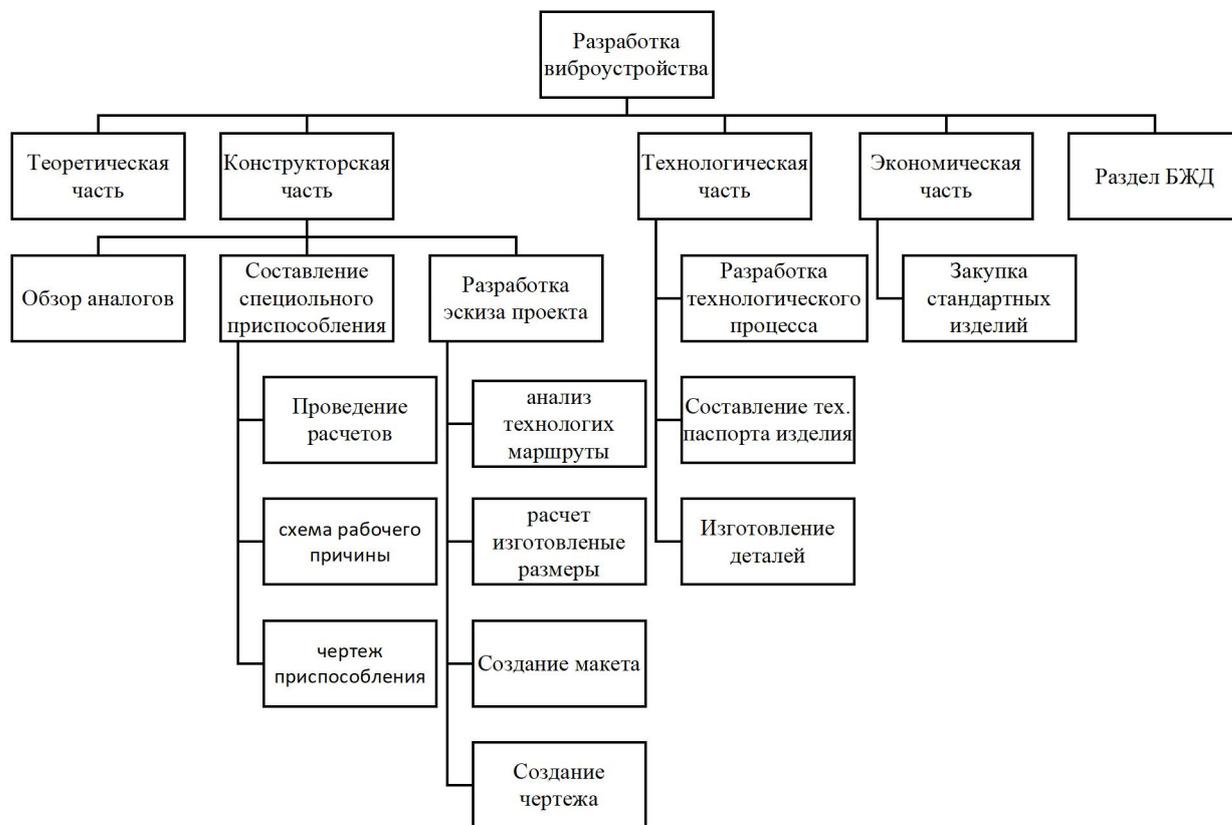


Рисунок 4.3.1 – Дерево целей

На основании дерева целей проекта составим табличную модель, определим основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения (таблица 4.3.1).

В данной работе проектная организация состоит из четырех типов сотрудников: менеджер, конструктор, технолог и рабочие.

Таблица 4.3.1 – Работы при реализации проекта

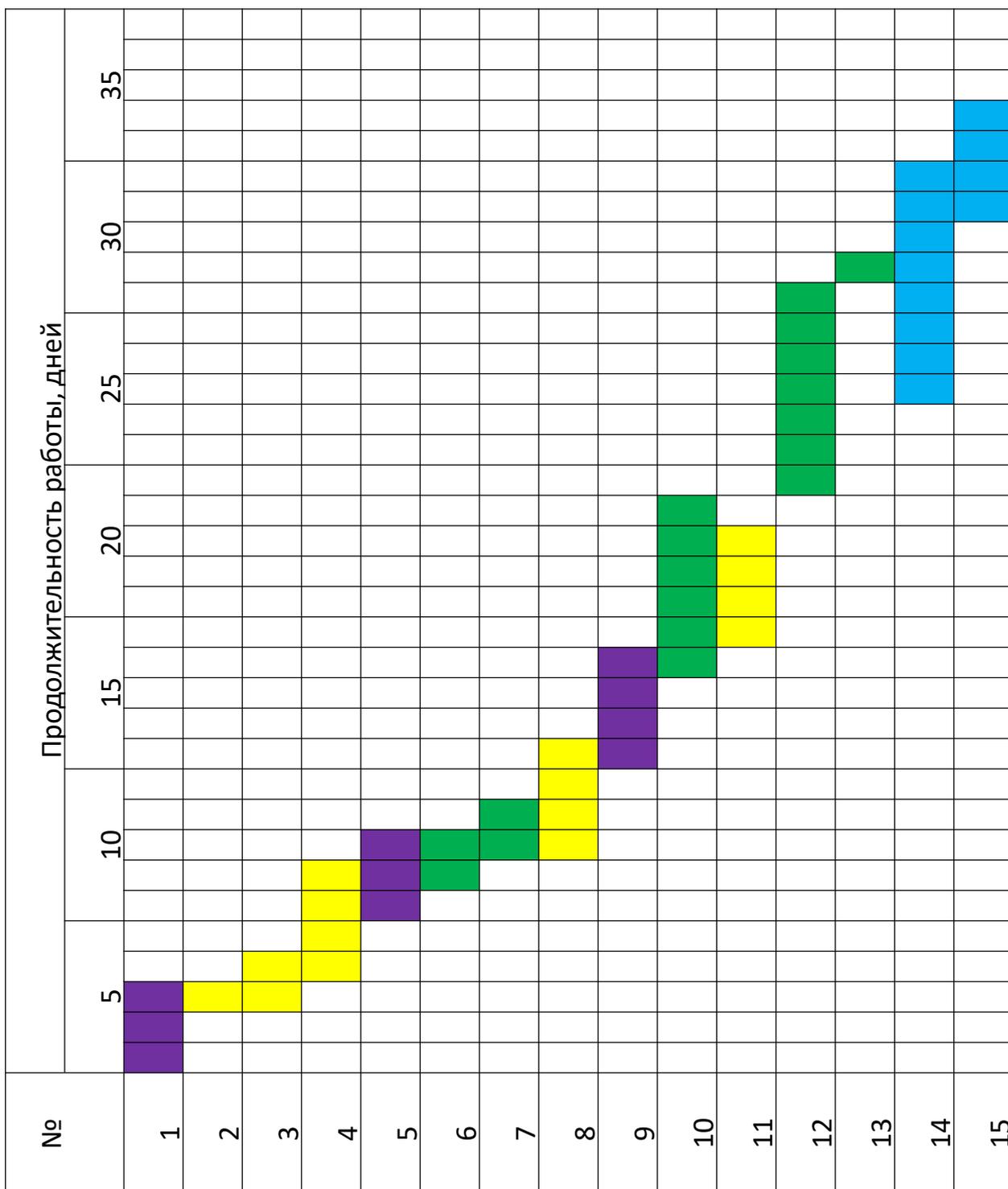
Номер	Наименование	Продолжительность, дней	Ресурсы
1	Обзор аналогов	4	Менеджер
2	Составление специального приспособления	3	Конструктор
3	Разработка технологического процесса	3	Конструктор
4	расчет изготовленные размеры	3	Конструктор
5	Экономическая часть	3	Менеджер
6	БЖД	2	Технолог
7	Создание чертежа	2	Технолог
8	Окончательное моделирование	4	Конструктор
9	Закупка стандартных изделий	4	Менеджер
10	Создание макета	5	Технолог
11	Составление КД	4	Конструктор

12	Составление тех. процесса	7	Технолог
13	Составление тех. паспорта	1	Технолог
14	Изготовление деталей	2	Рабочие
15	Сборка	4	Рабочие
16	Проведение расчетов	2	Рабочие
17	схема рабочего причины	1	Рабочие

На основе скомпилированной табличной модели строится диаграмма Ганта (таблица 4.3.2).

Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальную ленточную диаграмму, на которой работа над разрабатываемым проектом представлена длинными сегментами, характеризующимися датами начала и окончания работы.

Таблица 4.3.2 – График Ганта



	Менеджер
	Конструктор

	Технолог
	Рабочие

По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 32 дня.

#### **4.4 Бюджет затрат на реализацию проекта**

При планировании бюджета необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- материальные затраты проекта;
- основная и дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

##### **4.4.1 Расчет материальных затрат проекта**

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

Таблица 4.4.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы $Z_m$ , руб
Краска для принтера	шт.	1	550	550
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	110	220
Ручка шариковая	шт.	10	25	250
Карандаш чертежный	шт.	4	20	80
Гидроцилиндр	шт.	2	8000	16000
Рукав высокого давления	шт.	2	500	500
Мотор	шт.	2	12000	24000
Гидронасос	шт.	2	10000	20000
Гидромотор	шт.	1	15000	15000
Генератор колебаний	шт.	1	20000	20000
Гидропневмоаккумуляторы	шт.	2	6000	12000
Предохранительный клапан	шт.	3	5000	15000
Распределитель	шт.	1	3500	3500
Трехходовой кран	шт.	1	500	500
Муфта	шт.	3	200	600
Дроссель	шт.	1	5000	5000
Датчик давления	шт.	3	500	1500
Вентиль	шт.	5	400	2000
Гидробак	шт.	2	2500	5000
Труба	м	10	150	1500
Крепеж, фитинги	шт.	20	100	2000
Сталь	кг	35	120	4200
Трос	м	3	130	390
чертежи	шт	12	40	480

Итого, руб	150270
------------	--------

В сумме материальные затраты составили 152375 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

#### 4.4.2 Заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату  $Z_{\text{осн}}$  и дополнительную заработную плату  $Z_{\text{доп}}$ :

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от  $Z_{\text{осн}}$ .

Основная заработная плата работника:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

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

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

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где  $Z_{TC}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

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

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

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

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

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

Расчет заработной платы конструктора (пятидневная рабочая неделя):

$$\begin{aligned} Z_M &= Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 \\ &= 35100 \text{ руб.;} \end{aligned}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{35100 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1755 \text{ руб.};$$

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

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

Расчет заработной платы технолога (пятидневная рабочая

неделя):

$$\begin{aligned} Z_M &= Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 19000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 \\ &= 37050 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{37050 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1852,5 \text{ руб.};$$

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

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

Расчет заработной платы менеджера (пятидневная рабочая

неделя):

$$\begin{aligned} Z_M &= Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 20000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 \\ &= 39000 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{39000 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1950 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1950 \cdot 10 = 19500 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 19500 = 2632,5 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы рабочего (шестидневная рабочая

неделя):

$$\begin{aligned} Z_M &= Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 15000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 \\ &= 29250 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{29250 \cdot 10}{365 - 117 - 56} = 1523,44 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1523,44 \cdot 10 = 15234,4 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 15234,4 = 2056,6 \text{ руб.}$$

Таблица 4.4.2.1 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{ТС}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_{р}$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.	$k_{д}$	$Z_{доп}$ , руб.	Итого, руб.
Конструктор	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1755	13	22815	0,135	3080	25895
Технолог	19000				37050	1852,5	17	31495,5		4251,5	35747
Менеджер	20000				39000	1950	10	19500		2632,5	22132,5
Рабочий	15000				29250	1523,44	10	15234,4		2056,6	17291

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

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

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

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

Таблица 4.4.3.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
---------------------	---------------------------------	---------------------------------------

Конструктор	22815	3080
Технолог	31495,5	4251,5
Менеджер	19500	2632,5
Рабочий	15234,4	2056,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Конструктор	7768,5	
Технолог	10724,1	
Менеджер	6639,8	
Рабочий	5187,3	

#### 4.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

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

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

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

$$Z_{\text{нак}} = (152375 + 101065,5 + 30319,7) \cdot 0,16 = 45401,63 \text{ руб.}$$

#### 4.5 Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 8.5.1.

Таблица 4.5.1 – Бюджет затрат на проектирование заочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	152375	46,29
2. Затраты по основной зарплате	89044,9	27,05
3. Затраты по дополнительной зарплате	12020,6	3,65
4. Отчисления во внебюджетные фонды	30319,7	9,21
5. Накладные расходы	45401,63	13,79
Бюджет затрат на проектирование	329161,83	100

Бюджет всех затрат проекта равен 329161,83 *рублей*.  
 Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (46,29 %).

#### 4.6 Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

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

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

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

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

Таблица 4.6.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

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

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

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

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

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 32 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 329161,83 рублей.

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

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

## Список литературы

1. ГОСТ 15.101-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ [Текст]. - Введ. 2000-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.

2. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.

3. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.

4. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.

5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.

6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.

7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа

технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. -90 с.

8. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.

9. Юдин Е.Я. , Борисов Л.А. Справочник. Борьба с шумом на производстве – М.: Машиностроение, 1985.-400., ил.

10.Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 15 с.