

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

Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Отделение материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологии изготовления цилиндра М18х1,5

УДК 621.81-222:621.91

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Ши Цзянань		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шибинский К.Г.	к.т.н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова К.А.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	к.м.н		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2018 г.



Планируемые результаты обучения по программе

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

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение



высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа	<b>ишнпт</b>
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Отделение	Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Ефремееков Е.А.

(Подпись) (Дата)

(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л41	Ши Цзянань

Тема работы:

**Разработка технологии изготовления цилиндра М18х1,5**

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова К.А.
Социальная ответственность	Штейнле А.В.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

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

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Шибинский К.Г.	Кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
158Л41	Ши Цзянань		

## Реферат

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии изготовления цилиндра М18х1,5». Объём дипломной работы: 142 страницы, на которых размещены 36 рисунков и 12 таблиц. При написании диплома использовалось 5 источников. Ключевые слова: цилиндр, технологический размер, технологический процесс, приспособление, проверка.

Цель работы: разработка технологии изготовления детали «Цилиндр». В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчет режимов резания, расчет норм времени, конструирование оснастки, анализ полученных результатов.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям производства.

Введение.....	8
1. Технологическая часть .....	10
1.1 Исходные данные.....	10
1.2 Анализ технологичности конструкции детали .....	11
1.3 Определение типа производства .....	12
1.4 Выбор исходной заготовки .....	13
1.5 Составление маршрута обработки .....	14
1.5.1 Маршрут обработки.....	14
1.5.2 Граф-дерево .....	21
1.5.3 Размерная схема .....	22
1.5.4 Допуски на конструкторские размеры.....	25
1.5.5 Допуски на технологические размеры.....	26
1.5.6 Расчет припусков .....	27
1.5.7 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров и расчёт технологических размеров .....	28
1.6 Выбор оборудования и технологической процесса.....	34
1.7 Расчет и назначение режимов обработки на операциях .....	37
1.8 Расчет основного времени для каждой операции и перехода.....	64
1.9 Определение штучно-калькуляционного времени.....	74
2. Конструкторский раздел.....	77
2.1 Техническое задание.....	77
2.2 Выбор базовой конструкции и описание приспособления.....	78
2.3 Определение необходимой силы зажима .....	80
3. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	85
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	124
Список литературы .....	142

## Введение

Машиностроение традиционно представляет собой ведущая отрасль экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствование технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.



Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Один из наиболее известных критериев представляет собой принцип постоянства баз. Маршрут должен быть рассчитан так, чтобы возможности оборудования были максимально использованы.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В курсовом проекте решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий мелкосерийного производства.

# 1. Технологическая часть

## 1.1 Исходные данные

Производительные технологические процессы изготовления цилиндра, представленного на рис. 1. Количество годовой программы — 10000 штук.

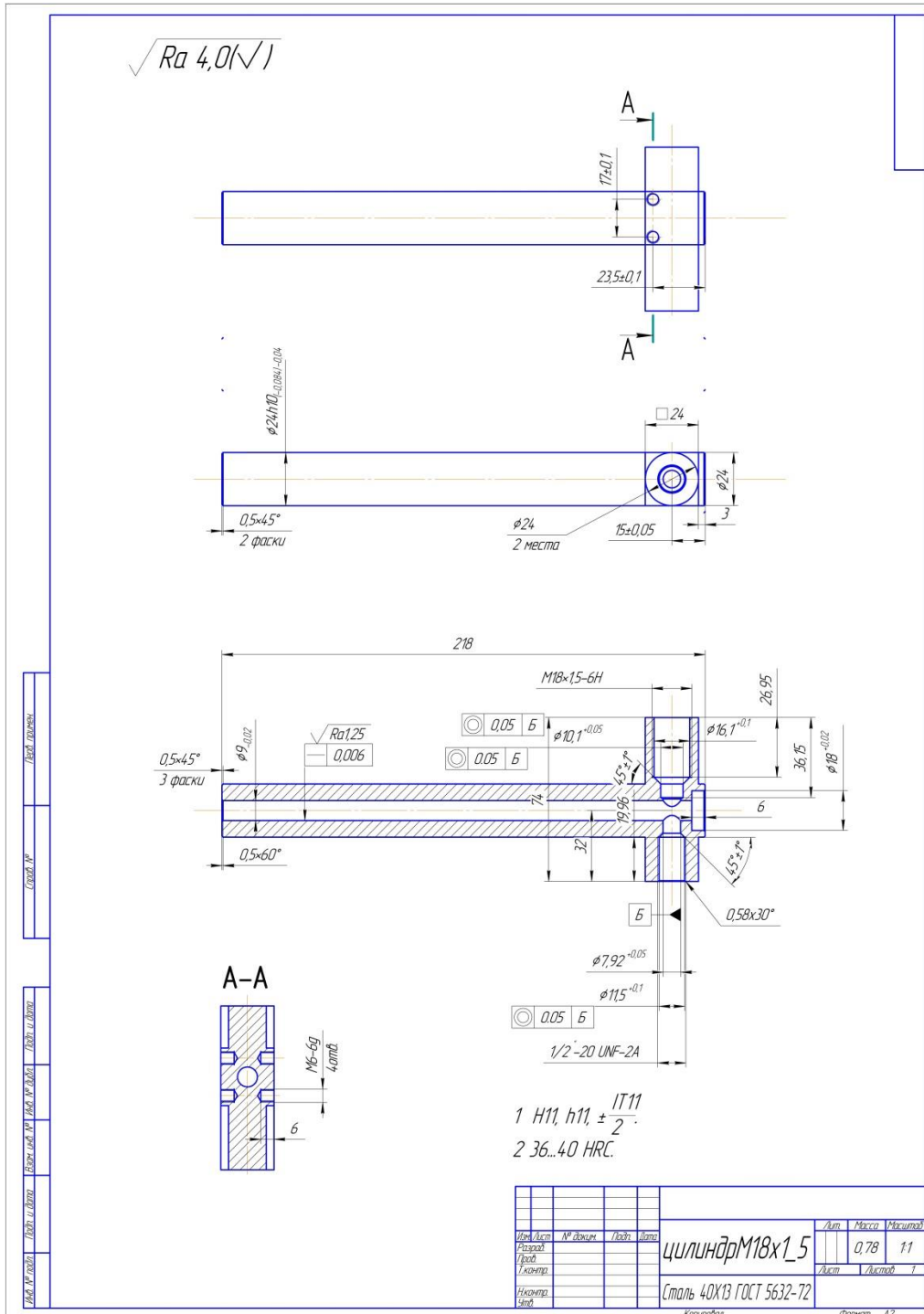


Рис. 1. Чертеж детали

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Детали-цилиндр. Наружный контур состоит из четырех цилиндров и одного куба  $\Phi 24$ ,  $\Phi 24$  мм, имеется отверстие с резьбой на кубе двух стороны М6, Внутренний контур состоит из одной ступени  $\Phi 18^{(+0,02)}$  мм ...  $\Phi 9_{(-0,02)}$  и трех ступени  $\Phi 16,1^{(+0,1)}$  ...  $\Phi 10,1^{(+0,05)}$  ...  $\Phi 7,92^{(+0,05)}$  ...  $\Phi 11,5^{(+0,1)}$ , еще двух резьбы М18,1/2".

Материал детали: сталь 40Х13 - это малолегированная сталь с содержанием углерода С=0,40%, хром Cr=13%, остальные материалы (кремний, марганец и пр.) до 0,8%. Марка стали 40Х13 обладает следующими характеристиками:

1. Имеет повышенную жаропрочность.
2. Устойчива к коррозии.
3. Считается не ржавеющим материалом.

Конструкционные стали применяют для изготовления различных деталей, частей машин, станков и других конструкций.

Деталь имеет габаритные размеры: 218x74x24 мм.

Самые точные поверхности:

- посадочный диаметр:  $\Phi 9_{(-0,02)}$  мм с шероховатостью Ra1,25;
- посадочный диаметр:  $\Phi 24h10_{(-0,084)}$  мм,

Остальные размеры выполняются по 11-му качеству, неуказанная шероховатость-Ra4,0.

Деталь имеет отклонения форм поверхность:

- допуск прямолинейности 0,006 мм,
- допуск соосности 0,05 мм.

Деталь подвергается термообработке – закалке до 36...40HRC.

Чертеж обрабатываемой детали имеет все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, размеры и сечения. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая

шероховатость обрабатываемых поверхностей. Указаны сведения о материале детали, термической обработке.

К недостаткам чертежа можно отнести неуказанную точность резьбы.

На основании этого будем считать данную деталь технологичной.

### 1.3 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [3, стр. 209]:

$$K_{зo} = \frac{t_d}{t_{шc}}$$

где  $t_d$  - такт выпуска детали,

$t_{шc}$  - среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется, как это отмечалось, по формуле

$$t_d = \frac{60\Phi_d}{N}, \text{ где } \Phi_d - \text{ Действительный годовой фонд времени работы}$$

оборудования, ч; N - годовой объем выпуска деталей. При двусменном режиме работы  $\Phi_d = 4015$  ч.

$$t_d = \frac{60 \cdot 4015}{10000} = 24,09$$

Для определения среднего штучного времени можно воспользоваться данными из существующего на производстве технологического процесса изготовления аналогичной детали или выполнить укрупненное нормирование разрабатываемого технологического процесса. Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{шc} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{ши}}{n},$$

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

n - число основных операций в технологическом процессе.

$$t_{ши} = \varphi_k * T_o \text{ [3, с.147.]}$$

где  $\varphi_k$  - значения коэффициента

$T_0$ -основное технологическое время,  $10^{-3}$  мин.

$$t_{шс} = \frac{1,67+3+0,32}{3} = 1,66$$

$$K_{30} = \frac{24,09}{1,66} = 14,5$$

Так как  $10 < K_{30} = 14,5 < 20$ , то тип производства среднесерийное.

#### **1.4 Выбор исходной заготовки**

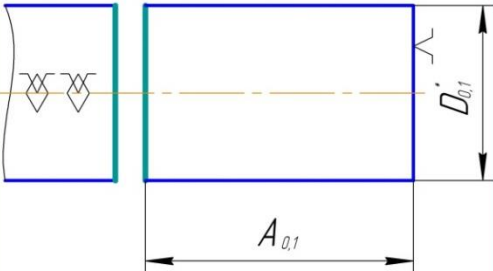
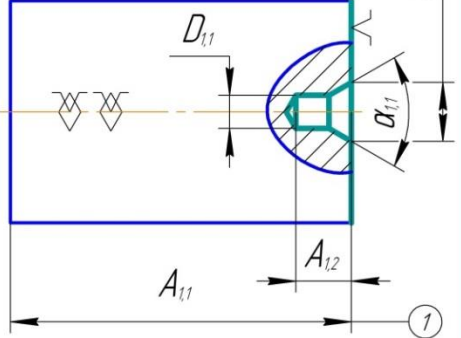
Очень существенное влияние на вид и метод получения исходной заготовки оказывает форма, размеры и масса детали. С увеличением размеров и массы детали арсенал возможных методов получения исходной заготовки сокращается. Так, стальной ступенчатый вал с диаметром наибольшей ступени 200 мм и общей длиной 2000 мм может быть изготовлен из круглого горячекатаного проката или из методом горячей штамповки. В значительной степени вид и метод получения исходной заготовки зависит от объема выпуска деталей (типа производства). С его увеличением экономически оправданным становится получение исходных заготовок, все в большей степени приближенных по форме и размерам к готовой детали. Для изготовления стальных ступенчатых валов средних размеров в единичном и мелкосерийном производствах широко используют круглый горячекатаный прокат, в крупносерийном и массовом производствах изготовление таких валов ведут обычно из заготовок, полученных горячей объемной штамповкой.

Чем в большей степени форма и размеры исходной заготовки приближаются к форме и размерам детали, тем дороже эта заготовка в изготовлении, но тем проще и дешевле её последующая обработка резанием и меньше расход материала.

В нашем варианте, мы выбрали круглый прокат.

# 1.5 Составление маршрута обработки

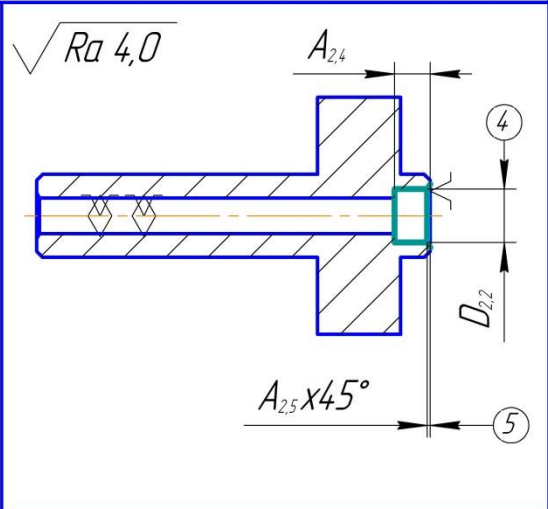
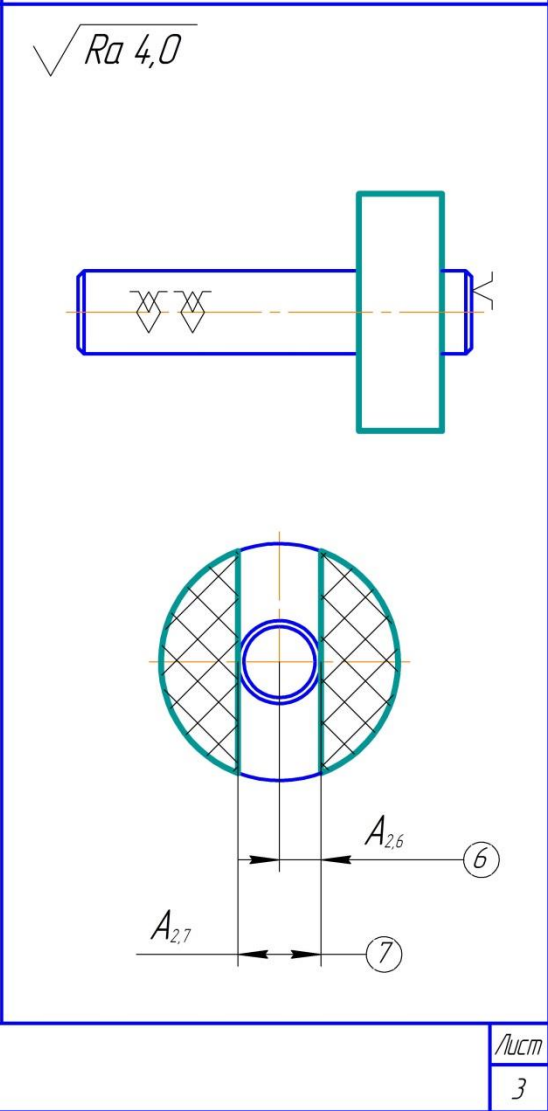
## 1.5.1 Маршрут обработки

Перв. примен.								
Справ. №	номер	наименование и содержание операций и переходов	операционный эскиз					
	операция							переход
Справ. №	0	Заготовительная	$\sqrt{Ra\ 4,0}$ 					
	A	установить и снять заготовку						
Справ. №	1	отрезать заготовку выдержав размер $A_{0,1}$						
	1	Токарная	$\sqrt{Ra\ 4,0}$ 					
Подп. и дата	A	Установить и снять заготовку						
	1	Подрезать торец, выдержав размер $A_{1,1}$						
Инв. № дробл.	2	Центровать торец 1, выдержав размеры $D_{11}, D_{12}, A_{12}$ и $\alpha_{11}$						
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
	Разраб.							1:1
Инв. № подл.	Проб.					Лист	1	Листов
	Т.контр.							11
Инв. № подл.	Н.контр.							
	Чтв.							
Копировал						Формат A4		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата	3	Сверлить отверстие 2, выдержав размер $D_{1,3}$	$\sqrt{Ra\ 4,0}$ 
					4	Снять фаску 3, выдержав размер $A_{1,3} \times 60^\circ$	
					5	Поджат центром	$\sqrt{Ra\ 4,0}$ 
6	Точить фаску 5, выдержав размер $A_{1,5} \times 45^\circ$						
2	A	Токарно-фрезерная	$\sqrt{Ra\ 4,0}$ 				
1	1	Установить и снять заготовку					
1	1	Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{2,1}$					
			2	Точить поверхность 2, выдержав размеры $D_{2,1}$ и $A_{2,2}$	$\sqrt{Ra\ 4,0}$ 		
			3	Точить фаску 3, выдержав размер $A_{2,3} \times 45^\circ$			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист
							2

Копировал

Формат А4

<table border="1"> <tr><td>Инв. № подл.</td></tr> <tr><td>Подп. и дата</td></tr> <tr><td>Взам. инв. №</td></tr> <tr><td>Инв. № д/дл.</td></tr> <tr><td>Подп. и дата</td></tr> </table>	Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № д/дл.	Подп. и дата	<p>4 Расточить отверстие 4, выдержав размеры <math>A_{2,4}</math> и <math>D_{2,2}</math></p> <p>5 Снять фаску 5, выдержав размер <math>A_{2,5} \times 60^\circ</math></p>	<p><math>\sqrt{Ra\ 4,0}</math></p> 													
	Инв. № подл.																			
Подп. и дата																				
Взам. инв. №																				
Инв. № д/дл.																				
Подп. и дата																				
<p>6 Фрезеровать поверхность 6, выдержав размер <math>A_{2,6}</math></p> <p>7 Фрезеровать поверхность 7, выдержав размер <math>A_{2,7}</math></p>	<p><math>\sqrt{Ra\ 4,0}</math></p> 																			
<table border="1"> <tr><td>Инв. № подл.</td></tr> <tr><td>Подп. и дата</td></tr> <tr><td>Взам. инв. №</td></tr> <tr><td>Инв. № д/дл.</td></tr> <tr><td>Подп. и дата</td></tr> </table>	Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № д/дл.	Подп. и дата	<table border="1"> <tr><td>Изм.</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						<p>Копировал</p> <p>Формат А4</p>	<table border="1"> <tr><td>Лист</td></tr> <tr><td>3</td></tr> </table>	Лист	3
Инв. № подл.																				
Подп. и дата																				
Взам. инв. №																				
Инв. № д/дл.																				
Подп. и дата																				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																
Лист																				
3																				



Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата		<p>8 Фрезеровать торец 8, выдержав размер <math>A_{2,8}</math></p> <p>9 Фрезеровать поверхность 9, выдержав размер <math>D_{2,3}</math></p> <p>10 Фрезеровать торец 10, выдержав размер <math>A_{2,9}</math></p> <p>11 Фрезеровать поверхность 11, выдержав размер <math>D_{2,4}</math></p>	<p><math>\sqrt{Ra\ 4,0}</math></p>
	Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<p>12 Сверлить отверстие 12 выдержав размеры <math>A_{2,10}</math> и <math>D_{2,5}</math></p>	<p><math>\sqrt{Ra\ 4,0}</math></p>	
	Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Изм.	Лист	4
	Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	№ докум.	Подп.	Дата

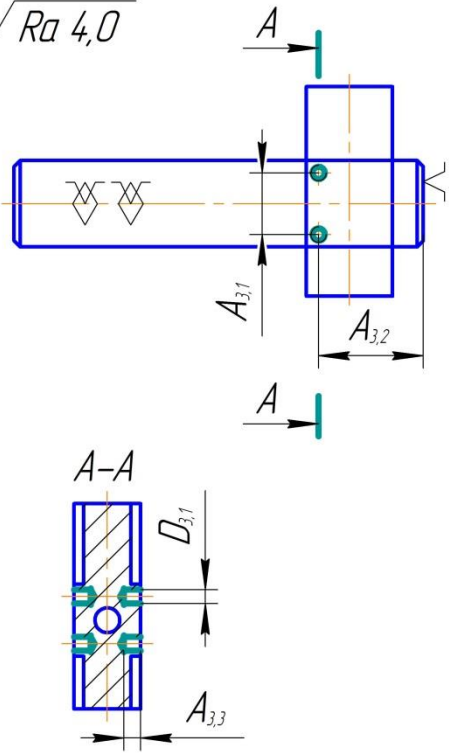
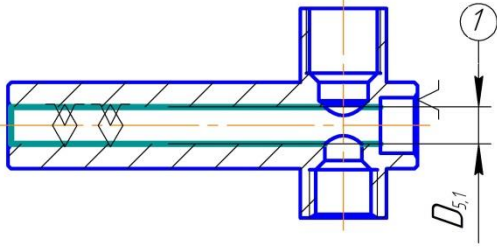
Копировал

Формат А4

Инв. № подл.	Подп. и дата	13	<p>Расверлить отверстие 13, выдержав размеры <math>A_{2,11}</math> и <math>D_{2,6}</math></p>	
	Инв. № докл.	14	<p>Расверлить отверстие 14, выдержав размеры <math>A_{2,12}</math> и <math>D_{2,7}</math></p>	
Взам. инв. №	Подп. и дата	15	<p>Расверлить отверстие 15, выдержав размеры <math>A_{2,13}</math> и <math>D_{2,8}</math></p>	
Инв. № подл.	Подп. и дата	16	<p>Зенковать отверстие 16, выдержав размер <math>A_{2,14} \times 30^\circ</math></p>	
Изм.	Лист	17	<p>Нарезать резьбу 17, выдержав размеры <math>A_{2,15}</math> и <math>D_{2,9}</math></p>	
№ докум.	Подп.	18	<p>Нарезать резьбу 18, выдержав размеры <math>A_{2,16}</math> и <math>D_{2,10}</math></p>	
Дата	Лист			5

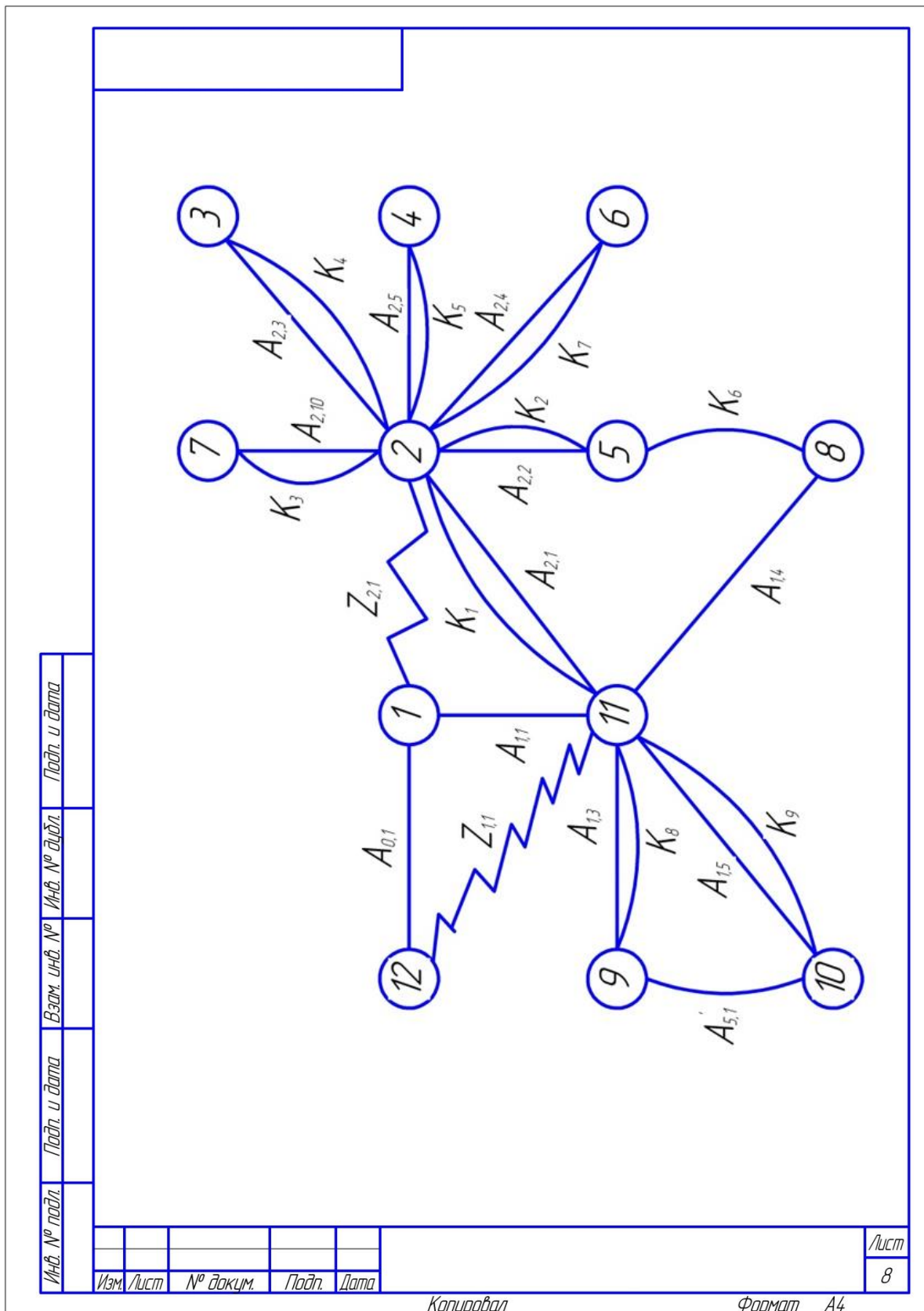
Копировал

Формат А4

Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дудл. Подп. и дата	3	Сверлильная 1 Сверлить 4 отверстия, выдержав размеры $D_{3,1}, A_{3,1}$ и $A_{3,2}, A_{3,3}$ 2 Нарезать резьбу М6-6g	$\sqrt{Ra\ 4,0}$ 
	4	Термообработка 1 Вакуумная закалка 2 Отпустить HRC 36...40	
	5	Токарная 1 Притереть отверстие 1, выдержав размер $D_{5,1}$	$\sqrt{Ra\ 1,25}$ 
Изм. Лист № докум. Подп. Дата	Лист 6	Копировал	Формат A4



## 1.5.2 Граф-дерево



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докум.	Подп. и дата

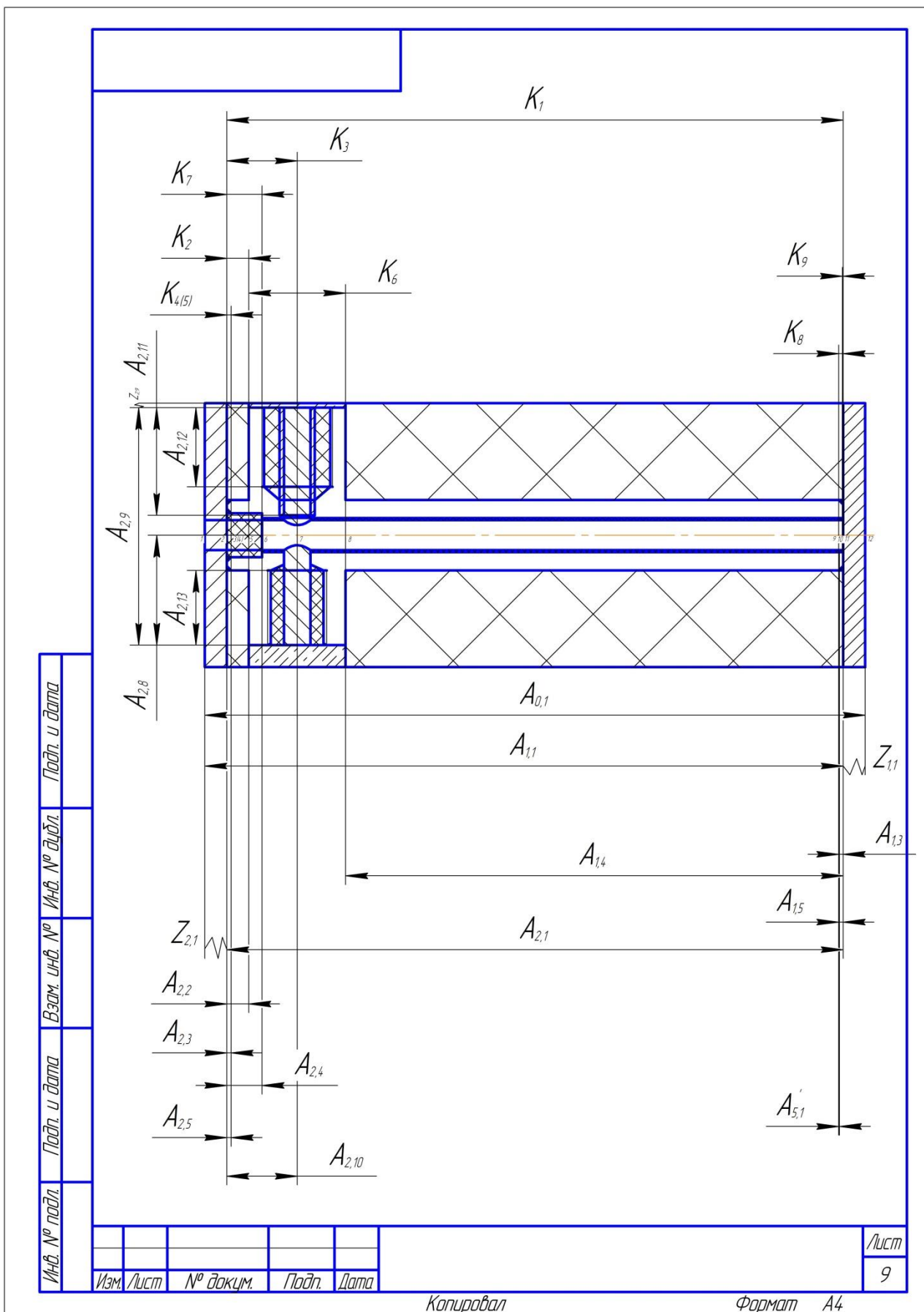
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

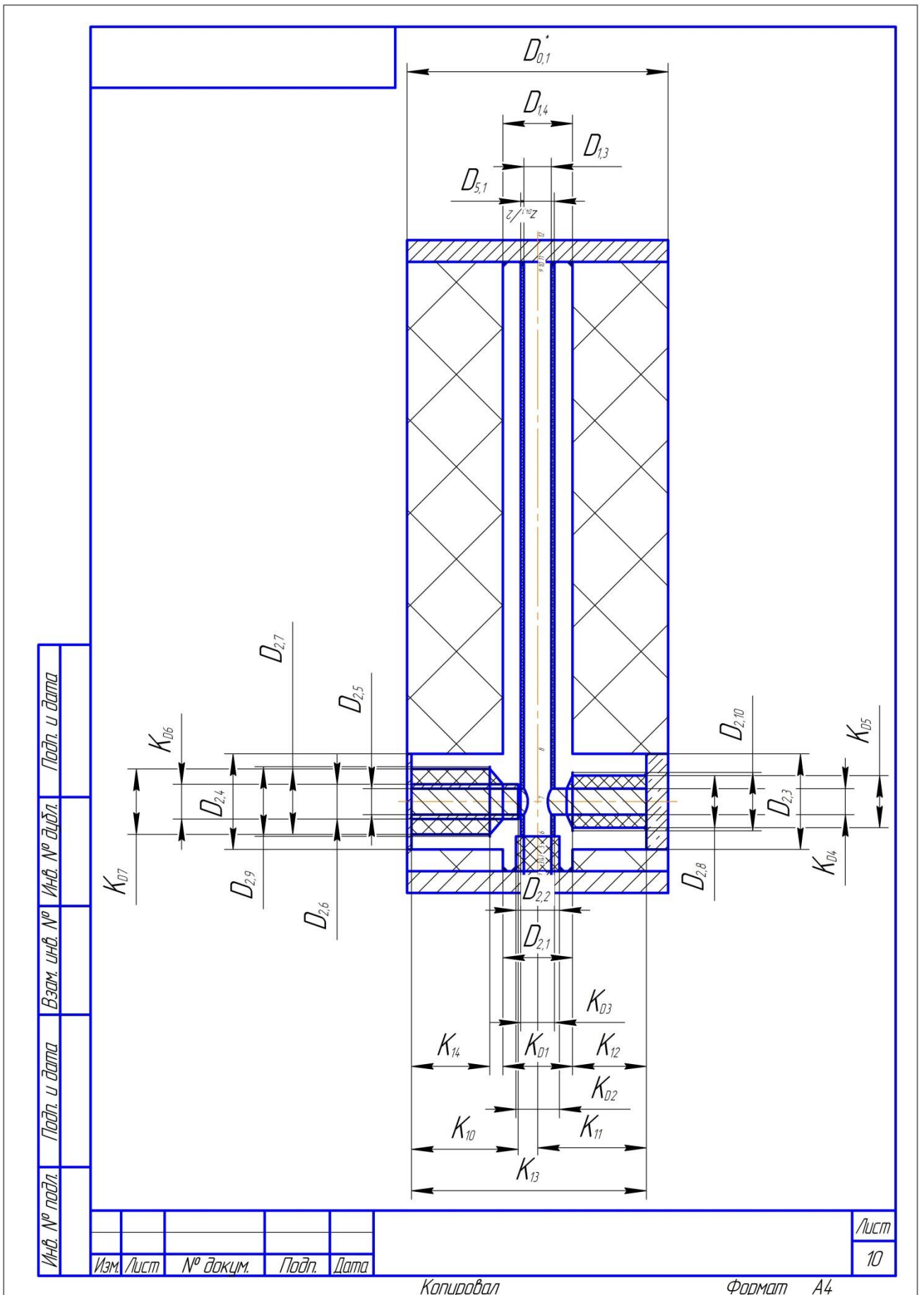
Лист
8

Копировал

Формат А4

### 1.5.3 Размерная схема





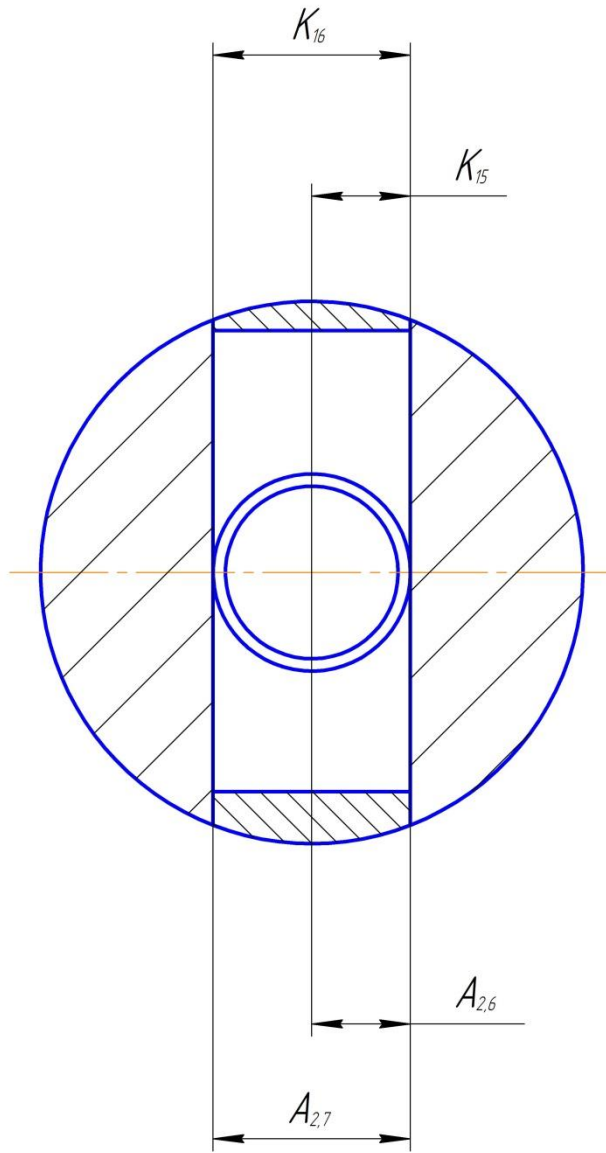
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Лист
10

Копировал

Формат А4



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Лист
11

Копировал

Формат А4



### 1.5.4 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры

$$TK_1 = (218) - 0,29 = 0,29\text{мм}$$

$$TK_{D1} = (24) - 0,13 = 0,13\text{мм}$$

$$TK_2 = (3) \pm 0,03 = 0,06\text{мм}$$

$$TK_{D2} = (18) + 0,02 = 0,02\text{мм}$$

$$TK_3 = (15) \pm 0,05 = 0,1\text{мм}$$

$$TK_{D3} = (9) + 0,02 = 0,02\text{мм}$$

$$TK_4 = (0,5) \pm 0,03 = 0,06\text{мм}$$

$$TK_{D4} = (7,92) + 0,05 = 0,05\text{мм}$$

$$TK_5 = (0,5) \pm 0,03 = 0,06\text{мм}$$

$$TK_{D5} = (11,5) + 0,1 = 0,1\text{мм}$$

$$TK_6 = (24) - 0,13 = 0,13\text{мм}$$

$$TK_{D6} = (10,1) + 0,05 = 0,05\text{мм}$$

$$TK_7 = (6) \pm 0,0375 = 0,075\text{мм}$$

$$TK_{D7} = (16,1) + 0,1 = 0,1\text{мм}$$

$$TK_8 = (0,5) \pm 0,03 = 0,06\text{мм}$$

$$TK_9 = (0,5) \pm 0,03 = 0,06\text{мм}$$

$$TK_{10} = (36,15) \pm 0,08 = 0,16\text{мм}$$

$$TK_{11} = (32) \pm 0,08 = 0,16\text{мм}$$

$$TK_{12} = (19,96) \pm 0,065 = 0,13\text{мм}$$

$$TK_{13} = (74) - 0,19 = 0,19\text{мм}$$

$$TK_{14} = (26,95) \pm 0,065 = 0,13\text{мм}$$

$$TK_{15} = (12) \pm 0,05 = 0,1\text{мм}$$

$$TK_{16} = (24) - 0,13 = 0,13\text{мм}$$

## 1.5.5 Допуски на технологические размеры

### 1.5.5.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_u + \varepsilon_\sigma [1, \text{с. 34}]$$

Где  $\omega_{ci}$  – статическая погрешность [1, с. 65]

$\rho_u$  – пространственное отклонение измерительной базы

$\varepsilon_\sigma$  – погрешность базирования

*Допуск на осевые технологические размеры:*

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon = 0,12 + \sqrt{0,05^2 + 0,1^2} + 0,45 = 0,68$$

$$TA_{1,2} = \omega_c = 0,12$$

$$TA_{1,4} = \omega_c = 0,12$$

$$TA_{1,3} = \omega_c = 0,12$$

$$TA_{1,5} = \omega_c = 0,12$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_u = 0,04 + \sqrt{0,01^2 + 0,06^2} = 0,1$$

$$TA_{2,2} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,12} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,3} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,13} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,4} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,14} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,5} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,15} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,6} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,16} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,7} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{3,1} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,8} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{3,2} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,9} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{3,3} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{2,10} = \omega_c = 0,04$$

$$TA_{5,1} = \omega_c = 0,02$$

$$TA_{2,11} = \omega_c = 0,04$$

### 1.5.5.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

$$TD_i = \omega_{ci}$$

где  $\omega_{ci}$  – статическая погрешность

$$TD_{0,1} = 1,8$$

$$TD_{1,3} = \omega_c = 0,12$$

$$TD_{1,4} = \omega_c = 0,12$$

$$TD_{2,1} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,2} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,3} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,4} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,5} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,6} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,7} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,8} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,9} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,10} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{2,11} = \omega_c = 0,04$$

$$TD_{5,1} = \omega_c = 0,02$$

### 1.5.6 Расчет припусков

#### 5.6.1 Расчет припусков на осевые размеры [1, с.42]

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad \rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\Phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2}$$

Где  $Rz_{i-1}$  – шероховатость поверхности

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя

$\rho_{\Phi_{i-1}}$  – погрешность формы

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

$$Z_{1,1min} = 0,02 + 0,02 + \sqrt{0,05^2 + 0,1^2} = 0,15\text{мм}$$

$$Z_{2,1min} = 0,02 + 0,02 + \sqrt{0,01^2 + 0,06^2} = 0,1\text{мм}$$

$$Z_{2,9min} = 0,02 + 0,02 + \sqrt{0,01^2 + 0,06^2} = 0,1\text{мм}$$

#### 5.6.2 Расчет припусков на диаметральные размеры [1, с. 42]

$$Z_{imin} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2})$$

Где  $\varepsilon_{yi}$  – погрешность установки

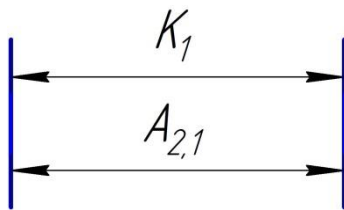
$$Z_{D5,1_{min}} = 2 \left( 0,01 + 0,01 + \sqrt{0,01^2 + 0,03^2 + 0} \right) = 0,1 \text{ мм}$$

### 1.5.7 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров и расчёт технологических размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле:

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

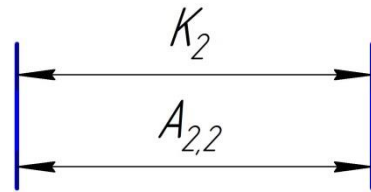
Расчёт технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.



$$TK_1 = 0,29 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1} = 0,14 \text{ мм}$$

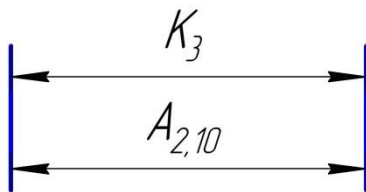
$$A_{2,1} = K_1 = 218_{-0,29} \text{ мм}$$



$$TK_2 = 0,06 \text{ мм}$$

$$TA_{2,2} = 0,04 \text{ мм}$$

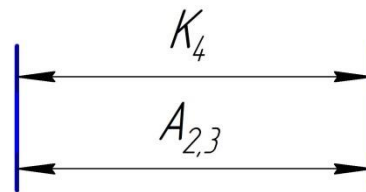
$$A_{2,2} = K_2 = 3 \pm 0,03 \text{ мм}$$



$$TK_3 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2,10} = 0,04 \text{ мм}$$

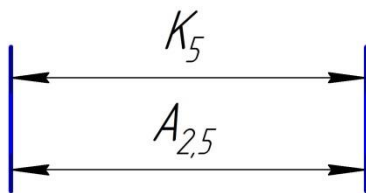
$$A_{2,10} = K_3 = 15 \pm 0,05 \text{ мм}$$



$$TK_4 = 0,06 \text{ мм}$$

$$TA_{2,3} = 0,04 \text{ мм}$$

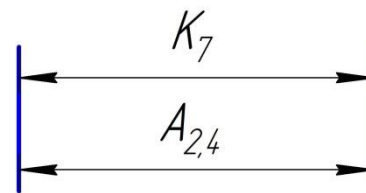
$$A_{2,3} = K_4 = 0,5 \pm 0,03 \text{ мм}$$



$$TK_5 = 0,06\text{мм}$$

$$TA_{2,5} = 0,04\text{мм}$$

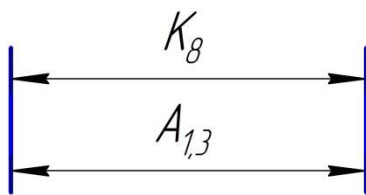
$$A_{2,5} = K_5 = 0,5 \pm 0,03\text{мм}$$



$$TK_7 = 0,075\text{мм}$$

$$TA_{2,4} = 0,04\text{мм}$$

$$A_{2,4} = K_7 = 6 \pm 0,0375\text{мм}$$

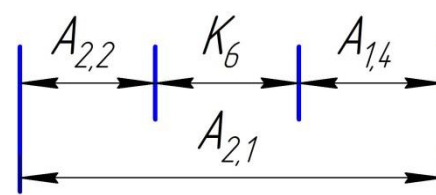


$$TK_8 = 0,06\text{мм}$$

$$TA_{1,3} = 0,12\text{мм}$$

$$\text{Испровить } TA_{1,3} = 0,04\text{мм}$$

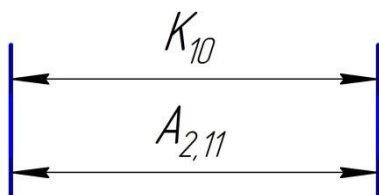
$$A_{1,3} = K_8 = 0,5 \pm 0,03\text{мм}$$



$$TA_{2,1} + TA_{2,2} + TA_{1,4} \\ = 0,1 + 0,04 + 0,12 = 0,224\text{мм}$$

$$TK_6 = 0,13\text{мм}$$

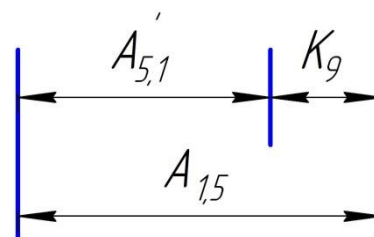
$$\text{Испровить } TA_{1,4} = 0,04\text{мм}$$



$$TK_{10} = 0,16\text{мм}$$

$$TA_{2,11} = 0,04\text{мм}$$

$$A_{2,11} = K_{10} = 36,15 \pm 0,08\text{мм}$$



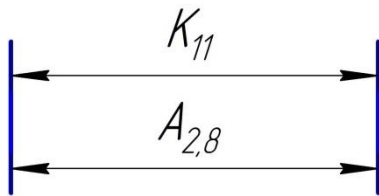
$$TK_9 = 0,06\text{мм}$$

$$TA'_{5,1} + TA_{1,5} = 0,02 + 0,04 = 0,06\text{мм}$$

$$K_9^c = A_{1,5}^c - A'_{5,1}^c$$

$$A_{1,5}^c = K_9^c + A'_{5,1}^c = 0,5 + 0,1 = 0,6$$

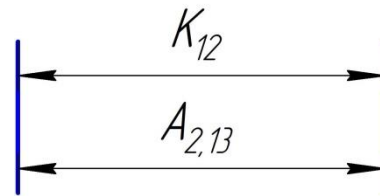
$$A_{1,5} = 0,6 \pm 0,02$$



$$TK_{11} = 0,16\text{MM}$$

$$TA_{2,8} = 0,04\text{MM}$$

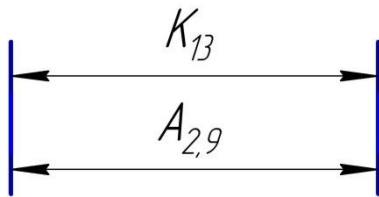
$$A_{2,8} = K_{11} = 32 \pm 0,08\text{MM}$$



$$TK_{12} = 0,13\text{MM}$$

$$TA_{2,13} = 0,04\text{MM}$$

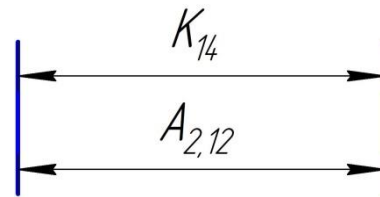
$$A_{2,13} = K_{12} = 19,96 \pm 0,065\text{MM}$$



$$TK_{13} = 0,19\text{MM}$$

$$TA_{2,9} = 0,04\text{MM}$$

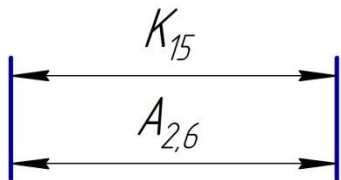
$$A_{2,9} = K_{13} = 74_{-0,19}\text{MM}$$



$$TK_{14} = 0,13\text{MM}$$

$$TA_{2,12} = 0,04\text{MM}$$

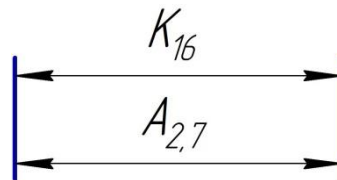
$$A_{2,12} = K_{14} = 26,95 \pm 0,065\text{MM}$$



$$TK_{15} = 0,11\text{MM}$$

$$TA_{2,6} = 0,04\text{MM}$$

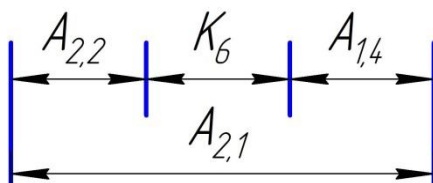
$$A_{2,6} = K_{15} = 12 \pm 0,05\text{MM}$$



$$TK_{16} = 0,13\text{MM}$$

$$TA_{2,7} = 0,04\text{MM}$$

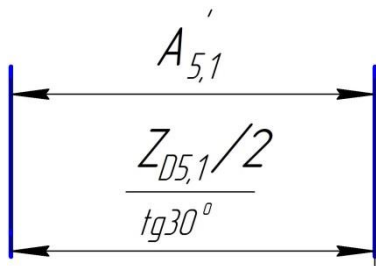
$$A_{2,7} = K_{16} = 24_{-0,13}\text{MM}$$



$$K_6^c = A_{2,1}^c - A_{2,2}^c - A_{1,4}^c$$

$$A_{1,4}^c = A_{2,1}^c - A_{2,2}^c - K_6^c = 190,95$$

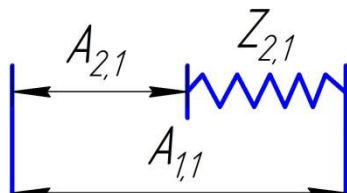
$$A_{1,4} = 190,95 \pm 0,02\text{MM}$$



$$A'_{5,1} = \frac{\sqrt{3}}{2} Z_{D4,1} \quad Z_{D5,1min} = 0,1$$

$$A'_{5,1min} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 0,1 = 0,09$$

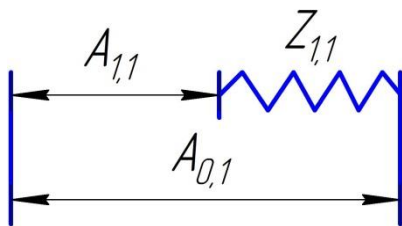
$$A'_{5,1} = 0,1 \pm 0,01 \text{ мм}$$



$$Z_{2,1max} = Z_{2,1min} + TA_{2,1} + TA_{1,1} = 0,1 + 0,1 + 0,68 = 0,88$$

$$A_{1,1max} = A_{2,1max} + Z_{2,1max} = 218 + 0,88 = 218,88$$

$$A_{1,1} = 218,88_{-0,68} \text{ мм}$$



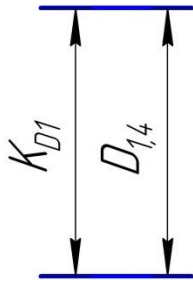
$$Z_{1,1max} = Z_{1,1min} + TA_{1,1} + TA_{0,1} = 0,15 + 0,68 + 0,4 = 1,23$$

$$A_{0,1max} = A_{1,1max} + Z_{1,1max} = 218,88 + 1,23 = 220,11$$

$$A_{0,1} = 220,11_{-0,4} \text{ мм}$$

Где  $A_{0,1}$ , взять  $\omega_c$  по IT14 для размера 220

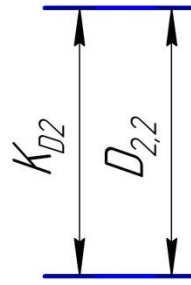
$$TA_{0,1} = \omega_c = 0,4 \text{ мм}$$



$$TK_{D1} = 0,13\text{мм}$$

$$TD_{1,4} = 0,12\text{мм}$$

$$D_{1,4} = K_{D1} = 24_{-0,13}\text{мм}$$

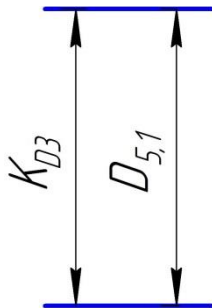


$$TK_{D2} = 0,02\text{мм}$$

$$TD_{2,2} = 0,04\text{мм}$$

Исправить  $TD_{2,2} = 0,02\text{мм}$

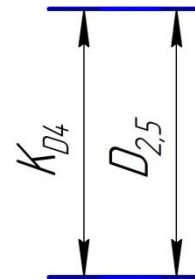
$$D_{2,2} = K_{D2} = 18^{+0,02}\text{мм}$$



$$TK_{D3} = 0,02\text{мм}$$

$$TD_{5,1} = 0,02\text{мм}$$

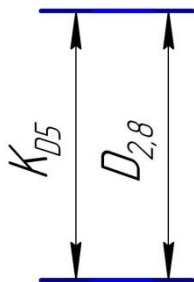
$$D_{4,1} = K_{D3} = 9^{+0,02}\text{мм}$$



$$TK_{D4} = 0,05\text{мм}$$

$$TD_{2,5} = 0,04\text{мм}$$

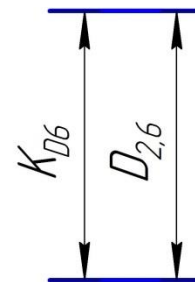
$$D_{2,5} = K_{D4} = 7,92^{+0,05}\text{мм}$$



$$TK_{D5} = 0,1\text{мм}$$

$$TD_{2,8} = 0,04\text{мм}$$

$$D_{2,8} = K_{D5} = 11,5^{+0,1}\text{мм}$$

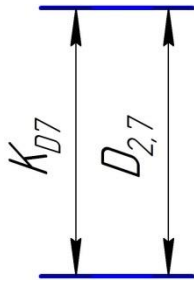


$$TK_{D6} = 0,05\text{мм}$$

$$TD_{2,6} = 0,04\text{мм}$$

$$D_{2,6} = K_{D6} = 10,1^{+0,05}\text{мм}$$





$$TK_{D7} = 0,1\text{MM}$$

$$TD_{2,7} = 0,04\text{MM}$$

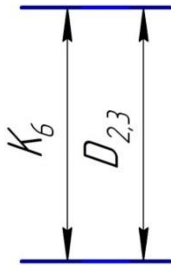
$$D_{2,7} = K_{D7} = 16,1^{+0,1}\text{MM}$$



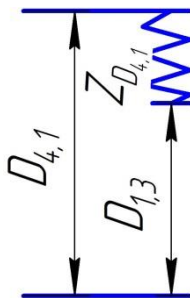
$$TK_{D1} = 0,13\text{MM}$$

$$TD_{2,1} = 0,04\text{MM}$$

$$D_{2,1} = K_{D1} = 24_{-0,13}\text{MM}$$



$$D_{2,3} = D_{2,4} = K_6 = 24_{-0,13}\text{MM}$$



$$Z_{D_{5,1max}} = Z_{D_{5,1min}} + TD_{5,1} + TD_{1,3} = 0,1 + 0,04 + 0,12 = 0,26$$

$$D_{1,3min} = D_{5,1min} - Z_{D_{5,1max}} = 8,98 - 0,26 = 8,72$$

$$D_{1,3} = 8,72^{+0,12}\text{MM}$$

Выбор диаметра заготовка:  $D_{0,1}^* = 90_{-1,3}^{+0,5}\text{MM}$ .

## 1.6 Выбор оборудования и технологической процесса

Операция 1 и 5 Токарная

**Токарно-винторезный станок 16К20 [4, ст.21]**

Основные данные:

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки:	
-Над станиной	400мм
-над суппортом	220мм
Наибольший диаметр прутка,проходящего через отверстие шпинделя	53мм
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	1000мм
Шаг нарезаемой резьбы:	
-метрической	До 20 мм
Чистота вращения шпинделя	2,5-200 об/мин
Число скоростей шпинделя	22
Наибольшее перемещение суппорта:	
-продольное	900мм
-поперечное	250мм
Подача суппорта:	
-продольная	3-1200мм/об

-поперечная	1,5-600мм/об
Число ступеней подач	б/с
Скорость быстрого перемещения суппорта:	
-продольного	4800мм/мин
-поперечного	2400мм/мин
Мощность электродвигателя главного привода	10кВт
Габаритные размеры(без ЧПУ) (Д*Ш*В):	3360мм*1710мм*1750мм
Масса	4000кг

## Операция 2 Токарно-фрезерная

### **Токарно-фрезерная.Goodway 1500LS.**

Количество позиций в револьверной головке,шт	12
Количество позиций инструментального магазина,шт	24/40
Максимальная длина точения,мм	455
Максимальная скорость вращения фрезерного шпинделя,об/мин	100
Максимальный диаметр прутка,значения,мм	52/65
Максимальный диаметр точения,мм	200
Мощность двигателя шпинделя,квт	11/25

Мощность фрезерного шпинделя,квт	11/15
Размер 3-кулачкового патрона	8/10

Операция 3 Сверлильная

**Технические характеристики сверлильного станка ПРОМА Е-1516В/400**

Потребляемая мощность, Вт	750
Максимальный диаметр сверления, мм	16
Макс. расстояние между шпинделем и столом (h), мм	470
Макс. расстояние между шпинделем и основанием (H), мм	680
Размер стола (a x b), мм	300 × 300
Диаметр колонны (D), мм	73
Число скоростей, ст.	12
Диапазон оборотов, мин.-1	180/250, 300/400, 480/580, 970/1280, 1410/1540, 2270/2740
Общая высота (V), мм	1065
Вылет шпинделя (X), мм	195
Ход шпинделя, мм	80
Размер основания (A x B), мм	485 × 275
Вес нетто/брутто, кг	61/66
Упаковка размер картонного ящика (д x ш x в), мм	895 × 490 × 290

## **1.7 Расчет и назначение режимов обработки на операциях**

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

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

Операция 1:токарная

Переход 1:Подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 181]-Т5К10.Марки твердых сплавов.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку

$$Z=A_{0,1} - A_{1,1} = 220,11_{-0,4} - 218,88_{-0,68} = 1,23_{-0,4}^{+0,68}$$

$$t=1,37\text{мм}$$

Подачу S назначаем по таблице11. [4, ст. 364] S=1мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

$$v=\frac{C_v}{T^{m_{sy}}} K_v$$

Среднее значение стойкости T при одноинструментальной обработке 15-60мин.Значения коэффициента  $C_v$ ,показателей степени y и m приведены в табл.17. [4, ст. 367]  $C_v=47$   $y=0,8$   $m=0,2$

Коэффициент  $K_v$ :  $K_v=K_{mv} * K_{pv} * K_{iv}$  [4, ст. 358]

Где  $K_{mv}$ -коэффициент,учитывающий качество обрабатываемого материала(табл.1-4);

$K_{pv}$ -коэффициент,отражающий состояние поверхности заготовки(табл.5)

$K_{iv}$ -коэффициент,учитывающий качество материала инструмента(табл.6)

$K_{mv}$ -определяется по формуле:  $K_{mv}=K_r\left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$

Где  $\sigma_B$ -фактические параметры,характеризующие обрабатываемый материал,для которого рассчитывается скорость резания.

$K_r$ -коэффициент,характеризующий группу стали по обрабатываемости.

Выбираем:  $\sigma_B=550\text{Мпа}$   $K_r=1,0$   $n=1$   $K_{pv}=0,9$   $K_{iv}=0,65$

$$K_{mv}=1,0\left(\frac{750}{550}\right)^1=1,36$$

$$K_v=K_{mv} * K_{pv} * K_{iv}=1,36*0,9*0,65=0,8$$

Скорость резания:

$$v=\frac{47}{15^{0,2} * 1^{0,8}} * 0,8=21,8\text{м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 21,8}{3,14 \cdot 90} = 77 \text{ об/мин}$$

принимаем  $n_{\text{факт}} = 80 \text{ об/мин}$

$$V_{\text{факт}} = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 80}{1000} = 22,6 \text{ м/мин}$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания.

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [4, \text{ ст. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [4, ст. 372]

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

коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [4, ст. 371]

$$K_p = K_{\text{мп}} K_{\text{фр}} K_{\text{гр}} K_{\text{лр}} K_{\text{рр}}$$

$K_{\text{мп}}$ -определяется по формуле [4, ст. 362]

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

Где  $\sigma_B = 550 \text{ МПа}$ -фактический параметр

$n = 0,75$ -определены по табл.9 [4, ст. 362]

$$K_{\text{мп}} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,79$$

Значения коэффициентов определяем по табл.23 [4, ст. 374]

$$K_{\text{фр}} = 1. \quad K_{\text{гр}} = 1,25. \quad K_{\text{лр}} = 1,0. \quad K_{\text{рр}} = 1,0$$

$$K_p = K_{\text{мп}} K_{\text{фр}} K_{\text{гр}} K_{\text{лр}} K_{\text{рр}} = 0,79 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 1,0$$

Силы резания

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 408 \cdot 1,37^{0,72} \cdot 1^{0,8} \cdot 22,6^0 \cdot 1 = 5118 \text{ Н}$$

Мощность резания [4, ст. 371]

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{5118 \cdot 22,6}{1020 \cdot 60} = 1,9 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,9}{0,75} = 2,5 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателей Токарно-винторезного станка 16К20

$$N_{\text{ст}} = 10 \text{ кВт} > N_{\text{пр}} = 2,5 \text{ кВт}$$

## Переход 2: Центрование

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178]-P6M5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t=0,5D=0,5*2,5=1,25\text{мм}$$

Подача  $S=0,1\text{мм/об}$  [4, ст. 381]

Скорость резания по формулу: [4, ст. 382]

$$v=\frac{C_v D^q}{T^{m_s y}} K_v$$

коэффициенты  $C_v=7,0$   $q=0,4$   $y=0,7$   $m=0,2$  по табл.38 [4, ст. 383]

$$T=15 \text{ по табл. 40 [4, ст. 384]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv}=1,72*1*1=1,72 \text{ [4, ст. 385]}$$

$$v=\frac{7*2,5^{0,4}}{15^{0,2}*0,1^{0,7}}*1,72=51\text{м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n=\frac{1000*v}{\pi*D}=\frac{1000*51}{3,14*2,5}=6497\text{об/мин}$$

принимаем  $n_{\text{факт}}=2000\text{об/мин}$

$$v_{\text{факт}}=\frac{\pi d n}{1000}=\frac{3,14*2,5*2000}{1000}=15,7\text{м/мин}$$

Крутящий момент [4, ст. 385]

$$M_{\text{мр}} = 10C_m * D^q * S^y * K_p = 10*0,0345*2,5^2*0,1^{0,8}*1=0,38\text{Н*М из табл.41}$$

Осевая сила [4, ст. 385]

$$P_0=10C_p * D^q * S^y * K_p = 10*68*2,5^1*0,1^{0,7}*1=339\text{Н}$$

## Переход 3: Сверление отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178]-P6M5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t=0,5D=8,8/2=4,4\text{мм}$$

Подача  $S=0,15\text{мм/об}$  [4, ст. 381] табл.35

Скорость резания [4, ст. 382]



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

$$C_v = 7,0. \quad q = 0,4. \quad y = 0,7. \quad m = 0,2. \quad \text{по табл 38 [4, ст. 383]}$$

$$T = 15 \text{ по табл.40 [4, ст. 384]}$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{ив} \cdot K_{lv} = 1,36 \cdot 1 \cdot 1 = 1,36 \text{ [4, ст. 385]}$$

$$v = \frac{7 \cdot 9^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 1,36 = 50 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 8,8} = 1769 \text{ об/мин}$$

$$\text{принимаем } n_{\text{факт}} = 1600 \text{ об/мин}$$

$$v_{\text{факт}} = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,8 \cdot 1600}{1000} = 45,2 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,8^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 6,13 \text{ Н*М из табл.42}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 8,8^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 1 = 1621,87 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{6,13 \cdot 1600}{9750} = 1 \text{ кВт}$$

Переход 4: Точение фаски

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = \frac{0,5}{\sqrt{3}} = 0,3 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,3 \text{ мм/об}$  по таблице 11 [4, ст. 364]

Скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \text{ по табл.17 [4, ст. 367]}$$

$$C_v = 350 \quad x = 0,15 \quad y = 0,2 \quad m = 0,2$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,8 = 188 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = 6652 \text{ об/мин}$$

принимаем  $n_{\text{факт}} = 2000 \text{ об/мин}$

$$V_{\text{факт}} = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,72 \cdot 2000}{1000} = 54,8 \text{ м/мин}$$

Сила резания

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p \quad [4, \text{ ст. 371}]$$

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

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 54,8^{-0,15} \cdot 1 = 200 \text{ Н}$$

Мощность резания [4, ст. 371]

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{200 \cdot 54,8}{1020 \cdot 60} = 0,18 \text{ кВт}$$

Переход 5: Точить поверхность

1) При черновой обработке:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180]-Т14К8. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = 3,21 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,5 \text{ мм/об}$  из табл. 11 [4, ст. 364]

Скорость резания

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

$$C_v = 350 \quad x = 0,15 \quad y = 0,2 \quad m = 0,2 \quad \text{по табл. 17 [4, ст. 367]}$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 3,21^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 136,8 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 136,8}{3,14 \cdot 90} = 484 \text{ об/мин}$$

принимаем  $n_{\text{факт}} = 500 \text{ об/мин}$

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

Сила резания

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * v^n * K_p \quad [4, \text{ст. 371}]$$

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

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * v^n * K_p = 10 * 300 * 3,21^1 * 0,5^{0,75} * 141,3^{-0,15} * 1 = 2725 \text{ Н}$$

Мощность резания [4, ст. 371]

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{2725 * 141,3}{1020 * 60} = 6,29 \text{ кВт}$$

2) При чистовой обработке:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = 0,9 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,1 \text{ мм/об}$  из табл. 14 [4, ст. 366]

Скорость резания

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

$$C_v = 350 \quad x = 0,15 \quad y = 0,2 \quad m = 0,2 \quad \text{по табл. 17 [4, ст. 367]}$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} * 0,9^{0,15} * 0,1^{0,2}} * 0,8 = 198 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 198}{3,14 * 25,8} = 2444 \text{ об/мин}$$

$$\text{принимаем } n_{\text{факт}} = 2000 \text{ об/мин}$$

$$v_{\text{факт}} = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 25,8 * 2000}{1000} = 162 \text{ м/мин}$$

Сила резания

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * v^n * K_p \quad [4, \text{ст. 371}]$$

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

$$P_z = 10C_p * t^x * s^y * v^n * K_p = 10 * 300 * 0,9^1 * 0,1^{0,75} * 162^{-0,15} * 1 = 223,8 \text{ Н}$$

Мощность резания [4, ст. 371]

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{223,8 * 162}{1020 * 60} = 0,6 \text{ кВт}$$

## Переход 6:Точение фаски

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180]-Т15К6.Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t=0,5\text{мм}$$

Подача  $S=0,4\text{мм/об}$  из табл.11 [4, ст. 364]

Скорость резания

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

$$C_v=290 \quad x=0,15 \quad y=0,35 \quad m=0,2 \quad \text{по табл.17 [4, ст. 367]}$$

$$v=\frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v=\frac{290}{60^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,4^{0,35}} * 1,224=239\text{м/мин}$$

$$K_{Mv}=1,36. \quad K_{pv}=0,9. \quad K_{iv}=1$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n=\frac{1000*v}{\pi*d}=3171\text{об/мин}$$

$$\text{принимаем } n_{\text{факт}}=2000\text{об/мин}$$

$$V_{\text{факт}}=\frac{\pi d n}{1000}=\frac{3,14*24*2000}{1000}=150,7\text{м/мин}$$

Сила резания

$$P_z=10C_p * t^x * S^y * v^n * K_p \quad [4, \text{ст. 371}]$$

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

$$P_z=10C_p * t^x * S^y * v^n * K_p=10*300*0,5^1*0,4^{0,75}*150,7^{-0,15}*1=355,6\text{Н}$$

Мощность резания [4, ст. 371]

$$N=\frac{P_z*v}{1020*60}=\frac{355,6*150,7}{1020*60}=0,88\text{кВт}$$

## Операция 2:Токарно-фрезерная

Переход 1:Подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 181]-Т5К10.Марки твердых сплавов.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку

$$Z=A_{1,1} - A_{2,1}=218,88_{-0,68} - 218_{-0,29}=0,88_{-0,68}^{+0,29}$$

$$t=0,685\text{мм}$$

Подача  $S=1\text{мм/об}$  из табл.11 [4, ст. 364]

Скорость резания

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

$$C_v=47 \quad y=0,8 \quad m=0,2 \quad \text{по табл.17 [4, ст. 367]}$$

$$v=\frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v=\frac{47}{60^{0,2} * 1^{0,8}} * 0,8=16,6\text{м/мин}$$

$$K_{Mv}=1,36. \quad K_{пv}=0,9. \quad K_{ив}=0,65 \quad [4, \text{ст. 358}]$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n=\frac{1000*v}{\pi*d}=\frac{1000*16,6}{3,14*90}=59\text{об/мин}$$

Сила резания

$$P_z=10C_p * t^x * S^y * v^n * K_p \quad [4, \text{ст.371}]$$

$$C_p=408 \quad x=0,72 \quad y=0,8 \quad n=0 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.22 [4,ст.372]}$$

$$P_z=10C_p * t^x * S^y * v^n * K_p=10*408*0,685^{0,72} * 1^{0,8} * 16,6^0 * 1=3107\text{Н}$$

Мощность резания [4,ст.371]

$$N=\frac{P_z*v}{1020*60}=\frac{3107*16,6}{1020*60}=0,84\text{кВт}$$

Переход 2: Точить поверхность

1) При черновой обработке:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180] - Т14К8. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t=3,21\text{мм}$$

Подача  $S=0,5\text{мм/об}$  из табл.11 [4,ст.364]

Скорость резания

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

$$C_v=290 \quad x=0,15 \quad y=0,2 \quad m=0,2 \quad \text{по табл.17 [4,ст.367]}$$

$$v=\frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v=\frac{290}{60^{0,2} * 3,21^{0,15} * 0,5^{0,35}}=136,8\text{м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 136,8}{3,14 * 90} = 484 \text{ об/мин}$$

Сила резания

$$P_z = 10 C_p * t^x * s^y * v^n * K_p \quad [4, \text{ст.371}]$$

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

$$P_z = 10 C_p * t^x * s^y * v^n * K_p = 10 * 300 * 3,21^1 * 0,5^{0,75} * 136,8^{-0,15} * 1 = 2738 \text{ Н}$$

Мощность резания [4,ст.371]

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{160 * 188}{1020 * 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

2) При чистовой обработке:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = 0,9 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,1 \text{ мм/об}$  из табл.14 [4,ст.366]

Скорость резания

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

$$C_v = 350 \quad x=0,15 \quad y=0,2 \quad m=0,2 \quad \text{по табл.17 [4,ст.367]}$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} * 0,9^{0,15} * 0,1^{0,2}} * 0,8 = 198 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 198}{3,14 * 25,8} = 2444 \text{ об/мин}$$

Сила резания

$$P_z = 10 C_p * t^x * s^y * v^n * K_p \quad [4, \text{ст.371}]$$

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

$$P_z = 10 C_p * t^x * s^y * v^n * K_p = 10 * 300 * 0,9^1 * 0,1^{0,75} * 198^{-0,15} * 1 = 217 \text{ Н}$$

Мощность резания [4,ст.371]

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{217 * 198}{1020 * 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

### Переход 3: Точение фаски

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180] - Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t=0,5\text{мм}$$

Подача  $S=0,4\text{мм/об}$  из табл. 11 [4, ст. 364]

Скорость резания

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

$$C_v=290 \quad x=0,15 \quad y=0,35 \quad m=0,2 \quad \text{по табл. 17 [4, ст. 367]}$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,4^{0,35}} * 1,224 = 239 \text{ м/мин}$$

$$K_{Mv}=1,36. \quad K_{pv}=0,9. \quad K_{iv}=1$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = 3171 \text{ об/мин}$$

Сила резания

$$P_z = 10 C_p * t^x * S^y * v^n * K_p \quad [4, \text{ст. 371}]$$

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

$$P_z = 10 C_p * t^x * S^y * v^n * K_p = 10 * 300 * 0,5^1 * 0,4^{0,75} * 239^{-0,15} * 1 = 331,8 \text{ Н}$$

Мощность резания [4, ст. 371]

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{331,8 * 239}{1020 * 60} = 1,3 \text{ кВт}$$

### Переход 4: Расточение отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t=0,5(D-d)=0,5(18-9)=4,5\text{мм}$$

Подача  $S=0,35\text{мм/об}$

Скорость резания

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

$$C_p = 290 \quad x = 0,15 \quad y = 0,35 \quad m = 0,2 \quad \text{по табл.17 [4,ст.367]}$$

$$v = \frac{C_v}{T m t^x S^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} * 4,5^{0,15} * 0,35^{0,35}} * 0,8 = 118 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = 2088 \text{ об/мин}$$

Сила резания

$$P_z = 10 C_p * t^x * S^y * v^n * K_p \quad [4, \text{ст.371}]$$

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

$$P_z = 10 C_p * t^x * S^y * v^n * K_p = 10 * 300 * 4,5^1 * 0,35^{0,75} * 118^{-0,15} * 1 = 3003 \text{ Н}$$

Мощность резания [4,ст.371]

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{3003 * 118}{1020 * 60} = 5,8 \text{ кВт}$$

Переход 5:точение фаски

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = 0,5 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,3 \text{ мм/об}$  из табл.11 [4,ст.364]

Скорость резания

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

$$C_v = 350 \quad x = 0,15 \quad y = 0,2 \quad m = 0,2 \quad \text{по табл.17 [4,ст.367]}$$

$$K_v = 0,8$$

$$v = \frac{C_v}{T m t^x S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,3^{0,2}} * 0,8 = 174 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 174}{3,14 * 18} = 3079 \text{ об/мин}$$

Сила резания

$$P_z = 10 C_p * t^x * S^y * v^n * K_p \quad [4, \text{ст.371}]$$



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

$$P_z=10C_p * t^x * s^y * v^n * K_p=10*300*0,5^1*0,3^{0,75}*174^{-0,15}*1=280\text{Н}$$

Мощность резания [4,ст.371]

$$N=\frac{P_z*v}{1020*60}=\frac{280*174}{1020*60}=0,8\text{кВт}$$

Переход б:Фрезеровать поверхность

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями[4,ст.178]-Р6М5.Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t=\frac{90-24}{2}=33\text{мм}$$

Подача: При фрезеровании различают подачу на один зуб, подачу на один оборот фрезы  $S$  и подачу минутную  $S_M$ ,мм/мин,которые находятся в следующем соотношении:

$$S_M=S_n=S_z * z * n=0,1*3*484=145,2\text{мм/мин}$$

где  $n$ -частота вращения фрезы. об/мин

$z$ -число зубьев фрезы

$$S_z=0,1\text{мм из табл.77 [4,ст.404]}$$

$$z=3 \quad D=25 \text{ из табл.76[4,ст.257]-концевые фрезы}$$

Скорость резания-окружная скорость фрезы,м/мин.

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

$$C_v=46,7 \quad q=0,45 \quad x=0,5 \quad y=0,5 \quad u=0,1 \quad m=0,33 \quad p=0,1 \text{ по табл.81}$$

[4,ст.407]

$$T=90\text{мин из табл.82 [4,ст.411]}$$

$$v=\frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v=\frac{46,7*25^{0,45}}{90^{0,33}*33^{0,5}*0,1^{0,5}*3^{0,1}}*1,72=38\text{м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n=\frac{1000*v}{\pi*d}=\frac{1000*38}{3,14*25}=484\text{об/мин}$$

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

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^z z}{D} * K_{MP}$$

$$C_v = 68,2 \quad q = 0,86 \quad y = 0,72 \quad x = 0,86 \quad и = 1 \quad \text{из табл. 83 [4, ст. 412]}$$

где z-число зубьев фрезы

n-частота вращения фрезы, об/мин

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^z z}{D} * K_{MP} = \frac{10 * 68,2 * 33^{0,86} * 0,1^{0,72} * 3}{25} * 1 = 315 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{315 * 25}{2 * 100} = 39 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{315 * 38}{1020 * 60} = 0,2 \text{ кВт}$$

Переход 7: Фрезеровать поверхность

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178]-Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = \frac{90 - 24}{2} = 33 \text{ мм}$$

Подача: При фрезеровании различают подачу на один зуб, подачу на один оборот фрезы S и подачу минутную S<sub>м</sub>, мм/мин, которые находятся в следующем соотношении:

$$S_m = S_n = S_z * z * n$$

где n-частота вращения фрезы. об/мин

z-число зубьев фрезы

$$S_z = 0,1 \text{ мм из табл. 77 [4, ст. 404]}$$

$$z = 3 \quad D = 25 \text{ из табл. 76 [4, ст. 257] - концевые фрезы}$$

Скорость резания-окружная скорость фрезы, м/мин.

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

$C_v=46,7$   $q=0,45$   $x=0,5$   $y=0,5$   $и=0,1$   $m=0,33$   $p=0,1$  по табл.81  
[4,ст.407]

$T=90$ мин из табл.82 [4,ст.411]

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{46,7 * 25^{0,25}}{90^{0,33} * 33^{0,5} * 0,1^{0,5} * 30,1} * 1,72 = 38 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 38}{3,14 * 25} = 484 \text{ об/мин}$$

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

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^z Z}{D} * K_{MP}$$

$C_v=68,2$   $q=0,86$   $y=0,72$   $x=0,86$   $и=1$  из табл.83 [4,ст.412]

где z-число зубьев фрезы

n-частота вращения фрезы, об/мин

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^z Z}{D} * K_{MP} = \frac{10 * 68,2 * 33^{0,86} * 0,1^{0,72} * 3}{25} * 1 = 315 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{315 * 25}{2 * 100} = 39 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{315 * 38}{1020 * 60} = 0,2 \text{ кВт}$$

Переход 8: Фрезеровать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178]-Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = \frac{90}{2} - 32 = 13 \text{ мм}$$

Подача:  $S_z=0,1$  мм из табл.77 [4,ст.404]

Скорость резания

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

$C_v=46,7$   $q=0,45$   $x=0,5$   $y=0,5$   $и=0,1$   $m=0,33$   $p=0,1$  по табл.81  
[4,ст.407]

$T=90$ мин из табл.82 [4,ст.411]

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{46,7 * 25^{0,25}}{90^{0,33} * 13^{0,5} * 0,1^{0,5} * 3^{0,1}} * 1,72 = 61 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 61}{3,14 * 25} = 777 \text{ об/мин}$$

Сила резания

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^z Z}{D} * K_{MP}$$

$C_v=68,2$   $q=0,86$   $y=0,72$   $x=0,86$   $и=1$  из табл.83 [4,ст.412]

где z-число зубьев фрезы

n-частота вращения фрезы, об/мин

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^z Z}{D} * K_{MP} = \frac{10 * 68,2 * 13^{0,86} * 0,1^{0,72} * 3}{25} * 1 = 141,6 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{141,6 * 25}{2 * 100} = 17,7 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{141,6 * 61}{1020 * 60} = 0,14 \text{ кВт}$$

Переход 9: Фрезеровать поверхность

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178] - P6M5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = \frac{24\sqrt{2} - 24}{2} = 4,97 \text{ мм}$$

Подача:  $S_z=0,01$  мм из табл. 77 [4, ст. 404]

$D=25$  мм  $Z=3$  из табл. 76 [4, ст. 257] - концевые фрезы

Скорость резания

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

$C_v=46,7$   $q=0,45$   $x=0,5$   $y=0,5$   $и=0,1$   $m=0,33$   $p=0,1$  по табл.81  
[4,ст.407]

$T=90$ мин

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{46,7 * 25^{0,45}}{90^{0,33} * 4,97^{0,5} * 0,05^{0,5} * 3^{0,1}} * 1,72 = 139 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 139}{3,14 * 25} = 1771 \text{ об/мин}$$

Сила резания

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

$C_v=68,2$   $q=0,86$   $y=0,72$   $x=0,86$   $и=1,0$  из табл.83 [4,ст.412]

где z-число зубьев фрезы

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^z z}{D} * K_{MP} = \frac{10 * 68,2 * 4,97^{0,86} * 0,05^{0,72} * 3}{25} * 1 = 38 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{38 * 25}{2 * 100} = 4,75 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{38 * 139}{1020 * 60} = 0,09 \text{ кВт}$$

Переход 10: Фрезеровать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.178]-Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = \frac{90}{2} - 42 = 3 \text{ мм}$$

Подача:  $S_z=0,1$  мм из табл.77 [4,ст.404]

$D=25$  мм  $Z=3$  из табл.76 [4,ст.257]-концевые фрезы

Скорость резания

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

$C_v=46,7$   $q=0,45$   $x=0,5$   $y=0,5$   $и=0,1$   $m=0,33$   $p=0,1$  по табл.81  
[4,ст.407]

$T=90$ мин

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{46,7 * 25^{0,45}}{90^{0,33} * 3^{0,5} * 0,1^{0,5} * 3^{0,1}} * 1,72 = 127 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 127}{3,14 * 25} = 1618 \text{ об/мин}$$

Сила резания

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

$C_v=68,2$   $q=0,86$   $y=0,72$   $x=0,86$   $и=1,0$  из табл.83 [4,ст.412]

где z-число зубьев фрезы

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^z z}{D} * K_{MP} = \frac{10 * 68,2 * 3^{0,86} * 0,1^{0,72} * 3}{25} * 1 = 40 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{40 * 25}{2 * 100} = 5 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{40 * 127}{1020 * 60} = 0,08 \text{ кВт}$$

Переход 11: Фрезеровать поверхность

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.178]-Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = \frac{24\sqrt{2} - 24}{2} = 4,97 \text{ мм}$$

Подача:  $S_z=0,01$ мм из табл.77 [4,ст.404]

$D=25$ мм  $Z=3$  из табл.76 [4,ст.257]-концевые фрезы

Скорость резания

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

$C_v=46,7$   $q=0,45$   $x=0,5$   $y=0,5$   $и=0,1$   $m=0,33$   $p=0,1$  по табл.81  
[4,ст.407]

$T=90$ мин

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{46,7 * 25^{0,45}}{90^{0,33} * 4,97^{0,5} * 0,05^{0,5} * 3^{0,1}} * 1,72 = 139 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 139}{3,14 * 25} = 1771 \text{ об/мин}$$

Сила резания

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^z Z}{D} * K_{MP}$$

$C_v=68,2$   $q=0,86$   $y=0,72$   $x=0,86$   $и=1,0$  из табл.83 [4,ст.412]

где z-число зубьев фрезы

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^z Z}{D} * K_{MP} = \frac{10 * 68,2 * 4,97^{0,86} * 0,05^{0,72} * 3}{25} * 1 = 38 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{38 * 25}{2 * 100} = 4,75 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{38 * 139}{1020 * 60} = 0,09 \text{ кВт}$$

Переход 12:Сверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями[4,ст.178]-Р6М5.Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5D = 0,5 * 7,92 = 3,96 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,20$ мм/об [4,ст.381] табл.35

Скорость резания [4,ст.382]

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

$C_v=7,0$ .  $q=0,4$ .  $y=0,7$ .  $m=0,2$ . по табл 38 [4,ст.383]

$T=15$  по табл.40 [4,ст.384]

$$K_v = K_{Mv} * K_{ив} * K_{lv} = 1,36 * 1 * 1 = 1,36 [4,ст.385]$$

$$v = \frac{7 \cdot 7,92^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,36 = 39 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 39}{3,14 \cdot 7,92} = 1568 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

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

$$C_M = 0,0345 \quad q = 2 \quad y = 0,8 \quad K_p = 1 \quad \text{из табл.42}$$

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7,92^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 5,97 \text{ Н*М} \quad \text{из табл.42}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_p = 68 \quad q = 1 \quad y = 0,7 \quad K_p = 1 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 7,92^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1 = 1745,64 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{5,97 \cdot 1568}{9750} = 0,96 \text{ кВт}$$

Переход 13: Рассверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст.181] - P6M5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5(D-d) = 0,5 \cdot (10,1 - 7,92) = 1,09 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,6 \text{ мм/об}$  [4, ст.381] табл.35

Скорость резания [4, ст.382]

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

$$C_v = 16,2 \quad q = 0,4 \quad x = 0,2 \quad y = 0,5 \quad m = 0,2 \quad \text{по табл 39 [4, ст.383]}$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$$

$$K_{Mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{550}\right)^{1,75} = 1,72 \quad K_{iv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$v = \frac{16,2 \cdot 10,1^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 1,09^{0,2} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 1,72 = 64,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:



$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 64,5}{3,14 \cdot 10,1} = 2033 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

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

$$C_M = 0,09 \quad q = 1 \quad x = 0,9 \quad y = 0,8 \quad K_p = 1 \quad \text{из табл.42}$$

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 10,1^1 \cdot 1,09^{0,9} \cdot 0,6^{0,8} \cdot 1 = 6,53 \text{ Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_p = 67 \quad q = 0 \quad x = 1,2 \quad y = 0,65 \quad K_p = 1 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 67 \cdot 10,1^0 \cdot 1,09^{1,2} \cdot 0,6^{0,65} \cdot 1 = 533,07 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{6,53 \cdot 2033}{9750} = 1,36 \text{ кВт}$$

Переход 14: Рассверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст.181]-Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5(D-d) = 0,5 \cdot (16,1 - 10,1) = 3 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,6 \text{ мм/об}$  [4, ст.381] табл.35

Скорость резания [4, ст.381]

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

$$C_v = 16,2 \quad q = 0,4 \quad x = 0,2 \quad y = 0,5 \quad m = 0,2 \quad \text{по табл 39 [4, ст.383]}$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$$

$$K_{Mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{550}\right)^{1,75} = 1,72 \quad K_{iv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$v = \frac{16,2 \cdot 16,1^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 3^{0,2} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 1,72 = 41 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 41}{3,14 \cdot 16,1} = 811 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{\text{мр}} = 10C_{\text{м}} * D^q * t^x * S^y * K_p$$

$$C_{\text{м}}=0,09 \quad q=1 \quad x=0,9 \quad y=0,8 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.42}$$

$$M_{\text{мр}} = 10 C_{\text{м}} * D^q * t^x * S^y * K_p = 10 * 0,09 * 16,1^1 * 3^{0,9} * 0,6^{0,8} * 1 = 25,88 \text{Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10C_p * D^q * t^x * S^y * K_p$$

$$C_p=67 \quad q=0 \quad x=1,2 \quad y=0,65 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 67 * 16,1^0 * 3^{1,2} * 0,6^{0,65} * 1 = 1796,46 \text{Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} * n}{9750} = \frac{25,88 * 811}{9750} = 2,15 \text{кВт}$$

Переход 15: Рассверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5(D-d) = 0,5 * (11,5 - 7,92) = 1,79 \text{мм}$$

Подача  $S = 0,6 \text{мм/об}$  [4, ст. 381] табл. 35

Скорость резания [4, ст. 382]

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

$$C_v = 16,2 \quad q = 0,4 \quad x = 0,2 \quad y = 0,5 \quad m = 0,2. \quad \text{по табл 39 [4, ст. 383]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv}$$

$$K_{Mv} = 1,0 * \left(\frac{750}{550}\right)^{1,75} = 1,72 \quad K_{iv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$v = \frac{16,2 * 11,5^{0,4}}{45^{0,2} * 1,79^{0,2} * 0,6^{0,5}} * 1,72 = 39,7 \text{м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 39,7}{3,14 * 11,5} = 1100 \text{об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{\text{мр}} = 10C_{\text{м}} * D^q * t^x * S^y * K_p$$

$$C_{\text{м}}=0,09 \quad q=1 \quad x=0,9 \quad y=0,8 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.42}$$

$$M_{\text{мр}} = 10 C_M * D^q * t^x * S^y * K_p = 10 * 0,09 * 11,5^1 * 1,79^{0,9} * 0,6^{0,8} * 1 = 11,6 \text{ Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10 C_p * D^q * t^x * S^y * K_p$$

$$C_p = 67 \quad q=0 \quad x=1,2 \quad y=0,65 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10 C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 67 * 11,5^0 * 1,79^{1,2} * 0,6^{0,65} * 1 = 966,71 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} * n}{9750} = \frac{11,6 * 1100}{9750} = 1,31 \text{ кВт}$$

Переход 16: Зенковать отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5(D-d) = 0,5 * (12,66 - 11,5) = 0,58 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,6 \text{ мм/об}$  [4, ст. 381] табл. 35

Скорость резания [4, ст. 382]

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

$$C_v = 16,2 \quad q=0,4 \quad x=0,2 \quad y=0,5 \quad m=0,2 \quad \text{по табл 39 [4, ст. 383]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv}$$

$$K_{Mv} = 1,0 * \left(\frac{750}{550}\right)^{1,75} = 1,72 \quad K_{iv} = 1 \quad K_{lv} = 1$$

$$v = \frac{16,2 * 12,66^{0,4}}{30^{0,2} * 0,58^{0,2} * 0,6^{0,5}} * 1,72 = 56 \text{ м/мин}$$

$T = 30$  из табл. 40 [4, ст. 384]

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 56}{3,14 * 12,66} = 1409 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{\text{мр}} = 10 C_M * D^q * t^x * S^y * K_p$$

$$C_M = 0,09 \quad q=1 \quad x=0,9 \quad y=0,8 \quad K_p=1 \quad \text{из табл. 42}$$

$$M_{\text{мр}} = 10 C_M * D^q * t^x * S^y * K_p = 10 * 0,09 * 12,66^1 * 0,58^{0,9} * 0,6^{0,8} * 1 = 4,63 \text{Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10 C_p * D^q * t^x * S^y * K_p$$

$$C_p = 67 \quad q=0 \quad x=1,2 \quad y=0,65 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10 C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 67 * 12,66^0 * 0,58^{1,2} * 0,6^{0,65} * 1 = 250 \text{Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} * n}{9750} = \frac{4,63 * 1409}{9750} = 0,67 \text{кВт}$$

Переход 17: Нарезать резьбу

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = \frac{18 - 16,1}{2} = 0,95 \text{мм}$$

Подача S равно шагу резьбы

$$S = 1,5 \text{мм/об}$$

Скорость резания [4, ст. 432] при нарезании метрической резьбы метчиками.

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

$$C_v = 64,8. \quad q=1,2. \quad y=0,5. \quad m=0,9. \quad \text{по табл 118 [4, ст. 431]}$$

$$T=90 \quad \text{по табл. 118 [4, ст. 431]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv} = 1,72 * 0,9 * 0,75 = 1,16$$

$$v = \frac{64,8 * 18^{1,2}}{90^{0,9} * 1,5^{0,5}} * 1,16 = 34,3 \text{м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 34,3}{3,14 * 18} = 607 \text{об/мин}$$

Сила резания

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} * K_p \quad [4, \text{ст. 432}]$$

где P- шаг резьбы, мм

i- число рабочих ходов, устанавливаемое из табл. 115

D-номинальный диаметр резьбы, мм

$K_p=1$  из табл.115 [4,ст.433]

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} * K_p = \frac{10*1*1,5^{1,5}}{5} * 1 = 3,7Н$$

Крутящий момент

$$M_{mp} = 10C_m * D^q * P^y * K_p$$

$$C_m=0,0270 \quad q=1,4 \quad y=1,5 \quad K_p=1$$

$$M_{mp} = 10C_m * D^q * P^y * K_p = 10*0,0270*18^{1,4}*1,5^{1,5}*1 = 28,4Н*М$$

Мощность резания [4,ст.432]

$$N_e = \frac{M*n}{975} = \frac{28,4*607}{975} = 17,7кВт$$

Переход 18: Нарезать резьбу

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.178]-Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = \frac{12,7-11,5}{2} = 0,6мм$$

Подача S равно шагу резьбы

$$S = 1,27мм/об$$

Скорость резания [4,ст.432] при нарезании метрической резьбы метчиками.

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

$$C_v = 64,8. \quad q=1,2. \quad y=0,5. \quad m=0,9. \quad \text{по табл 118 [4,ст.431]}$$

$$T=90 \quad \text{по табл.118 [4,ст.431]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv} = 1,72*0,9*0,75 = 1,16$$

$$v = \frac{64,8*18^{1,2}}{90^{0,9}*1,5^{0,5}} * 1,16 = 24,6м/мин$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000*v}{\pi*D} = \frac{1000*24,6}{3,14*12,7} = 617об/мин$$

Сила резания

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} * K_p \quad [4,ст.432]$$

где Р-шаг резьбы,мм

i-число рабочих ходов, устанавливаемое из табл.115

D-номинальный диаметр резьбы, мм

$K_p=1$  из табл.115 [4,ст.433]

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} * K_p = \frac{10*1*1,27^{1,5}}{5} * 1 = 2,9Н$$

Крутящий момент

$$M_{mp} = 10C_m * D^q * P^y * K_p$$

$$C_m=0,0270 \quad q=1,4 \quad y=1,5 \quad K_p=1$$

$$M_{mp} = 10C_m * D^q * P^y * K_p = 10*0,0270*12,7^{1,4}*1,27^{1,5}*1 = 13,5Н*М$$

Мощность резания [4,ст.432]

$$N_e = \frac{M*n}{975} = \frac{13,5*617}{975} = 8,6кВт$$

Операция 3:Сверлильная

Переход 1:Сверление 4 отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями[4,ст.178]-Р6М5.Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t=0,5D=4,3/2=2,15мм$$

Подача  $S=0,1$ мм/об [4,ст.381] табл.35

Скорость резания [4,ст.382]

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

$$C_v=7,0. \quad q=0,4. \quad y=0,7. \quad m=0,2. \quad \text{по табл 38 [4,ст.383]}$$

$$T=15 \quad \text{по табл.40 [4,ст.384]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{lv} = 1,36*1*1 = 1,36 [4,ст.385]$$

$$v = \frac{7*4,3^{0,4}}{15^{0,2}*0,1^{0,7}} * 1,36 = 49,8м/мин$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000*v}{\pi*D} = \frac{1000*49,8}{3,14*4,3} = 3688об/мин$$

принимаем  $n_{\text{факт}}=1400\text{об/мин}$

$$V_{\text{факт}} = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 4,3 * 1400}{1000} = 18,9 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 4,3^2 * 0,1^{0,8} * 1 = 1 \text{ Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10 C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 4,3^1 * 0,1^{0,7} * 1 = 583 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} * n}{9750} = \frac{1 * 1400}{9750} = 0,14 \text{ кВт}$$

Переход 2: Нарезать резьбу

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,85 \text{ мм}$$

Подача S равно шагу резьбы

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания [4, ст. 432] при нарезании метрической резьбы метчиками.

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

$$C_v = 64,8. \quad q = 1,2. \quad y = 0,5. \quad m = 0,9. \quad \text{по табл 118 [4, ст. 431]}$$

$$T = 90 \quad \text{по табл. 118 [4, ст. 431]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv} = 1,72 * 0,9 * 0,75 = 1,16$$

$$v = \frac{64,8 * 6^{1,2}}{90^{0,9} * 1^{0,5}} * 1,16 = 11,2 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 11,2}{3,14 * 6} = 594 \text{ об/мин}$$

принимаем  $n_{\text{факт}}=500\text{об/мин}$

$$V_{\text{факт}} = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 6 * 500}{1000} = 9,42 \text{ м/мин}$$

Сила резания

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} * K_p \quad [4, \text{ст.432}]$$

где P-шаг резьбы, мм

i-число рабочих ходов, устанавливаемое из табл.115

D-номинальный диаметр резьбы, мм

$K_p=1$  из табл.115 [4,ст.433]

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} * K_p = \frac{10 * 1 * 1^{1,5}}{5} * 1 = 2 \text{Н}$$

Крутящий момент

$$M_{\text{мп}} = 10C_M * D^q * P^y * K_p$$

$$C_M = 0,0270 \quad q = 1,4 \quad y = 1,5 \quad K_p = 1$$

$$M_{\text{мп}} = 10C_M * D^q * P^y * K_p = 10 * 0,0270 * 6^{1,4} * 1^{1,5} * 1 = 3,3 \text{Н*М}$$

Мощность резания [4,ст.432]

$$N_e = \frac{M * n}{975} = \frac{3,3 * 500}{975} = 1,69 \text{кВт}$$

## 1.8 Расчет основного времени для каждой операции и перехода

Основное время для токарных работ определяем по формуле

[5, с. 611]:

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

Где L –расчётная длина обработки, мм;

i –число рабочих ходов;

n –частота вращения шпинделя, об/мин;

S –подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице [5, с.620];

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице [5, с.620].



Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [5, с. 612]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}$$

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;  
 $S$  – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 612]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;  
 $l_1$  – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице [5, с.621];  
 $l_2$ – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице [5, с.621].

Основное время для фрезерных работ определяем по формуле [5, с. 614]:

$$T_o = \frac{L}{S_m}$$

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;  
 $S$  – подача на зубе, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 613]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;  
 $l_1$  – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице [2, с.623];  
 $l_2$  – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице [2, с.623].

Основное время для резьбонарезных работ машинными метчиками определяем по формуле [5, с. 613]:

$$T_o = \frac{L + L_{всп}}{n \cdot P}$$

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;  
 $L_{всп}$  –длина вспомогательного хода метчика;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

P–шаг.мм

Расчётная длина обработки [5, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

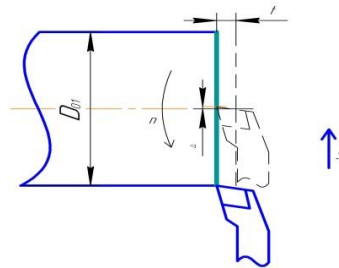
Где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице [5, с.622];

$l_2$  – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице [5, с.622].

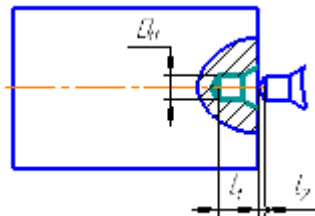
Операция 1.

переход 1



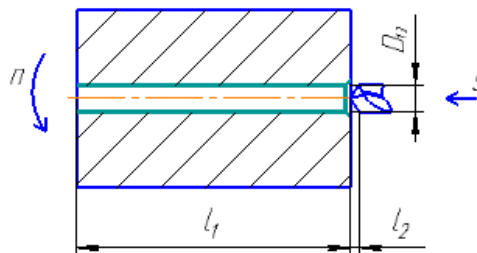
$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(45+5+1)*1}{80*1} = 0,64 \text{ мин}$$

переход 2



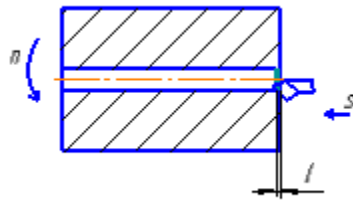
$$T_0 = \frac{l_1+l_2+l_3}{n*S} = \frac{5+2}{2000*0,1} = 0,035 \text{ мин}$$

переход 3



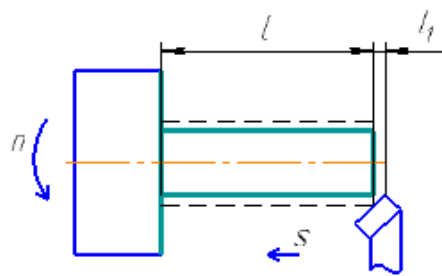
$$T_0 = \frac{l_1+l_2+l_3}{n*S} = \frac{218,88+5}{1600*0,15} = 0,933 \text{ мин}$$

переход 4



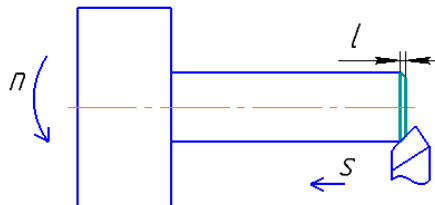
$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(0,3+5+1)*1}{2000*0,3} = 0,011 \text{ мин}$$

переход 5



$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(190,95+13+2)*10}{500*0,5} + \frac{(190,95+13+2)*1}{2000*0,1} = 9,268 \text{ мин}$$

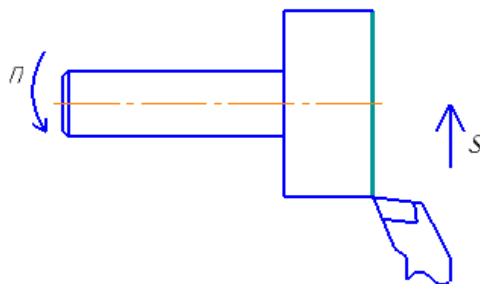
переход 6



$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(0,5+5+1)*1}{2000*0,4} = 0,008 \text{ мин}$$

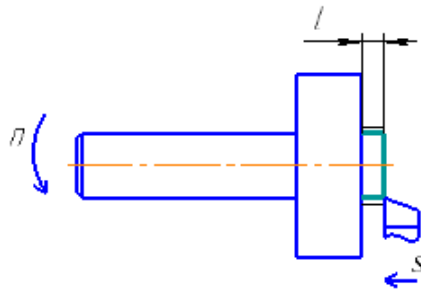
Операция 2.

переход 1



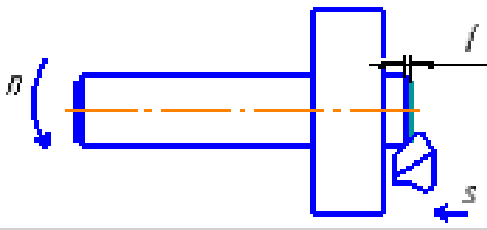
$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(45+5+1)*1}{59*1} = 1,627 \text{ мин}$$

переход 2



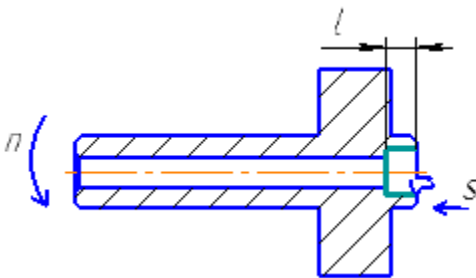
$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(190,95+13+2)*10}{484*0,5} + \frac{(190,95+13+2)*1}{2444*0,1} = 9,353 \text{ мин}$$

переход 3



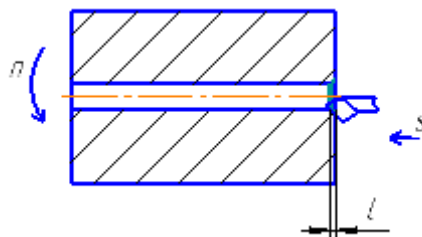
$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(0,5+5+1)*1}{3171*0,4} = 0,005 \text{ мин}$$

переход 4



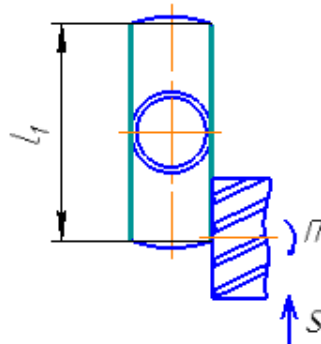
$$T_0 = \frac{l_1+l_2+l_3}{n*s} = \frac{6+20+5}{2088*0,35} = 0,042 \text{ мин}$$

переход 5



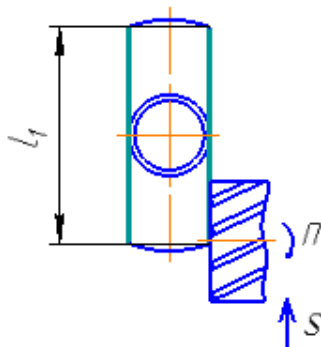
$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(0,5+5+1)*1}{3079*0,3} = 0,007 \text{ мин}$$

переход 6



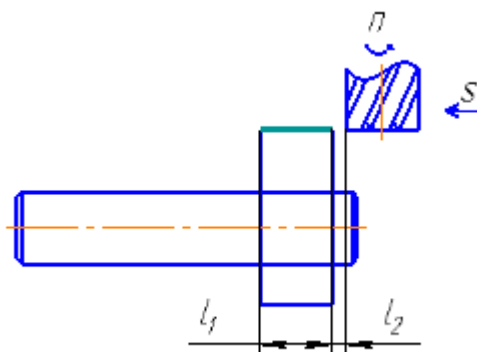
$$T_0 = \frac{l_1+l_2+l_3}{S_M} = \frac{43,77+49}{858*0,02} = 5,406 \text{ мин}$$

переход 7



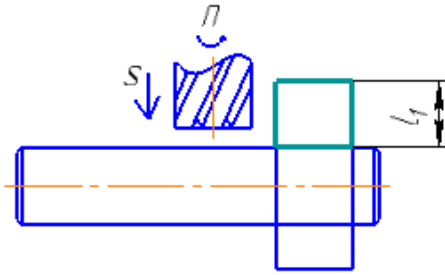
$$T_0 = \frac{l_1+l_2+l_3}{S_M} = \frac{43,77+49}{858*0,02} = 5,406 \text{ мин}$$

переход 8



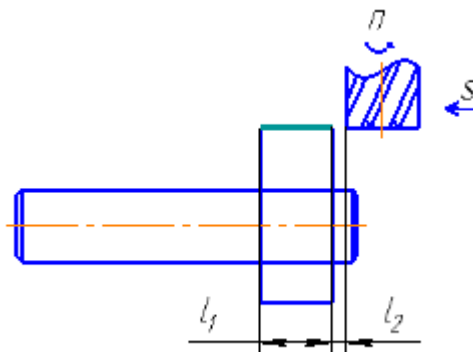
$$T_0 = \frac{l_1+l_2+l_3}{S_M} = \frac{24+13}{1537*0,01} = 2,407 \text{ мин}$$

переход 9



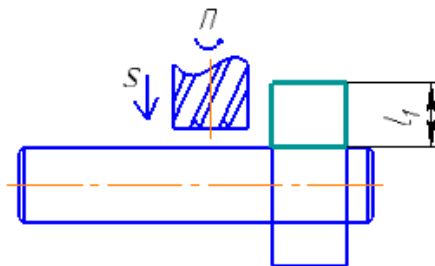
$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{20 + 13}{1771 * 0,05} = 0,373 \text{ мин}$$

переход 10



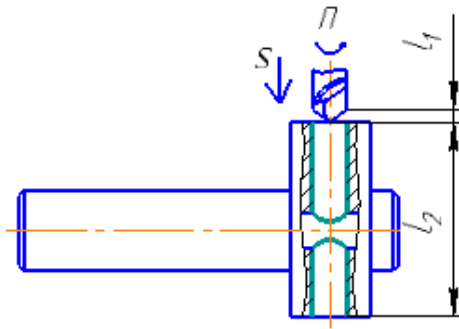
$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{24 + 13}{1618 * 0,1} = 0,229 \text{ мин}$$

переход 11



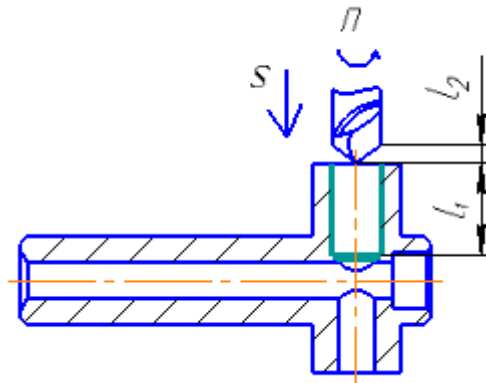
$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{30 + 13}{1771 * 0,05} = 0,486 \text{ мин}$$

переход 12



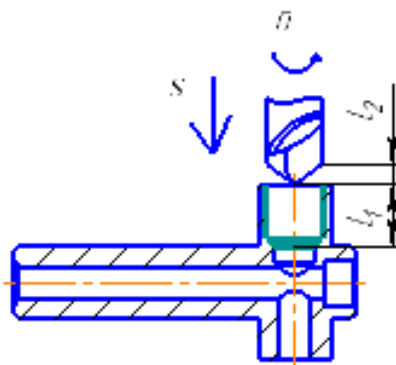
$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{74 + 2,5}{1568 \cdot 0,2} = 0,245 \text{ мин}$$

переход 13



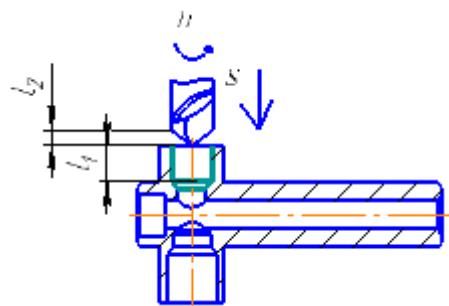
$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{36,15 + 5}{2033 \cdot 0,6} = 0,034 \text{ мин}$$

переход 14



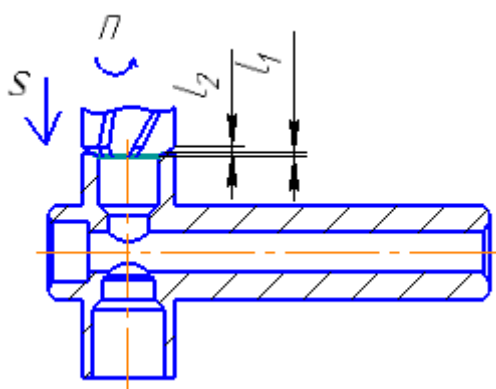
$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{26,95 + 6}{811 \cdot 0,6} = 0,068 \text{ мин}$$

переход 15



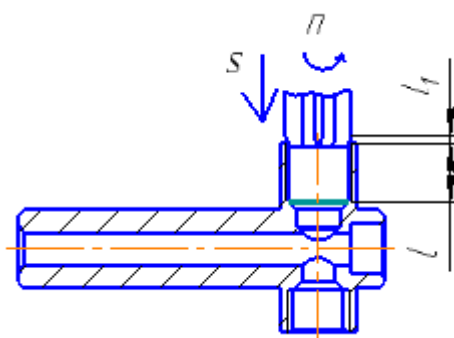
$$T_o = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n * S} = \frac{19,96 + 5}{1100 * 0,6} = 0,038 \text{ мин}$$

переход 16



$$T_o = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n * S} = \frac{0,58 + 3}{1409 * 0,6} = 0,004 \text{ мин}$$

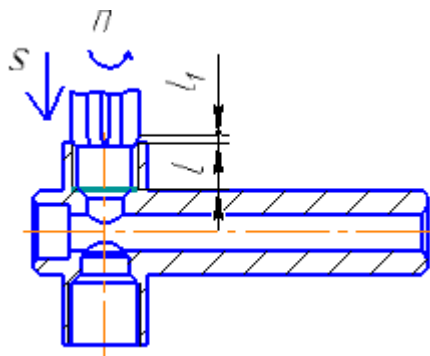
переход 17



$$T_o = \frac{l + l_{\text{всп}}}{n * P} = \frac{26,95 + 6 * 1,5}{617 * 1,5} = 0,039 \text{ мин}$$

переход 18

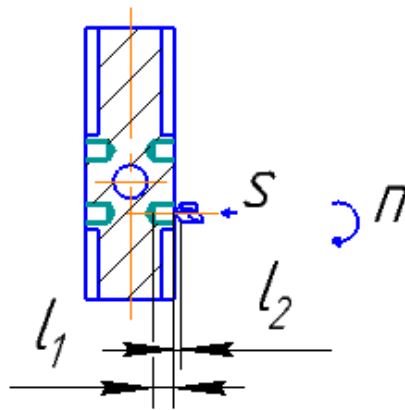




$$T_0 = \frac{l + l_{\text{всп}}}{n * P} = \frac{19,96 + 6 * 1,27}{617 * 1,27} = 0,035 \text{ мин}$$

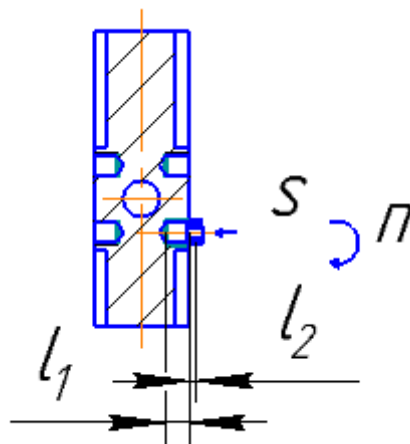
Операция 3.

переход 1



$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n * S} * 4 = \frac{6 + 2,5}{3015 * 0,1} * 4 = 0,113 \text{ мин}$$

переход 2



$$T_0 = \frac{l + l_{\text{всп}}}{n * P} * 4 = \frac{6 + 6 * 1}{594 * 1} * 4 = 0,081 \text{ мин}$$

## 1.9 Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени  $T_{шт.к.}$  [2, с. 101]

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт}$$

Штучное время определяем по формуле [2, с.101]:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{от}$$

где  $T_0$ -основное время,мин

$T_B$ -вспомогательное время,мин

$T_{об}$ -время на обслуживание рабочего места,мин

$T_{от}$ -время перерывов на отдых и личные надобности,мин

Вспомогательное время определяем по формуле [2, с.101]:

$$T_{всп.} = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из};$$

где  $T_{уст.}$ - время на установку и снятие детали по таблице 5.2. [2, с.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали по таблице 5.7. [2, с.201];

$T_{уп}$ - время на управление станком по таблице 5.8. [2, с.202];

$T_{из}$ - время на измерение детали по таблице 5.12. [2, с.207];

Время на обслуживание и отдых:  $T_{о.т.}=7\%*T_0$  [2, с.214] табл.6,1

Подготовительно-заключительное время  $T_{п.з.}$  [2, с.215] табл.6,3

n-количество деталей в настроенной партии, n=1000шт.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_0 + T_B + T_{о.т.}$$

Операция 1:

$$T_0=11,455\text{мин}$$

$$T_{у.с}=0,17\text{мин} \quad [2, \text{с.197}] \text{ табл.5,1}$$

$$T_{з.о.}=0,058\text{мин} \quad [2, \text{с.202}] \text{ табл.5,7}$$

$$T_{у.п.}=0,04+0,06+0,06=0,16\text{мин} \quad [2, \text{с.205}] \text{ табл.5,9}$$

$$T_{и.з} = 0,2 + 0,18 = 0,38 \text{мин} \quad [2, \text{с.209}] \text{ табл.5,16}$$

$$T_{всп.} = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{у.п} + T_{из} = 0,768 \text{мин}$$

$$T_{о.т} = 7\% * T_0 = 7\% * 11,455 = 0,802 \text{мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{мин}$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_0 + T_в + T_{о.т} = \frac{12}{1000} + 11,455 + 0,768 + 0,802 = 13,037 \text{мин}$$

Операция 2:

$$T_0 = 25,804 \text{мин}$$

$$T_{у.с} = 0,08 \text{мин} \quad [2, \text{с.197}] \text{ табл.5,1}$$

$$T_{з.о} = 0,052 \text{мин} \quad [2, \text{с.202}] \text{ табл.5,7}$$

$$T_{у.п} = 0 \text{мин}$$

$$T_{и.з} = 0,12 + 0,16 + 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,41 + 0,41 = 2,06 \text{мин} \\ [2, \text{с.209}] \text{ табл.5,16}$$

$$T_{всп.} = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{у.п} + T_{из} = 0,08 + 0,052 + 2,06 = 2,192 \text{мин}$$

$$T_{о.т} = 7\% * T_0 = 7\% * 25,804 = 1,81 \text{мин}$$

$$T_{п.з} = 10 \text{мин}$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_0 + T_в + T_{о.т} = \frac{10}{1000} + 25,804 + 2,522 + 1,81 = 30,15 \text{мин}$$

Операция 3:

$$T_0 = 0,194 \text{мин}$$

$$T_{у.с} = 0,047 * 2 = 0,094 \text{мин} \quad [2, \text{с.199}] \text{ табл.5,6}$$

$$T_{з.о} = 0,052 * 2 = 0,104 \text{мин} \quad [2, \text{с.202}] \text{ табл.5,7}$$

$$T_{у.п} = 0,01 * 2 = 0,02 \text{мин}$$

$$T_{и.з} = (0,12 + 0,21) * 4 = 1,32 \text{мин} \quad [2, \text{с.209}] \text{ табл.5,16}$$

$$T_{всп.} = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{у.п} + T_{из} = 0,094 + 0,104 + 0,02 + 1,32 = 1,538 \text{мин}$$

$$T_{о.т} = 7\% * T_0 = 7\% * 0,194 = 0,014 \text{мин}$$

$$T_{п.з} = 9 \text{мин}$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_0 + T_в + T_{о.т} = \frac{9}{1000} + 0,194 + 1,538 + 0,014 = 1,755 \text{мин}$$

Операция 5:

$$T_0 \approx 5 \text{мин}$$

$$T_{y.c} = 0,17 \text{ мин} \quad [2, \text{ с.197}] \text{ табл.5,1}$$

$$T_{z.o} = 0,058 \text{ мин} \quad [2, \text{ с.202}] \text{ табл.5,7}$$

$$T_{y.n} = 0,06 \text{ мин} \quad [2, \text{ с.205}] \text{ табл.5,9}$$

$$T_{и.з} = 0,12 \text{ мин} \quad [2, \text{ с.209}] \text{ табл.5,16}$$

$$T_{всп.} = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{y.n} + T_{и.з} = 0,408 \text{ мин}$$

$$T_{o.t} = 7\% * T_0 = 7\% * 5 = 0,35 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_0 + T_{в} + T_{o.t} = \frac{12}{1000} + 5 + 0,408 + 0,35 = 5,77 \text{ мин}$$

## 2. Конструкторский раздел

### 2.1 Техническое задание

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

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

*Таблица 1*

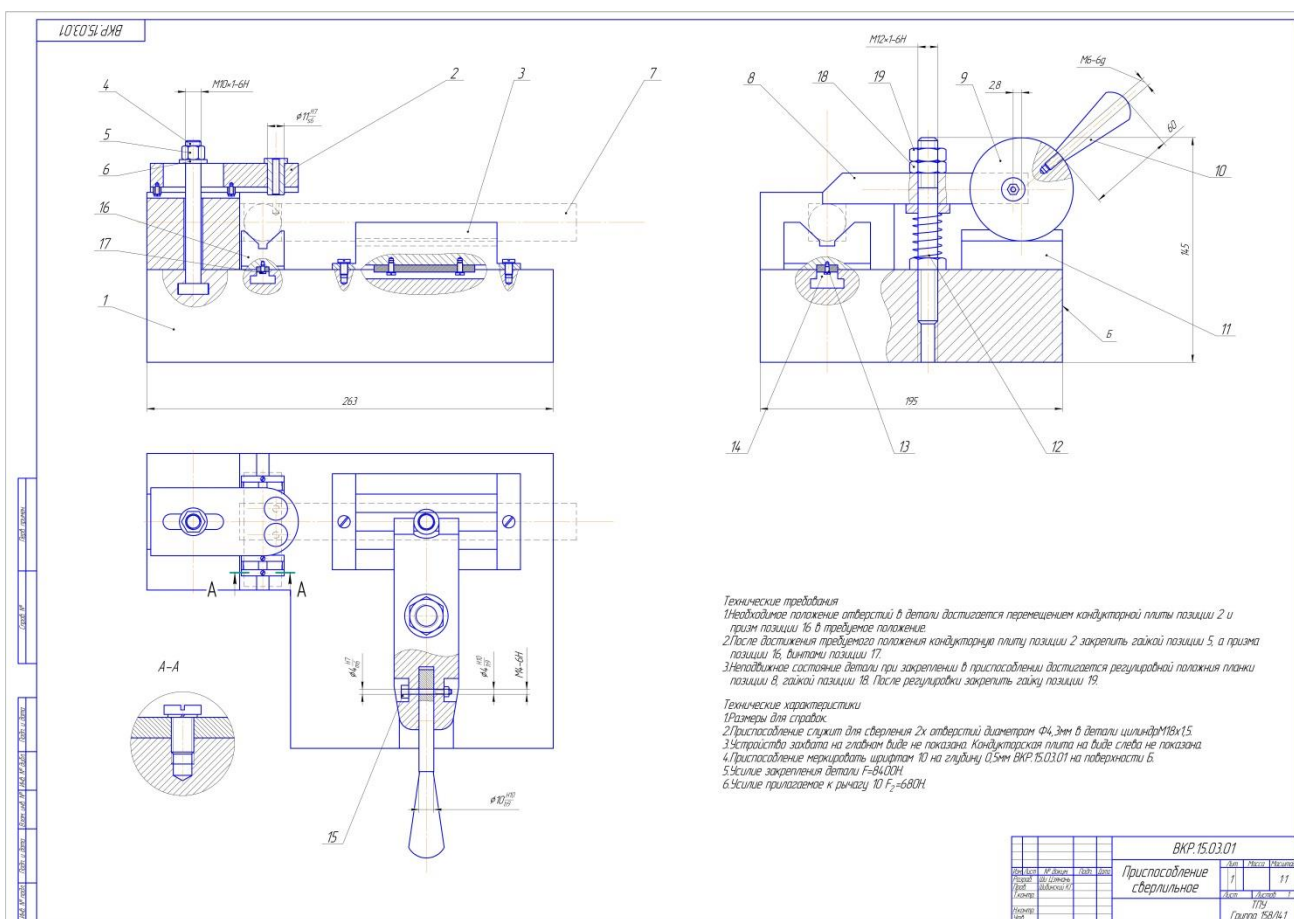
<b>Раздел</b>	<b>Содержание раздела</b>
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Цилиндр М18х1,5» на Вертикально-сверлильном станке модели ПРОМА Е-1516В/400.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Цилиндр М18х1,5».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Цилиндр М18х1,5» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.

<p>Технические (тактико-технические) требования</p>	<p><u>Тип производства</u> – среднесерийный</p> <p><u>Программа выпуска</u> - 10000 шт. в год.</p> <p>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модель PROMA E-1516B/400.</p> <p><u>Входные данные</u> о заготовке, поступающей на сверлильную операцию:</p> <p>высота заготовки <math>24 \pm 0,025</math> мм,</p> <p>Диаметр <math>\phi 24^{+0,05}</math> мм.</p> <p>Ra 4,0 мкм.</p>
<p>Документация, подлежащая разработке</p>	<p>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.</p>

## 2.2 Выбор базовой конструкции и описание приспособления

Приспособление служит для сверления 2х отверстий диаметром  $\phi 4,3$  мм в детали цилиндр M18x1,5 на вертикально-сверлильном станке модели PROMA E-1516B/400.

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями. Необходимое положение отверстий в детали достигается перемещением кондукторной плиты позиции 2 и призм позиции 16 в требуемое положение. После достижения требуемого положения кондукторную плиту позиции 2 закрепить гайкой позиции 5, а призма позиции 16, винтами позиции 17. Неподвижное состояние детали при закреплении в приспособлении достигается регулирующей положения планки позиции 8, гайкой позиции 18. После регулировки закрепить гайку позиции 19. После регулировки закрепить гайку позиции 19. После этого, зажимать рычаг 10 сверлить 2 отверстия, после обработки, поднимать рычаг 10, повернуть заготовку и продолжать сверлить 2 отверстия.



## 2.3 Определение необходимой силы зажима

Расчёт ЭЗМ с круглыми стандартными эксцентриковыми кулачками (рис 1). Если угол поворота эксцентрикового кулачка не ограничен ( $\gamma \leq 130^\circ$ ), то ход кулачка

$$h = 0,5(\Delta_{rap} + \Delta h + \Delta + P_3/I)$$

где  $\Delta_{rap}$ -гарантированный зазор при установке заготовки,  $\Delta_{rap} = 0,2 \dots 0,4$  мм;

$\Delta h$ -запас хода, учитывающий погрешности изготовления и износ кулачка,  $\Delta h = 0,4 \dots 0,6$  мм;

$I$ -жесткость эксцентрикового ЭЗМ,  $I = 10^3 \dots 12 \cdot 10^3$  Н/мм;

$P_3$ -сила закрепления заготовки, Н.

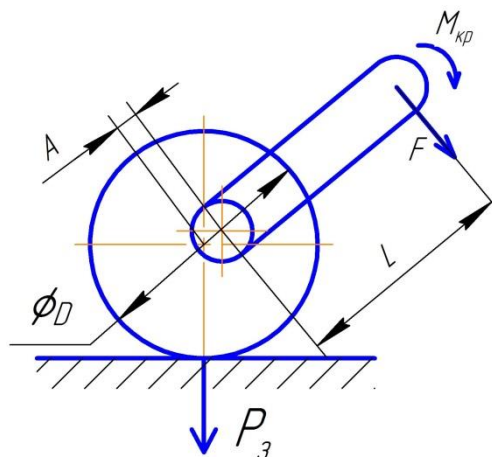


рис 1.

При выборе кулачка [4, с.121] табл.15 значения  $h$  и  $P_3$  округляют до ближайших больших в соответствии с ГОСТ-68 в ред.1989г.

Наружный диаметр $D$ , мм	Эксцентриситет $A$ , мм	Ход кулачка $h$ , мм	Сила закрепления $P$ , кН	Крутящий момент на рукоятке кН*мм
60	2,8	1,4/5,59	7	41



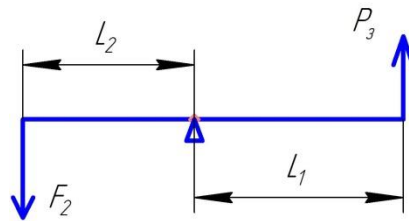
$$M_{кр} = F * L$$

$$M_{кр} = 41 \text{ кН} * \text{мм}. \quad L = 600 \text{ мм}.$$

$$41 = 60 * F$$

$$F = 0,068 \text{ кН}$$

Усилие, прилагаемое к рычагу  $F = 68 \text{ Н}$



$$P_3 * L_1 = F_2 * L_2$$

$$P_3 = 7 \text{ кН}. \quad L_1 = 60 \text{ мм}. \quad L_2 = 50 \text{ мм}$$

$$7 * 60 = 50 * F_2$$

$$F_2 = 8,4 \text{ кН}$$

Усилие закрепления детали  $F_2 = 8,4 \text{ кН}$

## Заключение

Тема моего дипломного проекта –Разработка технологического процесса детали типа «Цилиндр». В первой части даны элементы теории размерных цепей. Вторая часть посвящена размерному анализу спроектированных технологических процессов изготовления деталей. Здесь рассматривается построение размерных схем технологических процессов и графов технологических размерных цепей, расчет значений припусков и конструкторских размеров, обеспечиваемых спроектированным технологическим процессом. В третьей части изложены основные вопросы размерного анализа проектируемых технологических процессов изготовления деталей: определение допусков на технологические размеры, расчет минимальных припусков на обработку и технологические размеры, включая размеры исходной заготовки. Потом, рассчитаны технологические времени и проектировано приспособление.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л41	Ши Цзянань

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение</b>	<b>Материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление</b>	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<p>1. Стоимость ресурсов научного исследования материально-технических, энергетических, информационных и человеческих (НИ): финансовых,</p>	<p>Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.</p>
<p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	
<p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p>1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</p>	<p>Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.</p>
<p>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</p>	<p>Перечень этапов, работ и распределение исполнителей, календарный план-график проведения НИОКР по теме.</p>
<p>3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</p>	<p>Расчет материальных затрат НИИ, расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.</p>
<p>4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</p>	<p>Расчёт основной заработной платы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы, расчет бюджета затрат НИИ.</p>
<p>5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</p>	<p>По результатам НИИ были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная НИИ относится к поисковым работам, то оценивать её эффективность преждевременно.</p>

<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности ИП</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Модель Кана</li> <li>4. Оценка перспективности нового продукта</li> <li>5. Инвестиционный план. Бюджет ИП</li> <li>6. Основные показатели эффективности ИП</li> </ol>

<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>
Доцент ОСГН	Баннова К.А.	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
158Л41	Ши Цзянань		

### **3. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью главы «Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережения» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих современным требованиям. Для достижения цели нужно решить задачи:

1. оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
2. SWOT – анализ;
3. планирование научно – исследовательских работ;
4. определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности задач.

#### **1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

В ходе работы разрабатывали ТП детали цилиндр. цилиндр – деталь изготовлен из круглого горячекатаного проката. Объем выпуска продукции 10000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО НПО «Сибирский машиностроитель», ЗАО НПФ «Микран».

#### **1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 1

## Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,01	3	1	1	0,02	0,01	0,01
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	2	3	1	0,5	0,7
3. Помехоустойчивость	0,02	2	1	1	0,05	0,02	0,02
4. Энергоэкономичность	0,01	4	3	2	0,04	0,03	0,03
5. Надежность	0,2	5	2	3	1	0,5	0,6
6. Уровень шума	0,01	1	2	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,2	4	2	4	0,3	0,2	0,5
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляем	0,01	5	2	5	0,04	0,02	0,15

ые возможности)							
10. Простота эксплуатации	0,1	4	1	3	0,5	0,1	0,2
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	3	2	2	0,2	0,3	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	2	3	1	0,02	0,01	0,01
3. Цена	0,01	2	1	2	0,02	0,02	0,02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	3	3	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,1	3	3	1	0,2	0,15	0,04
6. Финансирование научной разработки	0,01	1	1	1	0,01	0,01	0,02
7. Срок выхода на рынок	0,01	3	2	1	0,02	0,02	0,01
8. Наличие сертификации разработки	0,05	5	4	2	0,1	0,2	0,1

Итого	1	57	38	42	3,83	2,4	2,73
-------	---	----	----	----	------	-----	------

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка:  $K = \sum V_i \cdot B_i = 57 \cdot 3,83 = 218,31$

Конкуренты:  $K1 = \sum V_i \cdot B_i = 38 \cdot 2,4 = 91,2$

$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 42 \cdot 2,73 = 114,66$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способна выдерживать максимальные возможные нагрузки на прессах, где она будет использоваться. Также деталь является надежной, так как выполнена из конструкционной стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

### 1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение



целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					

1. Энергоэффективность	0,01	60	100	0,6	0,004
2. Помехоустойчивость	0,02	20	100	0,2	0,005
3. Надежность	0,1	90	100	0,9	0,16
4. Унифицированность	0,2	70	100	0,8	0,7
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,8	0,1
6. Уровень шума	0,01	10	100	0,2	0,001
7. Безопасность	0,1	60	100	0,6	0,05
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	100	0,1	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	60	100	0,5	0,004

10. Простота эксплуатации	0,1	40	100	0,4	0,004
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	100	0,2	0
12. Ремонтопригодность	0,05	50	100	0,5	0,025
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,05	70	100	0,8	0,08
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	30	100	0,2	0,002
15. Перспективность рынка	0,01	20	100	0,2	0,002
16. Цена	0,2	30	100	0,3	0,025
17. Послепродажное обслуживание	0,05	30	100	0,3	0,02
18. Финансовая	0,02	1	100	0,1	0,001

эффективность научной разработки					
19. Срок выхода на рынок	0,01	30	100	0,2	0,002
20. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	70	100	0,7	0,014
Итого	1	833		8,7	0,6

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i = 833 \cdot 0,6 = 499,8$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;  $V_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 499,8, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

#### 1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 3

Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>C1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>C2. Наличие опытного руководителя</p> <p>C3. Использование современного оборудования</p> <p>C4. Наличие современного программного продукта</p> <p>C5. Актуальность проекта</p> <p>C6. Использование УП</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>

<p>В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением;</p> <p>-При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>
<p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований и</p>	<p>- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

сертификации программы.		
----------------------------	--	--

Таблица 4

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	-	+	+	+	-	+
	B2	+	+	-	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные стороны и возможности: B1C2C3C4C6, B2C1C2C4C5C6.

Таблица 5

Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности		Сл1	Сл2	Сл3

проекта	B1	-	-	-
	B2	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл2.

Таблица 6

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	+	-	+	-	+
	У2	+	-	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С2С4С6, У2С1С6.

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+



	У2	-	-	+
--	----	---	---	---

## 2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Ранее были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Кано. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 8

Морфологическая матрица для детали матрицедержатель

	1	2	3	4
А. Визуализация	График	Формулы	Числовая	Текстовая

результатов			информация	информация
Б. Длительность расчета, мин	20	30	40	70
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

A1B4B3;

Первый вариант показывает, что результаты будут представлены в виде графиков, что позволит визуально оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется 70мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно сроят граф-дерево.

A4B3B1;

Во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не

требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 40 минут.

A2B3B4;

Формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 40 мин.

A3B1B2.

В настоящее время большой популярностью пользуются CAD-CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, в следствии чего программа выдала результаты анализа.

### 3. Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: - определение структуры работ в рамках научного исследования; - определение участников каждой работы; - установление продолжительности работ; - построение графика проведения научных исследований.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 9

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t min	t max	t <sub>ож</sub>	T <sub>р</sub>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	2	3	2	1
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	6	11	8	4,5
	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	15	22	13,5	13,5
	4	Выбор направления	Руководитель, Студент-дипл	3	6	4	1,8

		исследований	омник				
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	2	3	2	1,8
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	7	14	10	10
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	7	14	10	10
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	10	5

Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5	10	7	7
	10	Определение целесообразности и проведения ОКР	Руководитель	7	14	10	10
<i>Проведение ОКР</i>							
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	5	10	7	3,5
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	10	5
	13	Оценка эффективности	Руководитель, Студент-дипл	3	6	4	2

		производства и применения проектируемого изделия	омник				
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	5	10	7	7
	15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	2	6	3,6	3,6
Оформление отчета, ноу-хау (комплекта документов)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической	Студент-дипломник	3	6	4,2	4,2

ии по ОКР)		документаци и)					
	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипл омник	7	14	10	5
	18	Размещение рекламы	Студент-дипл омник	5	7	6	6

### 3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа. Теоретические материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе "Определение трудоемкости выполнения НИОКР.

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ 1оя используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{minі} + 2t_{maxі}}{5}, \text{ чел.-дн.},$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{minі}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;



$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{ч_i},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. ди.;

$t_{ож i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.;

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

Результаты смотреть в таблице.

### 3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Табл

ица 10

Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

№ ра	Содержание работ	Должность	$t_{ож i}$	Феврал ь	Мар т	Апрел ь	Май ь	Ию нь

б		исполнителя		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	2																					
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	8																					
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	13.5																					
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	4																					
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	2																					
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	10																					
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	10																					





исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.); Ц<sub>i</sub> – цена приобретения единицы i-го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.); k<sub>T</sub> – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 11.

Таблица

11

### Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Бумага	шт	10000	0,5	5000
Итого	5000			

Затраты на материалы 5000руб.

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 12

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
-------	---------------------------	----------------------------	--------------------------------------	---

	Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1
1	Токарно-винторезный станок 16К20	1	483000	483000
2	Токарно-фрезерная. Goodway 1500LS	1	204685	204685
3	Сверлильный станок	1	140000	140000
Итого: 827685 руб.				

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10

Мы работаем за 3 месяца, то есть:  $\frac{827685}{10 \times 12} \times 3 = 20692$  руб.

### 3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Зарплата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);  $Z_{зд}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя;  $F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );  $k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от  $Z_{тс}$ );  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	36800	0,3	0,2	1,3	71760	2962	38	112537,9
Студент	48000	0,3	0,2	1,3	93600	3900	69,5	271050
Итого $Z_{осн}$								383587,9

по рабочим дням, надо оплатить 383587,9руб.

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

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:



$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{ОСН}} + Z_{\text{доп}})$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 15).

Таблица 15

Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды
Руководитель	112537,9	33986,4
Студент	271050	81857,1
Итого		115843,5

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды всего 115843,5 руб.

#### 3.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одноставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб за 1 кВт/час.

Таблица 16

#### Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер	1	1700	5270
Итого				5270

### 3.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 17.

Таблица 17

#### Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	5000	Пункт 3.4.1
2 calculation of amortization	20692	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	383587,9	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	115843,5	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	530393.4	Сумма ст.1-5

#### 4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{\text{р}i}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{530393.4}{640000} = 0.829$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{\text{р}i}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 18).

Таблица 18

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4
3. Помехоустойчивость	0,15	3
4. Энергосбережение	0,20	5
5. Надежность	0,25	5
6. Материалоемкость	0,2	5

Итого	1	4,55
-------	---	------

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,6$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп1}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,6}{0,829} = 5,549$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{5,549}{6,9} = 0,804$$

Таблица 19

#### Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,829
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6
3	Интегральный показатель эффективности	5,549
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,804

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## Заключение

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур, на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения.

Произвели анализ конкурентных технических решений. Составили таблицу «Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений». Выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна. Составили матрицу SWOT, описали сильные и слабые стороны разработки. Представили четыре варианта решения технической задачи. Определили возможные альтернативы проведения научных исследований. В таблице «Перечень этапов, работ и распределение исполнителей» оговорили основные этапы и указали содержание работ на каждом этапе.

Определили трудоемкость выполнения работ. Разработали график проведения научного исследования, в котором показали трудоемкость работ исполнителей, на основе которой построили календарный план-график. Рассчитали материальные затраты НИИ, рассчитали затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. Далее произвели расчет основной заработной платы, составили таблицу «Баланс рабочего времени», также рассчитали сумму, которую необходимо перечислять во внебюджетные фонды. Учитывая процент выплат – 30,2%, выплата составит 115843,5 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 530393.4 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.



## «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л41	Ши Цзянань

<b>Школа</b>	<b>Инженерная Школа Новых Производственных Технологий</b>	<b>Отделение</b>	<b>Материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Машиностроение

**Тема работы: Разработка технологического процесса детали типа «Цилиндр».**

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и тд. Область применения: автоматизация технологического процесса
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Производственная безопасность</b>  1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей	Анализ выявленных вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– отклонение параметров микроклимата в помещении;</li> <li>– повышенный уровень шума/вибрация;</li> <li>– вредные вещества;</li> </ul> Психофизические факторы: <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенная нагрузка на органы зрения</li> <li>– длительные статические нагрузки;</li> <li>– монотонность труда;</li> <li>– нервно-эмоциональное напряжение.</li> </ul> Анализ выявленных опасных

<p>последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с программным обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– опасность поражения электрическим током,</li> <li>– опасность поражения статическим электричеством,</li> <li>– короткое замыкание.</li> <li>– Работа механизмов;</li> <li>– Запыленность;</li> <li>– СИЗы;</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Утилизация используемой орг.техники, макулатуры и люминесцентных ламп.</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, огнетушитель.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <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>	<p>Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	к.м.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Ши Цзянань		

## **4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Описание рабочего места**

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

## **1. Производственная безопасность**

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

### **1.1. Метеоусловия**

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ( $\varphi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\varphi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение

надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

## **1.2 Вредные вещества**

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

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения. Нельзя сказать, что за последние два десятилетия на предприятиях машиностроения ничего не сделано в области снижения вредного воздействия охлаждающих эмульсий на организм человека и окружающую среду. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых химических веществ. Так же со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно-механических

характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик). Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Не углубляясь во все тонкости микробиологии, в целом совокупность веществ, входящих в состав водных эмульсий, можно характеризовать и как питательную среду для развития бактерий и грибков.

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

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



### 1.3. Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

#### СКЗ

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

#### СИЗ

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

#### **1.4 Освещенность**

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 10$  м, ширина  $B = 8$  м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо

создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

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

$$S = 10 \times 8 = 80 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор  $\rho_c=40\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_{II}=70\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_3=1,2$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z=1,1$ .

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

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

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

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda=1,2$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

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

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

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

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

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

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

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

Число рядов светильников в помещении:

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

Число светильников в ряду:

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

Общее число светильников:

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

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

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

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

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

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при  $\rho_{\Pi} = 70\%$ ,  $\rho_{С} = 40\%$  и индексе помещения  $i = 1,97$  равен  $\eta = 0,65$ .

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

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

Делаем проверку выполнения условия:

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

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

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

## 1.5 Электробезопасность

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

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

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

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

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены.

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

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

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

#### *Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.*

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

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

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

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

## **2. Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна.



Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как впрочем, и само стекло, и цоколи.

### **3. Безопасность в ЧС**

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.

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

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

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

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

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

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

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

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

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

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

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

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

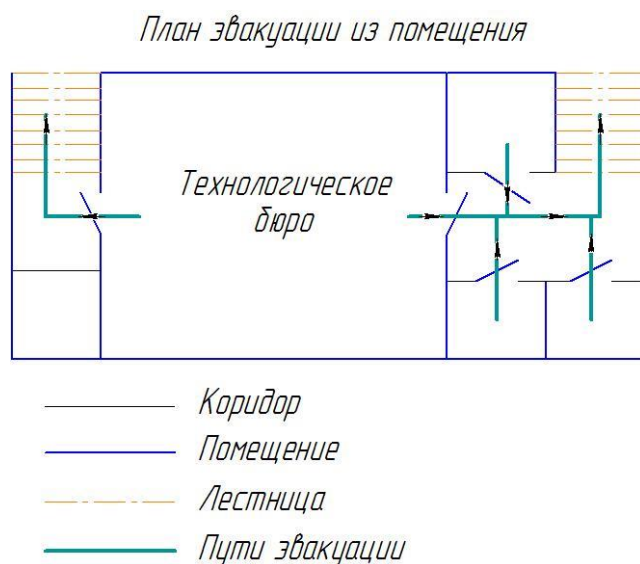


Рис 2. План эвакуации.

Вывод: В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума

и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности, пожарная безопасность.

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

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

## 15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

## Список литературы

1. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей:  
учебное пособие/В.Ф.Скворцов.-2-е изд.2009.-91 с.
2. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. Горбачевич А.Ф.,Шкрел В.А.2015.-256 с.
3. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие/ В.Ф. Скворцов. -2-е изд.2016.-330 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя Дальский А.М. Суслов А.Г.,2003 г.944 с.
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А.Панов, В.В.Аникин и др.2004.-784 с.