

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



Школа базовой инженерной подготовки  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Отделение материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологии изготовления «винта»

УДК 621.882:621.91

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Бай Хайтао		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Галин Н.Е.	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

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения</b> <b>(выпускник должен быть готов)</b>
<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 автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа \_\_\_\_\_  
Направление подготовки (специальность) \_\_\_\_\_  
Отделение школы (НОЦ) \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

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

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
158л41	Бай Хайтао

Тема работы:

<b>Разработка технологии изготовления «винта»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на</i>	Разработка технологии изготовления «винта» на производственных мощностях АО НПЦ «Полюс»  Рабочий чертёж детали;  Годовая программа выпуска 3000 шт/год;  Вес детали 5,77 кг.
---	---

<p><i>окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Анализ технологичности детали, определение типа производства, выбор исходной заготовки, Разработка маршрута технологии изготовления винта, Разработка маршрута технологии изготовления винта, Выбор средств технологического оснащения, Расчет режимов резания, Расчет основного времени для каждой операции и перехода, Определение штучно-калькуляционного времени, проектирование приспособления.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертёж детали; Маршрутная карта технологического процесса; Размерная схема; Граф дерево в осевом направлении; Чертёж приспособления.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Финансовый менеджмент</b></p>	<p><b>Баннова К.А.</b></p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p><b>Штейнле А.В.</b></p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	

--

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Галин Н.Е.	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158л41	Бай Хайтао		

## Содержание

Реферат-----	8
<b>I. Технологическая часть</b>	
1. Исходные данные-----	9
2. Анализ технологичности конструкции детали-----	10
3. Определение типа производства-----	11
4. Выбор исходной заготовки-----	12
5. Разработка маршрута технологии изготовления винта-----	13
6. Расчет припусков и допусков, продольных и диаметральных технологических размеров--	19
7. Выбор средств технологического оснащения-----	31
8. Расчет режимов резания-----	34
9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода-----	51
10. Определение штучно-калькуляционного времени-----	54
<b>II. Конструкторская часть</b>	
1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления-----	57
2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления-----	58
3. Описание конструкции и работы приспособления-----	58
4. Определение необходимой силы зажима-----	59
5. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления-----	61
<b>III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	
1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения-----	64
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований-----	71
3. Планирование научно-исследовательских работ-----	72
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования-----	85
5. Заключение-----	87

#### **IV. Социальная ответственность**

1. Производственная безопасность-----	91
2. Экологическая безопасность-----	99
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях-----	103
4. Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности-----	105
<b>Список литературы-----</b>	<b>107</b>

## Реферат

Дипломная работа на тему «Разработка технологии изготовления винта» изложена на 108 странице компьютерного текста, содержит 4 раздела, список литературных источников, состоящий из 10 книг.

Основным направленностями в дипломной работе являются выбор рациональных способов обработки, оборудования и режущих инструментов, расчёт приспособления, режимов резания и норм времени, и размерный анализ техпроцесса изготовления винта.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения;
- 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.

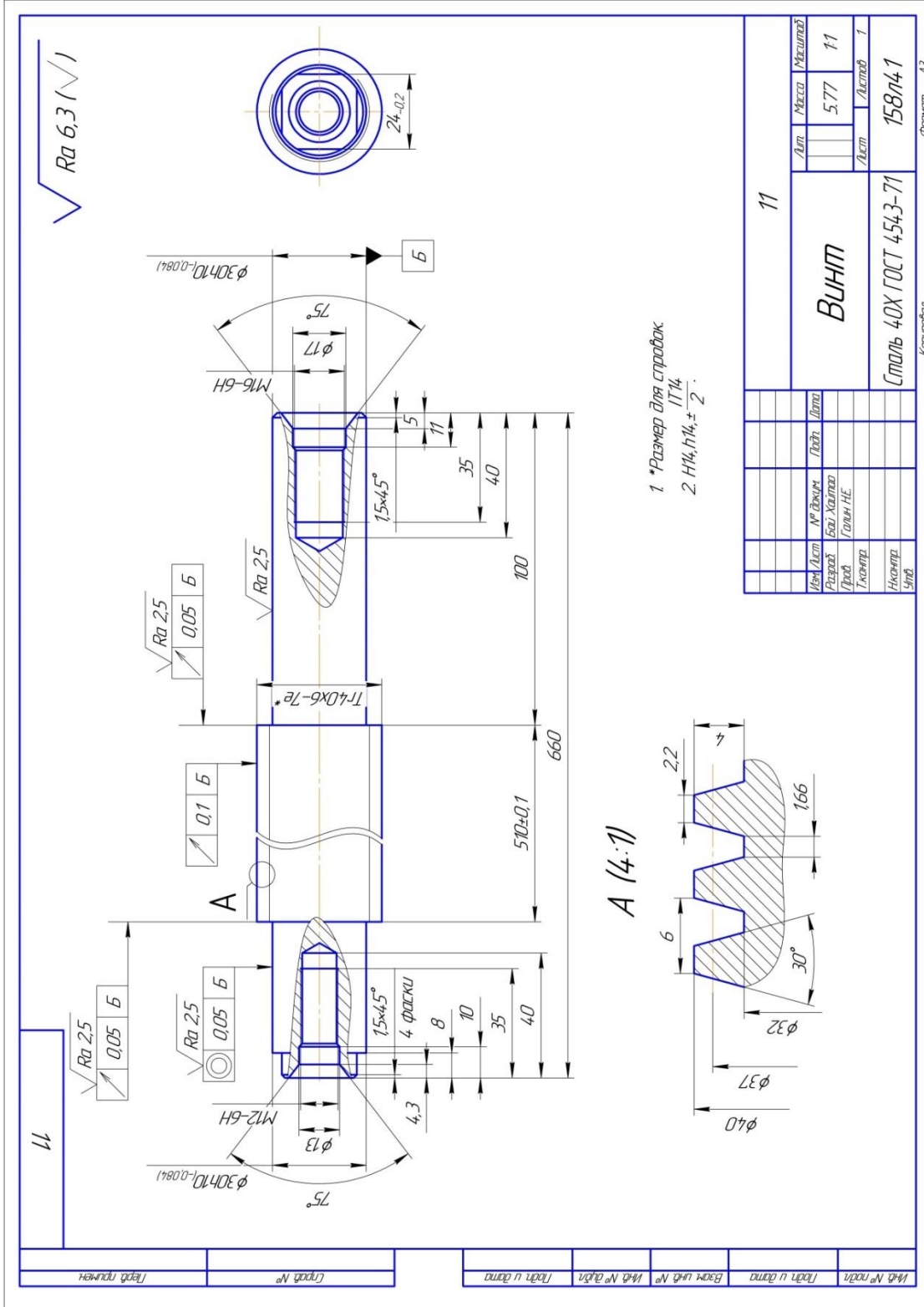
Целью проекта является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали типа «вал». Это позволит получить навыки разработки технологии изготовления детали и закрепит теоретические знания по дисциплине «Технология машиностроения». Технологический процесс разрабатывается для условий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



# І . Технологическая часть

## 1. Исходные данные

Годовая программа выпуска 3000 штук.



## 2. Анализ технологичности детали

Деталь «винт» представляет из себя ступенчатый вал. На чертеже указаны высокие требования к взаимному расположению поверхностей, шероховатости и размеру  $\varnothing 30h10$ .

Материал детали – сталь 40Х ГОСТ4543-71. Сталь 40Х является конструкционной легированной хромистой сталью с содержанием углерода 0,4% и с повышенным содержанием хрома 0,8-1,5%.

Сталь 40Х состоит из различных химических элементов

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

Сталь 40Х имеет следующие механические свойства

Термообработка	сечение,мм	$\sigma_{0,2}$ ,МПа	$\sigma_B$ ,МПа	$\Psi$ ,%
Закалка 860 ,масло. Отпуск 500,вода или масло	25	780	980	45

Винт содержит 4 части: резьбовую поверхность, две цилиндрические поверхности, два резьбовых отверстия, квадрат.

В первая часть – трапецидальная однозаходная резьба с наружным диаметром 40 мм,шагом 6 мм. Допуск радиального биения TCR требуется на резьбовой поверхности. Допуск торцового биения TCA требуется на двух боковых сторонах, резьбовой поверхности, поэтому следует применять обработку в центрах, чтобы обеспечить соосность и уменьшить биение.

На двух цилиндрических поверхностях требуется низкая шероховатости, поэтому нужно проводить чистовое точение этих поверхностей.

Резьбовые отверстия изготавливают на фрезерно-центровальном станке, квадрат – на фрезерном станке.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется.

Требований к термообработке нет.

### 3.Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о}$ , который показывает отношение всех различных технологических операций, определяем по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_d}{t_{шс}}, [1, \text{стр. 201}]$$

где  $t_d$  – такт выпуска детали, мин;  $t_{шс}$  – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт производства определяем по формуле:

$$t_d = 60\Phi_d/N, [1, \text{стр. 201}]$$

где  $\Phi_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонды времени работы оборудования определяем по табл. 2.1.

[9, стр. 22] при двухсменном режиме работы:  $F_d = 4015$  ч.

Тогда:

$$t_d = \frac{\Phi_d \cdot 60}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{3000} = 80,3 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$t_{шс} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ш.и}}{n},$$

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

$n$  – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время  $i$ -ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1, с. 173]:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi}, [2, \text{стр. 147}]$$

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

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

Операция 1 (фрезено-центровальная):

$$\varphi_k = 1,84; \varphi_k = 1,75 [2, \text{стр. 147}]$$

$$T_{шт1} = 0,252 \cdot 1,84 + 0,582 \cdot 1,75 = 1,482 \text{ мин} [2, \text{стр. 146}]$$

Операция 2 (токарная):

$$\varphi_k = 2,14$$

$$T_{шт2} = 2,856 \cdot 2,14 = 6,112 \text{ мин}$$

Операция 3 (токарная):

$$\varphi_k = 2,14$$

$$T_{шт3} = 1,36 \cdot 2,14 = 2,910 \text{ мин}$$

Операция 4 (токарная):

$$\varphi_k = 2,14$$

$$T_{шт4} = 3,641 \cdot 2,14 = 7,734 \text{ мин}$$

Операция 5 (резьбонарезная):

$$\varphi_k = 1,66$$

$$T_{шт5} = 0,392 \cdot 1,66 = 0,651 \text{ мин}$$

Операция 6 (фрезерная):

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_{шт6} = 0,576 \cdot 1,84 = 1,060 \text{ мин}$$

Операция 7 (шлифовальная):

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_{шт7} = 4,5 \cdot 2,10 = 9,045 \text{ мин}$$

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

$$t_{шс} = \frac{\sum T_{ши}}{n} = \frac{1,482 + 6,112 + 2,910 + 7,734 + 0,651 + 1,060 + 9,045}{7} = 4,142 \text{ мин}$$

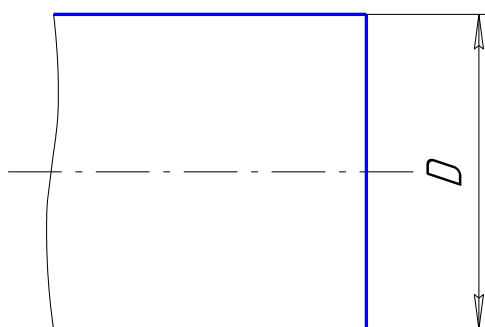
Тип производства определяем по формуле:

$$K_{3,0} = \frac{t_d}{t_{шс}} = \frac{80,3}{4,142} = 19$$

Так как  $10 < K_{3,0} > 20$ , то тип производства среднесерийное. [1, стр. 25]

## 4. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 40Х ГОСТ 4543-71), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат стальной, горячекатаный, круглый (Круг 40-В ГОСТ 2590-88).



Заготовка

## 5. Разработка маршрута технологии изготовления винта

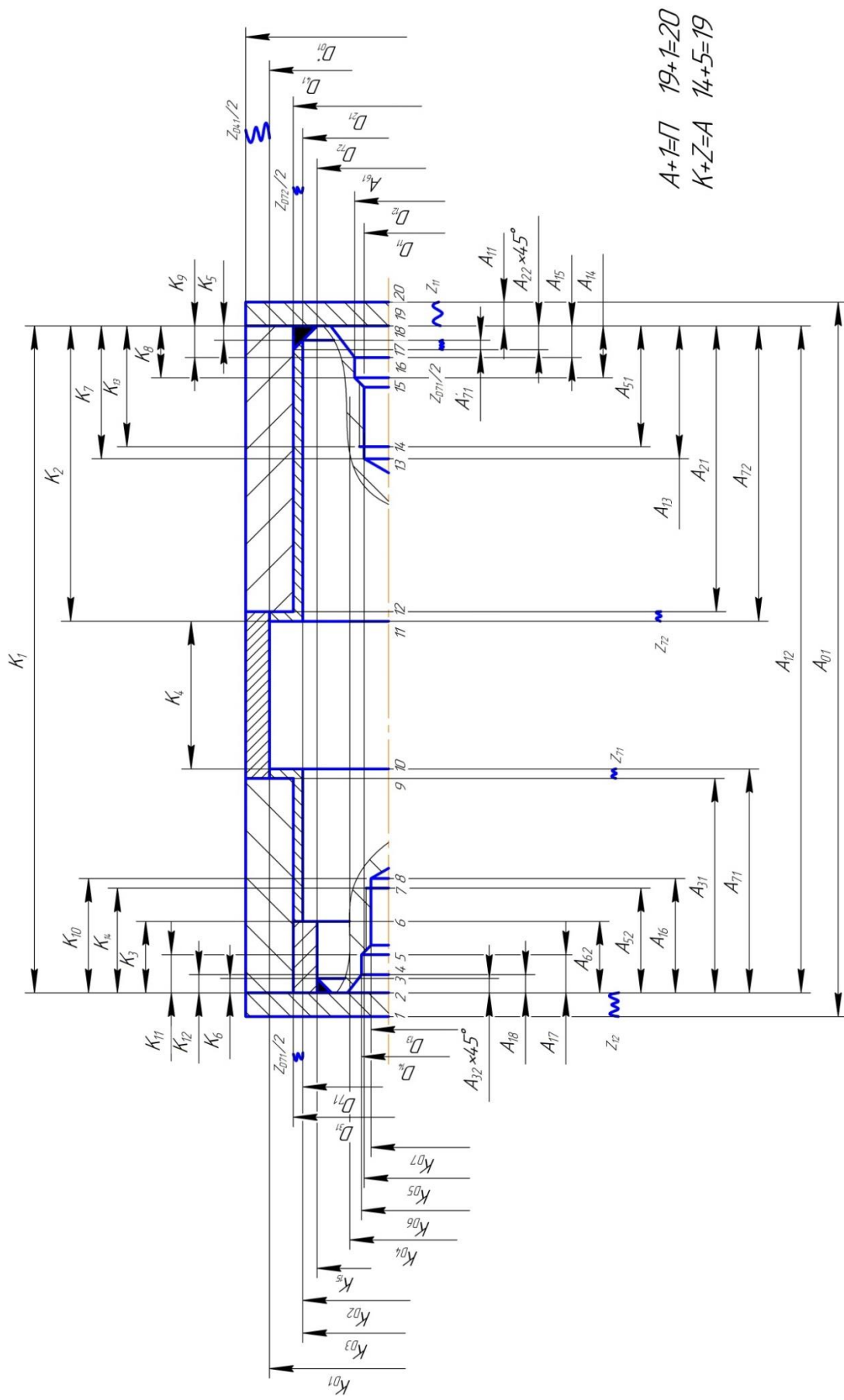
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	перехода		
0		<p>Заготовительная установить и снять деталь</p> <p>Отрезать заготовку, выдержав размер <math>A_{0,1}</math></p>	
1		Фрезерно-центровальная	
	0	Установить и снять деталь	
	1	Фрезеровать торец 1, выдержав размер $A_{11}$	
2	Фрезеровать торец 2, выдержав размер $A_{12}$		
3		Сверлить центровое отверстие 3, выдержав размеры $A_{13}, A_{14}, A_{15}$ $D_{11}, D_{12}$ , и $\alpha_{11}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	перехода		
1	4	Сверлить центровое отверстие 4, выдержав размеры $A_{16}, A_{17}, A_{18}$ $D_{13}, D_{14}$ , и $\alpha_{12}$	
2		Токарная	
	1	Точить поверхность 1, выдержав размеры $D_{21}$ и $A_{21}$	
3		Установить и снять деталь	
	1	Точить поверхность 1, выдержав размеры $D_{31}$ и $A_{31}$	

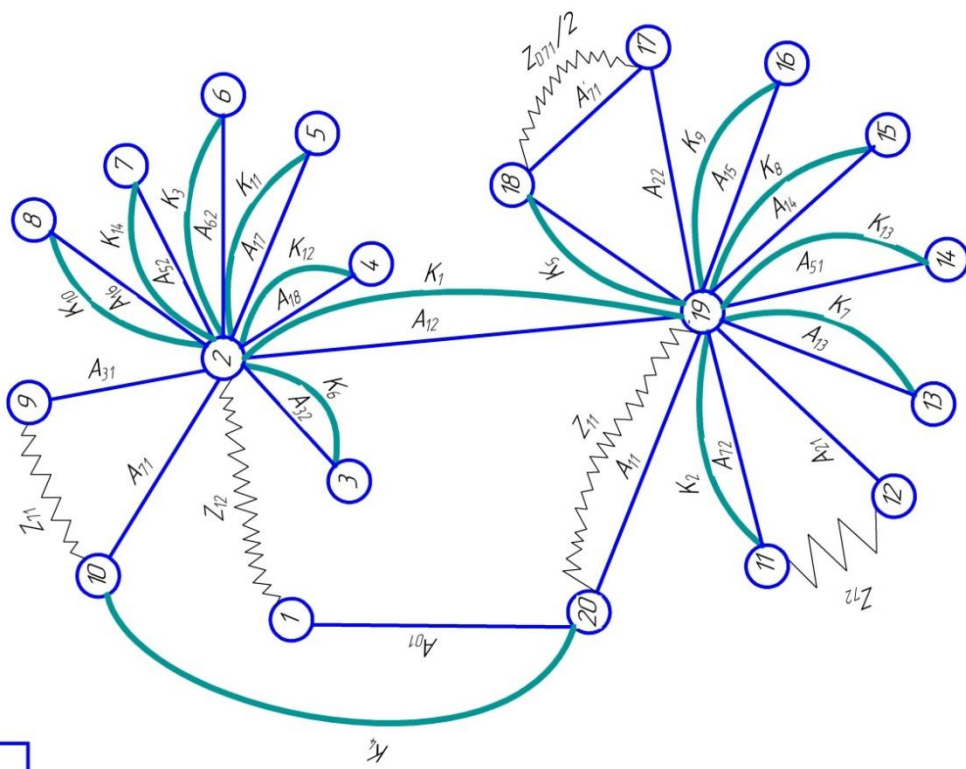
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	перехода		
3	2	Точить фаску 2, выдержав размер $A_{32} \times 45^\circ$	
4		Токарная	
	1	Установить и снять деталь Точить поверхность 1, выдержав размер $D_{41}$	
	2	Нарезать резьбу, выдержав размеры $A_{42}$ , $D_{41}$ , $D_{42}$ и угол $30^\circ$	
5		Резьбонарезная	
	1	Установить и снять деталь Нарезать резьбу M12-6H, выдержав размер $A_{51}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	перехода		
5	2	Нарезать резьбу М16-6Н, выдержав размер $A_{52}$	
	1	<p>Установить и снять деталь</p> <p>Фрезеровать квадрат, выдержав размер <math>\square A_{61}</math>, <math>A_{62}</math></p>	
7	1	<p>Установить и снять деталь</p> <p>Шлифовать поверхность, выдержав размеры <math>A_{71}</math> и <math>D_{71}</math></p>	
	2	Шлифовать поверхность, выдержав размеры $A_{72}$ и $D_{72}$	





Размерная схема



Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

Формат А4

Копировал

Изд. № подл.	Подп. и дата	Взам. изд. №	Изд. № подл.	Подп. и дата

Граф технологических размерных цепей

## 6. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса

### 1. Определение допусков на конструкторские размеры

Из чертежа детали допуски на конструкторские размеры приведены:

Размер  $660_{-1,5}$ . Допуск  $TK_1 = 1,5$  мм.

Размер  $100 \pm 0,435$ . Допуск  $TK_2 = 0,87$  мм.

Размер  $8 \pm 0,18$ . Допуск  $TK_3 = 0,36$  мм.

Размер  $510 \pm 0,2$ . Допуск  $TK_4 = 0,4$  мм.

Размер  $1,5 \pm 0,125$ . Допуск  $TK_5 = 0,25$  мм.

Размер  $1,5 \pm 0,125$ . Допуск  $TK_6 = 0,25$  мм.

Размер  $40 \pm 0,31$ . Допуск  $TK_7 = 0,62$  мм.

Размер  $11 \pm 0,215$ . Допуск  $TK_8 = 0,43$  мм.

Размер  $5 \pm 0,15$ . Допуск  $TK_9 = 0,3$  мм.

Размер  $40 \pm 0,31$ . Допуск  $TK_{10} = 0,62$  мм.

Размер  $10 \pm 0,18$ . Допуск  $TK_{11} = 0,36$  мм.

Размер  $4,3 \pm 0,15$ . Допуск  $TK_{12} = 0,3$  мм.

Размер  $35 \pm 0,31$ . Допуск  $TK_{13} = 0,62$  мм.

Размер  $35 \pm 0,31$ . Допуск  $TK_{14} = 0,62$  мм.

Размер  $24_{-0,2}$ . Допуск  $TK_{15} = 0,2$  мм.

Размер  $\Phi 40_{-0,3}$ . Допуск  $TK_{D1} = 0,3$  мм.

Размер  $\Phi 30_{-0,084}$ . Допуск  $TK_{D2} = 0,084$  мм.

Размер  $\Phi 30_{-0,084}$ . Допуск  $TK_{D3} = 0,084$  мм.

Размер  $\Phi 17^{+0,43}$ . Допуск  $TK_{D4} = 0,43$  мм.

Размер  $\Phi 15^{+0,43}$ . Допуск  $TK_{D5} = 0,43$  мм.

Размер  $\Phi 13^{+0,43}$ . Допуск  $TK_{D6} = 0,43$  мм.

Размер  $\Phi 11^{+0,43}$ . Допуск  $TK_{D7} = 0,43$  мм.

## 2. Определение допусков на технологические размеры

Допуски на расстояние между обработанной поверхностью и измерительной базой в общем случае могут быть определены по формуле [3, стр. 39]:

$$TA_i = \omega_{c_i} + \rho_{и} + \varepsilon_{б}$$

Где  $\omega_{c_i}$ —статистическая погрешность, мм;

$\rho_{и}$ —пространственное отклонение измерительной базы, мм

$\varepsilon_{б}$ —погрешность базирования, мм

Допуски на диаметральные размеры могут быть приняты равными статистической погрешности [3, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{c_i}$$

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{1.2} = \omega_c + \rho_{01} + \varepsilon_{\sigma i} = 0,2 + 0,05 + 0 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TA_{1.1} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{1.3} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.4} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{1.5} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.6} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{1.7} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.8} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2.1} = \omega_c + \rho_{1.1} + \varepsilon_{\sigma i} = 0,2 + 0,1 + 0 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{2.2} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{3.1} = \omega_c + \rho_{1.1} + \varepsilon_{\sigma i} = 0,15 + 0,1 + 0 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TA_{3.2} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{4.1} = \omega_c + \rho_{1.1} + \varepsilon_{\sigma i} = 0,1 + 0,05 + 0 = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{4.2} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

$$TA_{5.1} = \omega_c + \rho_{1.1} + \varepsilon_{\sigma i} = 0,3 + 0,1 + 0 = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{5.2} = \omega_c = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{6.2} = \omega_c + \rho_{1.1} + \varepsilon_{\sigma i} = 0,15 + 0,05 + 0 = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{6.1} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{7.1} = \omega_c + \rho_{1.1} + \varepsilon_{\sigma i} = 0,06 + 0,02 + 0 = 0,08 \text{ мм};$$

$$TA_{7.2} = \omega_c = 0,06 \text{ мм};$$

Допуски на диаметральные размеры:

$$TD_{1.1} = \omega_c = 0,27 \text{ мм}; \quad TD_{1.2} = \omega_c = 0,27 \text{ мм};$$

$$TD_{1.3} = \omega_c = 0,27 \text{ мм}; \quad TD_{1.4} = \omega_c = 0,27 \text{ мм};$$

$$TD_{2.1} = \omega_c = 0,16 \text{ мм}; \quad TD_{3.1} = \omega_c = 0,16 \text{ мм};$$

$$TD_{4.1} = \omega_c = 0,16 \text{ мм};$$

$$TD_{7.1} = \omega_c = 0,02 \text{ мм}; \quad TD_{7.2} = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

### 3. Определение минимальных припусков на обработку

Припуск на обработку плоскости [3, стр. 47]:

$$z_{imin} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

Припуск на диаметр при обработке поверхностей вращения [3, стр. 47]:

$$z_{i \min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2})$$

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

$R_{z_{i-1}}$ —шероховатость с предыдущего перехода,мкм;

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

$\rho_{i-1}$ --пространственные отклонения обрабатываемой поверхности,мкм;

$\varepsilon_{y_i}$  --погрешность установки на выполняемом переходе,мкм

$$z_{1,1 \min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 150 + 250 + 1200 = 1600 \text{ мкм}$$

$$z_{1,2 \min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 150 + 250 + 1200 = 1600 \text{ MKM}$$

$$z_{7,1 \min} = R_{z_{i-1}} = 100 \text{ MKM}$$

$$z_{7,2 \min} = R_{z_{i-1}} = 100 \text{ MKM}$$

$$z_{D_{41} \min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (150 + 250 + 150) = 1100 \text{ MKM}$$

$$z_{D_{71} \min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (80 + 80 + 50) = 420 \text{ MKM}$$

$$z_{D_{72} \min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (80 + 80 + 50) = 420 \text{ MKM}$$

## 4. Расчет технологических размеров

### а. Расчет диаметральных технологических размеров

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № отд.	Подп. и дата				Лист			
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

**№ 1**

$K_{01}=40_{-0,3}$   
 $Z_{0,1}(1,1)$   
 $D_{4,1}$   
 $D_{01}^{*0,5}(0,7)$

**№ 2**

$K_{03}=30_{-0,084}$   
 $Z_{0,1}(0,4,2)$   
 $D_{7,1}$   
 $D_{31}(0,25)$

**№ 3**

$K_{02}=30_{-0,084}$   
 $Z_{0,2}(0,4,2)$   
 $D_{7,2}$   
 $D_{2,1}(0,3)$

**№ 4**

$K_5=24_{-0,2}$   
 $A_{6,2}(0,1)$

**№ 5**

$K_{04}=17_{-0,4,3}$   
 $D_{0}(0,2,7)$

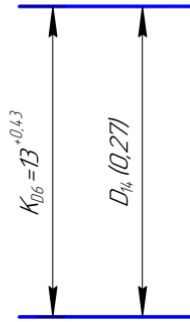
**№ 6**

$K_{05}=15_{-0,4,3}$   
 $D_{H}(0,2,7)$

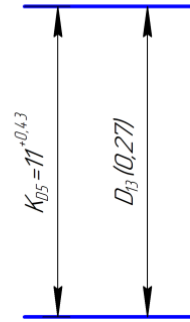
Копировал
Формат А4



№ 7



№ 8



ИИВ. № подл.	Подп. и дата	Взам. ИИВ. №	ИИВ. № д/дл	Подп. и дата					Лист
					ИИВ. № подл.	Подп. и дата	Взам. ИИВ. №	ИИВ. № д/дл	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Копировал

Формат А4

Технологическая размерная цепь



### 1. Расчет технологической размерной цепи №1

Для определения диаметра заготовки ( $D_{01}$ ) необходимо технологическую размерную цепь  $D_{01}, D_{41}, K_{д1}$ . В этой цепи известно:  $D_{41} = K_{д1}$ , предельные отклонения составляющего звена  $D_{01} (+0,4, -0,7)$ , пропуск  $z_{д41}(1,1)$ .

Находится среднее значение звена  $D_{41}$ :

$$D_{41}^c = D_{41} + \frac{ВО_{D_{41}} + НО_{D_{41}}}{2} = 40 + \frac{0 + (-0,3)}{2} = 39,85 \text{ мм}$$

Звено  $D_{41}$  записывается в виде  $D_{41} = 39,85 \pm 0,15 \text{ мм}$ .

Определяется допуск звена  $D_{01}$ :

$$ТД_0 = ВО_{D_{01}} - НО_{D_{01}} = 0,4 - (-0,7) = 1,1 \text{ мм}$$

Находится среднее значение пропуска  $z_{д41}$ :

$$z_{д41}^c = z_{д41 \text{ min}} + \frac{ТД_{01} + ТД_{41}}{2} = 1,1 + \frac{1,1 + 0,3}{2} = 1,8 \text{ мм}$$

Подсчитывается среднее значение звена  $D_{01}$ :

$$D_{01}^c = z_{д41}^c + D_{41}^c = 1,8 + 39,85 = 41,65 \text{ мм}$$

Вычисляется номинальное значение звена  $D_{01}$ :

$$D_{01} = D_{01}^c - \frac{ВО_{D_{01}} + НО_{D_{01}}}{2} = 41,65 - \frac{0,4 - 0,7}{2} = 41,8 \text{ мм}$$

Диаметр заготовки приведен:

$$D_{01} = 42_{-0,7}^{+0,4} \text{ мм}$$

Фактическое значение пропуска  $z_{д41}$  будет

$$z_{д41\phi} = D_{01} - D_{41} = 42_{-0,7}^{+0,4} - 40_{-0,3} = 2_{-0,7}^{+0,7} \text{ мм}$$

### 2. Расчет технологической размерной цепи №2

Находится среднее значение звена  $D_{71}$ :

$$D_{71}^c = D_{71} + \frac{ВО_{D_{71}} + НО_{D_{71}}}{2} = 30 + \frac{0 + (-0,084)}{2} = 29,958 \text{ мм}$$

Находится среднее значение пропуска  $z_{д71}$ :

$$z_{д71}^c = z_{д71 \text{ min}} + \frac{ТД_{71} + ТД_{31}}{2} = 0,42 + \frac{0,084 + 0,25}{2} = 0,587 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$D_{31}^c = z_{д71}^c + D_{71}^c = 0,587 + 29,985 = 30,572 \text{ мм}$$

Звено  $D_{31}$  записываем в виде  $D_{31} = 30,572 \pm 0,125 \text{ мм}$ .

Так как для разеров валов, получаемых механической обработкой, в качестве номинального принято использовать наибольший предельный размер, то окончательно запишем  $D_{31} = 30,697_{-0,25} \text{ мм}$ .

Фактическое значение пропуска  $z_{д41}$  будет

$$z_{д71\phi} = D_{31} - D_{71} = 30,697_{-0,25} - 30_{-0,084} = 0,697_{-0,25}^{+0,084}$$

### 3. Расчет технологической размерной цепи №3

$$D_{21} = D_{31} = 30,697_{-0,25} \text{ мм}$$

4. Расчет технологической размерной цепи №4

$$A_{62} = K_{15} = 24_{-0,2} \text{ мм}$$

5. Расчет технологической размерной цепи №5

$$D_{12} = K_{д4} = 17^{+0,27} \text{ мм}$$

6. Расчет технологической размерной цепи №6

$$D_{11} = K_{д5} = 15^{+0,27} \text{ мм}$$

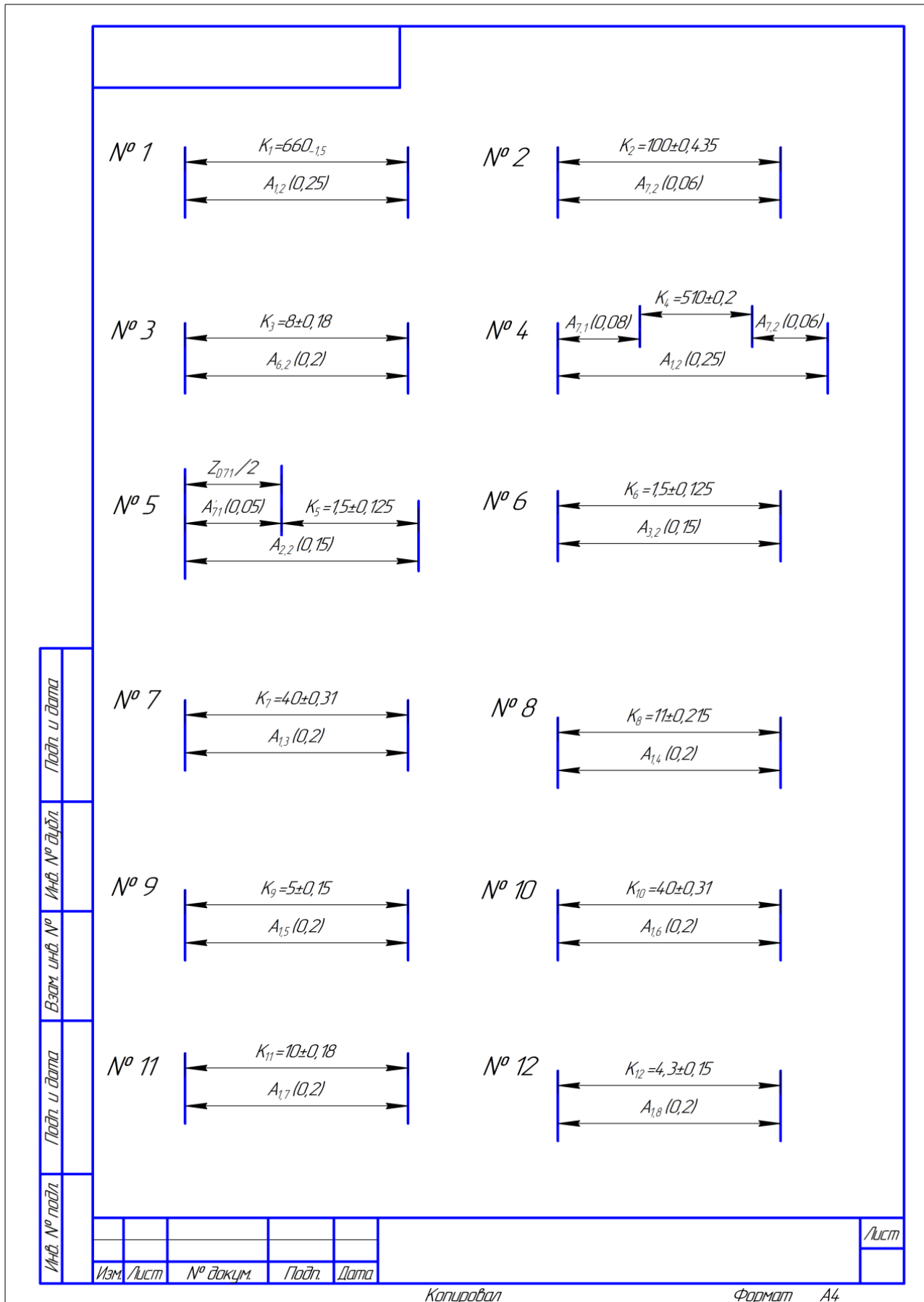
7. Расчет технологической размерной цепи №7

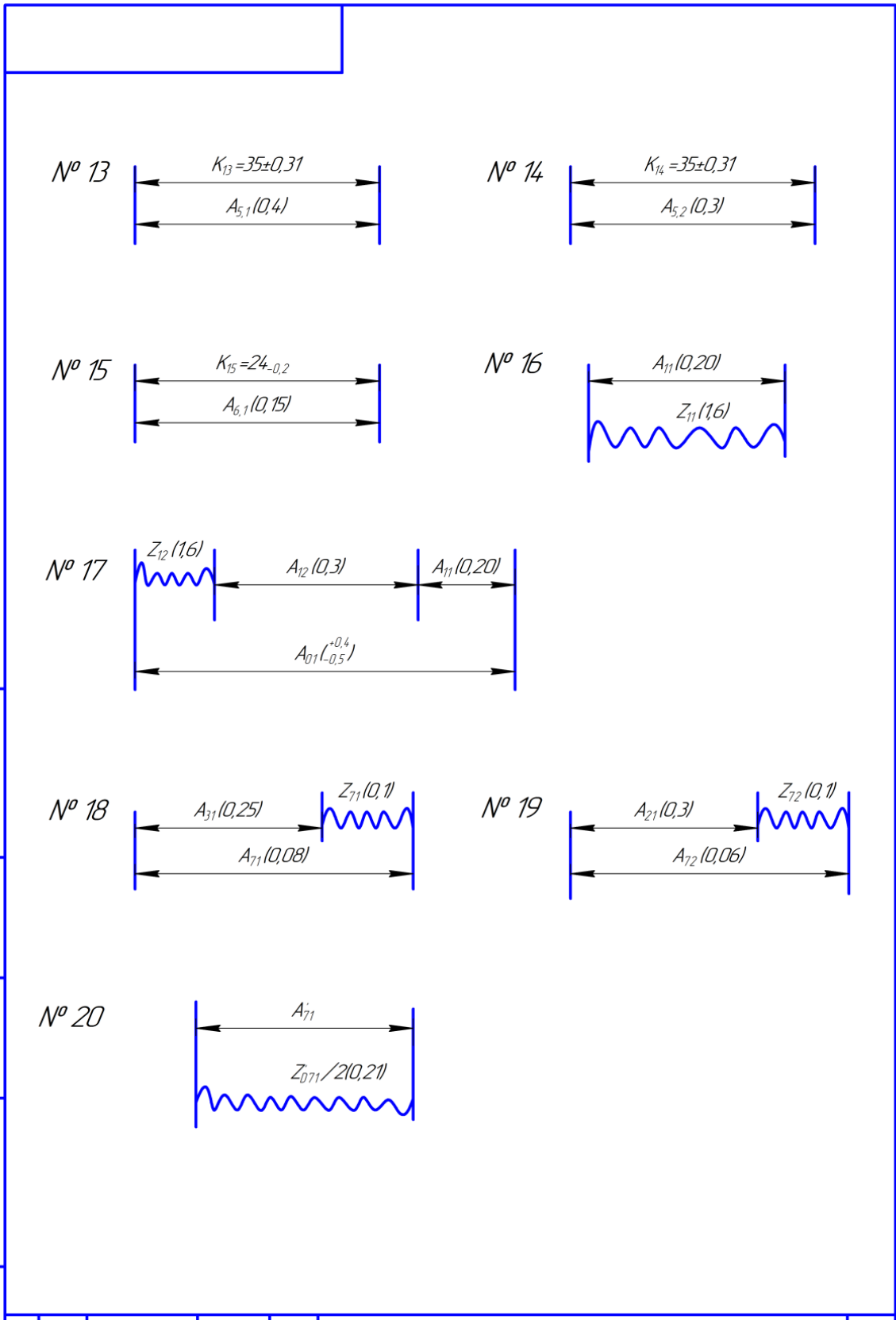
$$D_{14} = K_{д6} = 13^{+0,27} \text{ мм}$$

8. Расчет технологической размерной цепи №8

$$D_{13} = K_{д7} = 11^{+0,27} \text{ мм}$$

## б.Расчет продольных технологических размеров





Подп. и дата
Инд. № д/д/л
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инд. № подл.

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

Копировал \_\_\_\_\_ Формат А4

Технологическая размерная цепь

Для размерной цепи №4:

$$TK_4 = 0,4 \geq 0,38 = 0,08 + 0,05 + 0,25 = TA_{71} + TA_{72} + TA_{12}$$

Для размерной цепи №5

$$TK_5 = 0,25 \geq 0,23 = 0,08 + 0,15 = TA_{71} + TA_{22}$$

Далее нужно рассмотреть двухзвенные размерные цепи №1, №2, №3, №6, №7, №8, №9, №10, №11, №12, №13, №14, №15. Из этих цепей имеем:

$$\begin{aligned} A_{1,2} = K_1 = 660_{-0,25} \text{ мм} & & A_{7,2} = K_2 = 100 \pm 0,03 \text{ мм} \\ A_{6,2} = K_3 = 8 \pm 0,2 \text{ мм} & & A_{3,2} = K_6 = 1,5 \pm 0,075 \text{ мм} \\ A_{1,3} = K_7 = 40 \pm 0,1 \text{ мм} & & A_{1,4} = K_8 = 11 \pm 0,1 \text{ мм} \\ A_{1,5} = K_9 = 5 \pm 0,1 \text{ мм} & & A_{1,8} = K_{12} = 4,3 \pm 0,1 \text{ мм} \end{aligned}$$

Затем можно перейти к анализу двухзвенных цепей №16 и №20. Из цепи №16 определяем технологический размер  $A_{1,1}$ , совпадающий с припуском  $Z_{11}$ :

$$\begin{aligned} A_{1,1 \min} = Z_{1,1 \min} = 1,6 \text{ мм} \\ A_{1,1 \max} = Z_{1,1 \min} + TA_{1,1} = 1,6 + 0,2 = 1,8 \text{ мм} \\ A_{1,1}^c = \frac{A_{1,1 \min} + A_{1,1 \max}}{2} = \frac{1,6 + 1,8}{2} = 1,7 \text{ мм} \end{aligned}$$

Окончательно записываем  $A_{1,1} = 1,7 \pm 0,1$  мм. (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из размерной цепи №20 получим технологический размер  $A'_{71}$  (так как при угле фасок  $45^\circ$  могут быть приняты равными половине удаляемых при шлифовании припусков на диаметр  $Z_{D71}/2$ ):

$$A'_{71} = \frac{Z_{D71}}{2} = \frac{0,697_{-0,25}^{+0,084}}{2} = 0,349_{-0,125}^{+0,042} \text{ мм}$$

Из цепи №5 найдем технологический размер  $A_{22}$ . Находим среднее значение  $A'_{71}$ :

$$A_{71}^c = Z_{D71}^c / 2 = \frac{0,587}{2} = 0,294 \text{ мм}$$

подсчитывается среднее значение  $A_{22}$ :

$$A_{22}^c = A_{71}^c + K_5^c = 0,294 + 1,5 = 1,794 \text{ мм}$$

Окончательно записываем  $A_{22} = 1,794 \pm 0,075$  мм. (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи №19 найдем технологический размер  $A_{21}$ . Находим среднее значение  $Z_{72}$ :

$$Z_{72}^c = Z_{72 \min} + \frac{TA_{21} + TA_{72}}{2} = 0,1 + \frac{0,3 + 0,06}{2} = 0,28$$

Подсчитывается среднее значение  $A_{21}$ :

$$A_{21}^c = A_{72}^c - Z_{72}^c = 100 - 0,28 = 99,72 \text{ мм}$$

Окончательно записываем  $A_{21} = 99,72 \pm 0,15$  мм. (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи №4 найдем технологический размер  $A_{71}$ . Находим среднее значение  $Z_{71}$ :

$$A_{71}^c = A_{12}^c - A_{72}^c - K_4^c = 660 - 100 - 510 = 50 \text{ мм}$$

Окончательно записываем  $A_{71} = 50 \pm 0,04$  мм. (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи №18 найдем технологический размер  $A_{31}$ . Находим среднее значение  $Z_{31}$ :

$$Z_{71}^c = Z_{71 \min} + \frac{TA_{31} + TA_{71}}{2} = 0,1 + \frac{0,25 + 0,08}{2} = 0,265 \text{ мм}$$

Находится среднее значение  $A_{31}$ :

$$A_{31}^c = A_{71}^c - Z_{71}^c = 50 - 0,265 = 49,735 \text{ мм}$$

Окончательно записываем  $A_{31} = 49,735 \pm 0,125 \text{ мм}$  .(размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

Из цепи №17 найдем технологический размер  $A_{01}$ .Находим среднее значение  $Z_{12}$ :

$$Z_{12}^c = Z_{12 \min} + \frac{TA_{12} + TA_{11} + TA_{01}}{3} = 1,6 + \frac{0,25 + 0,2 + 2}{3} = 2,825 \text{ мм}$$

Находится среднее значение  $A_{01}$ :

$$A_{01}^c = Z_{12}^c + A_{12}^c + A_{11}^c = 2,825 + 660 + 1,7 = 664,525 \text{ мм}$$

Выбираем заготовку диаметром  $A_{01} = 665_{-1,5} \text{ мм}$ . Фактическое значение пропуща  $Z_{12}$  будет

$$Z_{12} = A_{01} - A_{12} - A_{11} = 665_{-1,5} - 660_{-0,25} - 1,7_{-0,1} = 3,3_{-1,4}^{+0,35} \text{ мм}$$

Результаты расчета продольных технологических размеров целесообразно отражать в таблице.

Обозначение технологического размера	среднее значение технологического размера	принятие номинальные отклонения технологического размера
$A_{1,2}$	660	$660_{-0,25}$
$A_{7,2}$	100	$100 \pm 0,03$
$A_{6,2}$	8	$8 \pm 0,2$
$A_{3,2}$	1,5	$1,5 \pm 0,075$
$A_{1,3}$	40	$40 \pm 0,1$
$A_{1,4}$	11	$11 \pm 0,1$
$A_{1,5}$	5	$5 \pm 0,1$
$A_{1,8}$	4,3	$4,3 \pm 0,1$
$A_{1,1}$	1,7	$1,7 \pm 0,1$
$A_{7,1}$	0,294	$0,349_{-0,125}^{+0,042}$
$A_{2,2}$	1,794	$1,794 \pm 0,075$
$A_{2,1}$	99,72	$99,72 \pm 0,15$
$A_{7,1}$	50	$50 \pm 0,04$
$A_{3,1}$	49,735	$49,735 \pm 0,125$
$A_{0,1}$	664,525	$665_{-1,5}$

## 7. Выбор средств технологического оснащения

### 1. Ленточнопильный станок WBS-90

Характеристика	Значение
Эл.привод,кВт/В	0,45/220
Обороты эл.двигателя. об/мин.	1430
Углы реза,град.	45 °,90 °
Резка при 45° максимум,мм	Ø 60, 65 * 65
Резка при 90° максимум,мм	Ø 90,90 * 115
Ленточное полотно,мм	1300*12,5*0,63
Габариты в упаковке,мм	970*410*500
Скорость реза,м/мин	20/29/50
Масса,кг.	42

### 2. Станок фрезерно-центровальный модели 2538

Основные параметры станка:

Размеры обрабатываемой детали:	
диаметр, мм	10–80
длина, мм	200–1200
Частота вращения шпинделя, об/мин	50–2000
Подача, мм/мин	0,01–0,3
Мощность, кВт	4,4
Габаритные размеры:	
длина, мм	2000
ширина, мм	1050
высота, мм	1255
Масса, кг	2200

### 3. Станок токарно-винторезный модели 16К20М

Основные параметры станка:

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки:	
над станиной, мм	400
над суппортом, мм	220
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм	53
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	780
Частота вращения шпинделя, об/мин	20–3000
Число скоростей шпинделя	22
Наибольшее перемещение суппорта:	
продольное, мм	700
поперечное, мм	240
Подача суппорта:	
продольная, мм/об	0,02–1,5
поперечная, мм/мин	0,01–1,4
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	4,2
Габаритные размеры:	
длина, мм	1510
Ширина, мм	780
Высота, мм	1380
Масса, кг	1850

#### 4. Вертикально -фрезерный станок 6Т10

<b>Характеристика</b>	<b>6Т10</b>
Размеры рабочей поверхности стола,мм	850*260
Продольный ход стола,мм	560
Поперечный ход стола, мм	220
Вертикальный ход стола, мм	355
<b>Вертикальный шпиндель:</b>	
- конус	ISO 40
- мощность, кВт	3,0
- диапазон, об/мин	50-2240
- число скоростей	12
<b>Диапазон подач, мм/мин</b>	
- продольной и поперечной	20-1000
- вертикальной	10-500
- число подач	18



Ускоренное перемещение, м/мин	
- продольное и поперечное	3,4
- вертикальное	1,7
Габаритные размеры, мм	1505x1900x1808
Масса, кг	1340

## 5. Станок круглошлифовальный 3М151

### Основные параметры станка

Наибольший диаметр заготовки, мм	200
Наибольшая длина заготовки, мм	700
Наибольший диаметр шлифуемого отверстия, мм	2700
Наибольшие размеры шлифовального круга, мм	
Пределы частоты вращения шпинделя Min об/мин	20
Пределы частоты вращения шпинделя Max об/мин	5000
Класс точности станка по ГОСТ 8-82, (Н,П,В,А,С)	П
Частота вращения шпинделя бабки изделия, об/мин	30
Мощность двигателя кВт	10
Габариты станка Длина Ширина Высота (мм)	4635_2450_2170
Масса, кг	6032

## 8. Расчёт режимов резания

При назначении параметров режима резания учитывают вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка.

### Операция 1 переход 1 (фрезерно-центровальная)

Материал и диаметр торцового фрезы выбираем в соответствии с рекомендациями — Т15К6 и 63 мм [4, стр. 180].

Глубина резания:  $t = 1,7 + 0,1 = 1,8$  мм

Подача по таблице:  $s_z = 0,16 \times 0,7 = 0,10$  мм/об. [4, стр. 403]

Ширина фрезерования  $B$ :  $B = \frac{D}{1,25} = \frac{63}{1,25} = 50$  мм.

Скорость резания при черновом фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и дисковыми фрезами с пластинами из твердого сплава рассчитывают по известной эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} \cdot K_v, \quad [4, \text{стр. 406}]$$

При этом средние значения период стойкости  $T$  фрез выбирают:  $T = 180$ .

Значения коэффициентов:  $C_v = 332$ ;  $q = 0,2$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,1$ ;  $y = 0,4$ ;  $u = 0,2$ ;  $p = 0$ . [4, стр. 407]

Коэффициент  $K_v$  рассчитают по известной формуле:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad [4, \text{стр. 406}]$$

Где  $K_v$ —произведение ряда коэффициентов;

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалом:

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

$K_{\Gamma} = 1,1$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_V = 1,0$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$K_{ПВ}$ —коэффициент, отражающий состояние поверхности и заготовки.

$K_{ПВ} = 0,9$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

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

$K_{ИВ} = 1,0$ —приведены по таблице. [2, стр. 361]

Коэффициент  $K_{MV}$  находится:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,76$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

$$\begin{aligned} V &= \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} \cdot K_v, \\ &= \frac{332 \cdot 63^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 1,8^{0,1} \cdot 50^{0,2}} \cdot 0,76 = 221,54 \text{ м/мин} \end{aligned}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi B} = \frac{1000 \cdot 221,54}{\pi \cdot 50} = 1400 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi B n_{\phi}}{1000} = 220,0 \text{ м/мин}$$

Сила резания при фрезеровании рассчитывается по данной формуле:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^{n_z}}{D^q n^w}, [4, \text{стр. 406}]$$

где  $z$ —число зубьев фрезы;  $n$ —частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формуле окружной силы  $P_z$  при фрезеровании:  $C_p=825$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $u=1,1$ ;  $q=1,3$ ;  $w=0,2$  [4, стр. 412].

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^{n_z}}{D^q n^w} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,8^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 50^{1,1} \cdot 5}{63^{1,3} 1400^{0,2}} = 1050 \text{ Н}$$

Крутящий момент на шпинделе определяется по данной формуле [4, стр. 411]:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{1050 \cdot 63}{200} = 330,75 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Моношь реания определяют по данной формуле [4, стр. 411]:

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{1050 \cdot 220,0}{1020 \cdot 60} = 3,8 \text{ кВт}$$

## Переход 2

Глубина резания:  $t = Z_{1,2}^{\text{max}} = 3,3 + 0,35 = 3,65 \text{ мм}$

Подача по таблице:  $s_z = 0,16 \times 0,7 = 0,10 \text{ мм/об}$ .

Ширина фрезерования  $B$ :  $B = \frac{D}{1,25} = \frac{63}{1,25} = 50 \text{ мм}$ .

Скорость резания при черновом фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и дисковыми фрезами с пластинами из твердого сплава рассчитывают по известной эмпирической формуле:

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

При этом средние значения период стойкости  $T$  фрез выбирают:  $T=180$ .

Значения коэффициентов:  $C_v=332$ ;  $q=0,2$ ;  $m=0,20$ ;  $x=0,1$ ;  $y=0,4$ ;  $u=0,2$ ;  $p=0$ .

Коэффициент  $K_v$  рассчитают по известной формуле:

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

Где  $K_v$ —произведение ряда коэффициентов;

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалом

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

$K_{\Gamma}=1,1$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_V=1,0$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$K_{ПV}$ —коэффициент, отражающий состояние поверхности и заготовки.

$K_{ПV}=0,9$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

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

$K_{IV}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

Коэффициент  $K_{MV}$  находится:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{IV} = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,76$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} \cdot K_V$$
$$= \frac{332 \cdot 63^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 3,65^{0,1} \cdot 50^{0,2}} \cdot 0,76 = 206,4 \text{ м/мин}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi B} = \frac{1000 \cdot 206,4}{\pi \cdot 50} = 1400 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi B n_{\phi}}{1000} = 220 \text{ м/мин}$$

Сила резания при фрезеровании рассчитывается по данной формуле:

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

где  $z$ —число зубьев фрезы;  $n$ —частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формуле окружной силы  $P_z$  при фрезеровании:  $C_p=825$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $u=1,1$ ;  $q=1,3$ ;  $w=0,2$ .

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,8^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 50^{1,1} \cdot 5}{63^{1,3} \cdot 1400^{0,2}} = 1050,0 \text{ Н}$$

Крутящий момент на шпинделе определяется по данной формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{1050 \cdot 63}{200} = 330,75 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность реания определяют по данной формуле:

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{1050 \cdot 220}{1020 \cdot 60} = 3,6 \text{ кВт}$$

### Переход 3

Материал центровочного сверла приведен Р6М5.

Глубина резания:  $t=0,5D=0,5 \cdot 15=7,5$  мм [4, стр. 381].

Подача при сверлении стали, чугуна, медных и алюминиевых сплавов сверлами из быстрорежущей стали:  $s=0,30$  мм/об.

Скорость резания при сверлении определяют по данной формуле [4, стр. 382]:

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

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания при сверлении:  $C_v = 9,8$ ;  $q=0,4$ ;  $y=0,50$ ;  $m=0,20$ .

Средние значения периода стойкости сверл, зенкеров и разверток:  $T=45$  мин.

Коэффициент  $K_v$  рассчитают по известной формуле:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ГV} \cdot K_{ИV}$$

Где  $K_V$ —произведение ряда коэффициентов;

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалом

$$K_{MV} = K_{Г} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V},$$

$K_{Г}=1,2$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_V=1,05$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

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

$K_{ИV}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

$K_{ГV}$ —коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{ГV} = 1,0$ —приведены по таблице 41. [4, стр. 385]

Коэффициент  $K_{MV}$  находится:

$$K_{MV} = K_{Г} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,2 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,05} = 0,91$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ГV} \cdot K_{ИV} = 0,91 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,91$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

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

$$= \frac{9,8 \cdot 15^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,30^{0,7}} \cdot 0,91 = 30 \text{ м/мин}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 15} = 700 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi d n_{\phi}}{1000} = 33,0 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент и осевую силу на шпинделе рассчитывают по формулам [4, стр. 385]:

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

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p$$

Значения коэффициентов и показателей степени приведены в табл. 42 [4, стр. 385]:

$$C_M = 0,0345; q = 2,0; y = 0,8$$

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7$$

$K_p = K_{mp}$  — коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

Значения коэффициента  $K_{mp}$  приведены для стали и чугуна в табл. 9 [4, стр. 362]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$M_{kp} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 15^{2,0} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 1,22 = 24 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 15^{1,0} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 1,22 = 3156,3 \text{ Н}$$

Мощность резания определяют по данной формуле [4, стр. 386]:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{24 \cdot 700}{9750} = 1,7 \text{ кВт}$$

#### Переход 4

Материал центровочного сверла приведен Р6М5.

Глубина резания:  $t=0,5D=0,5 \cdot 11=5,5$  мм

Подача при сверлении стали, чугуна, медных и алюминиевых сплавов сверлами из быстрорежущей стали:  $s=0,26$  мм/об

Скорость резания при сверлении определяют по данной формуле [4, стр. 382]:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} \cdot K_v,$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формуле скорости резания при сверлении:  $C_v = 9,8$ ;  $q=0,4$ ;  $y=0,50$ ;  $m=0,20$ .

Средние значения периода стойкости сверл, зенкеров и разверток:  $T=45$  мин.

Коэффициент  $K_v$  рассчитают по известной формуле:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ГV} \cdot K_{ИV}$$

Где  $K_v$ —произведение ряда коэффициентов

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалом

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

$K_{\Gamma}=1,2$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_V=1,05$ —приведены по таблице 2. [2, стр. 359]

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

$K_{ИV}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

$K_{ГV}$ —коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{ГV} = 1,0$ —приведены по таблице 41. [4, стр. 385]

Коэффициент  $K_{MV}$  находится:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,2 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,05} = 0,91$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ГV} \cdot K_{ИV} = 0,91 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,91$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

$$\begin{aligned} v &= \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} \cdot K_v \\ &= \frac{9,8 \cdot 11^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,26^{0,5}} \cdot 0,91 = 30 \text{ м/мин} \end{aligned}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 11} = 225,2 = 900 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi d n_{\phi}}{1000} = 31,1 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент и осевую силу на шпинделе рассчитывают по формулам:

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

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

Значения коэффициентов и показателей степени приведены в табл. 42[4, стр. 385]:

$$C_M = 0,0345; q = 2,0; y = 0,8$$

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7$$

$K_p = K_{mp}$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

Значения коэффициента  $K_{mp}$  приведены для стали и чугуна в табл. 9[4, стр. 362].

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,22$$

$$M_{kp} = 10C_M D^q s^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 15^{2,0} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 1,22 = 24 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_o = 10C_p D^q s^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 15^{1,0} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 1,22 = 3156,3 \text{ Н}$$

Мощность резания определяют по данной формуле:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{24 \cdot 900}{9750} = 2,2 \text{ кВт}$$

### Операция 2 переход 1 (токарная)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями—Т15К6 [4, стр. 180].

Глубина резания:  $t = \frac{D_{01}^{max} - D_{21}^{max}}{2} = \frac{42,4 - 30,697}{2} = 5,85 \text{ мм}$   $t_1 = 1,5 \text{ мм}; t_2 = 1,5 \text{ мм};$   
 $t_3 = 1,5 \text{ мм}; t_4 = 1,35 \text{ мм}.$

Подача по таблице:  $s_1=0,4 \text{ мм/об}; s_2=0,4 \text{ мм/об}; s_3=0,4 \text{ мм/об}; s_4=0,4 \text{ мм/об};$  [4, стр. 364]

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по известной эмпирической формуле [4, стр. 363]:

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

При этом период стойкости  $T$  режущего инструмента выбирают:  $T=30 \text{ мм}$

Значения коэффициентов:  $C_V=290; m=0,20; x=0,15; y=0,35.$  [4, стр. 367]

Коэффициент  $K_V$  рассчитают по известной формуле:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}$$

Где  $K_V$ —произведение ряда коэффициентов;

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалом

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

$K_{\Gamma}=1,1$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_V=1,0$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$K_{ПV}$ —коэффициент, отражающий состояние поверхности и заготовки.

$K_{ПВ}=0,9$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

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

$K_{ИВ}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

Коэффициент  $K_{МВ}$  находится:

$$K_{МВ} = K_{Г} \left( \frac{750}{\sigma_{В}} \right)^{n_{В}} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$$K_{V} = K_{МВ} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,76$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

$$V_1 = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} \cdot K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,76 = 144,76 \text{ м/мин}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = 144,76 \text{ м/мин}$$

$$V_4 = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} \cdot K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 1,35^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,76 = 147,07 \text{ м/мин}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 144,8}{\pi \cdot 42,4} = 1087 = 1100 \text{ об/мин}$$

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 147,07}{\pi \cdot 42,4} = 1087 = 1104 = 1100 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi d_3 n_{\phi}}{1000} = 146,5 \text{ м/мин}$$

Сила резания при наружном продольном и поперечном течении, ратачивании рассчитывается по формуле [4, стр. 371]:

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени приведены в табл. 22.:  $C_p=300$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $n=-0,15$ . [4, стр. 372]

Поправочный коэффициент  $K_p$  представляет собой произведение ряда коэффициентов :

$$K_p = K_{мр} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{гр} = 1,22 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,65$$

$$K_{мр} = \left( \frac{\sigma_{В}}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 146,5^{-0,15} \cdot 1,65 = 1767,5 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывают по данной формуле [4, стр. 371] :

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{1767,5 \cdot 146,5}{1020 \cdot 60} = 4,2 \text{ кВт}$$

## Операция 2 переход 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями—Т15К6. [4, стр. 180]

Глубина резания:  $t = A_{22}^{max} = 1,86 \text{ мм}$ .



Подача по таблице:  $s=0,4$  мм.

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по известной эмпирической формуле:

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

При этом период стойкости  $T$  режущего инструмента выбирают:  $T=30$  мм.

Значения коэффициентов:  $C_V=290$ ;  $m=0,20$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ .

Коэффициент  $K_V$  рассчитают по известной формуле:

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

Где  $K_V$ —произведение ряда коэффициентов;

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалом

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

$K_{\Gamma}=1,1$ —приведены по таблице 2. [2,с359]

$n_V=1,0$ —приведены по таблице 2. [2,с359]

$K_{ПВ}$ —коэффициент, отражающий состояние поверхности и заготовки.

$K_{ПВ}=0,9$ —приведены по таблице. [2,с361]

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

$K_{ИВ}=1,0$ —приведены по таблице. [2,с361]

Коэффициент  $K_{MV}$  находится:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,76$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} \cdot K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 1,86^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,76 = 140,16 \text{ м/мин}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 140,16}{\pi \cdot 30} = 1500 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi d n_{\phi}}{1000} = 141,37 \text{ м/мин}$$

Сила резания при наружном продольном и поперечном точении, растачивании рассчитывается по формуле[2,с371]:

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени приведены в табл. 22.:  $C_p=300$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $n=-0,15$ .

Поправочный коэффициент  $K_p$  представляет собой произведение ряда коэффициентов :

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,22 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,65$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,86^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 141,37^{-0,15} \cdot 1,65 = 2203,5 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывают по данной формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2203,5 \cdot 141,37}{1020 \cdot 60} = 4,2 \text{ кВт}$$

### Операция 3 переход 1 (токарная)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями—Т15К6. [4, стр. 180]

Глубина резания:  $t = \frac{D_{01}^{max} - D_{21}^{max}}{2} = \frac{42,4 - 30,697}{2} = 5,85 \text{ мм}$   $t_1 = 1,5 \text{ мм}; t_2 = 1,5 \text{ мм};$   
 $t_3 = 1,5 \text{ мм}; t_4 = 1,35 \text{ мм}.$

Подача по таблице:  $s_1 = 0,4 \text{ мм/об}; s_2 = 0,4 \text{ мм/об}; s_3 = 0,4 \text{ мм/об}; s_4 = 0,4 \text{ мм/об};$  [4, стр. 364]

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по известной эмпирической формуле:

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

При этом период стойкости  $T$  режущего инструмента выбирают:  $T = 30 \text{ мм}.$

Значения коэффициентов:  $C_V = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35.$

Коэффициент  $K_V$  рассчитают по известной формуле:

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

Где  $K_V$ —произведение ряда коэффициентов;

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалом:

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

$K_{\Gamma} = 1,1$ —приведены по таблице 2. [2, с359]

$n_V = 1,0$ —приведены по таблице 2. [2, с359]

$K_{ПВ}$ —коэффициент, отражающий состояние поверхности и заготовки.

$K_{ПВ} = 0,9$ —приведены по таблице. [2, с361]

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

$K_{ИВ} = 1,0$ —приведены по таблице. [2, с361]

Коэффициент  $K_{MV}$  находится:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,76$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

$$V_1 = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} \cdot K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,76 = 144,76 \text{ м/мин}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = 144,76 \text{ м/мин}$$

$$V_4 = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} \cdot K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 1,35^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,76 = 147,07 \text{ м/мин}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 144,8}{\pi \cdot 42,4} = 1087 = 1100 \text{ об/мин}$$

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 147,07}{\pi \cdot 42,4} = 1087 = 1104 = 1100 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi d_3 n_{\phi}}{1000} = 146,5 \text{ м/мин}$$

Сила резания при наружном продольном и поперечном течении, ратачивании рассчитывается по формуле [4, стр. 371]:

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p,$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени приведены в табл. 22.:  $C_p=300$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $n=-0,15$ .

Поправочный коэффициент  $K_p$  представляет собой произведение ряда коэффициентов :

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,22 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,65$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,22$$

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 146,5^{-0,15} \cdot 1,65 = 1767,5 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывают по данной формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1767,5 \cdot 146,5}{1020 \cdot 60} = 4,2 \text{ кВт}$$

### Операция 3 переход 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями—Т15К6.

Глубина резания:  $t = A_{32}^{max} = 1,575 \text{ мм}$ .

Подача по таблице:  $s=0,4 \text{ мм/об}$ .

Скорость резания при наружном продольном и поперечном течении и растачивании рассчитывают по известной эмпирической формуле:

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

При этом период стойкости  $T$  режущего инструмента выбирают:  $T=30 \text{ мм}$ .

Значения коэффициентов:  $C_V=290$ ;  $m=0,20$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ .

Коэффициент  $K_V$  рассчитают по известной формуле:

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

Где  $K_V$ —произведение ряда коэффициентов;

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалом:

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

$K_{\Gamma}=1,1$ —приведены по таблице 2. [4, стр.359]

$n_V=1,0$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$K_{ПВ}$ —коэффициент, отражающий состояние поверхности и заготовки.

$K_{ПВ}=0,9$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

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

$K_{ИВ}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

Коэффициент  $K_{МВ}$  находится:

$$K_{МВ} = K_{Г} \left( \frac{750}{\sigma_{В}} \right)^{n_{V}} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$$K_{V} = K_{МВ} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,76$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} \cdot K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 1,575^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,76 = 143,71 \text{ м/мин}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 143,71}{\pi \cdot 30,697} = 1500 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi d n_{\phi}}{1000} = 144,7 \text{ м/мин}$$

Сила резания при наружном продольном и поперечном течении, ратачивании рассчитывается по формуле[4, стр. 371]:

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени приведены в табл. 22.

$C_p=300$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $n=-0,15$ .

Поправочный коэффициент  $K_p$  представляет собой произведение ряда коэффициентов :

$$K_p = K_{мр} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{Гр} = 1,22 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,65$$

$$K_{мр} = \left( \frac{\sigma_{В}}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,575^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 144,7^{-0,15} \cdot 1,65 = 1859,3 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывают по данной формуле:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{1859,3 \cdot 144,7}{1020 \cdot 60} = 4,2 \text{ кВт}$$

#### **Операция 4 переход 1 (токарная)**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями—Т15К6.

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{z_{д41}^{\max}}{2} = \frac{2+0,7}{2} = 1,35 \text{ мм.}$$

Подача по таблице: 0,4 мм/об.

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по известной эмпирической формуле:

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

При этом период стойкости  $T$  режущего инструмента выбирают:  $T=30$ мм.

Значения коэффициентов:  $C_V=290; m=0,20; x=0,15; y=0,35$ .

Коэффициент  $K_V$  рассчитают по известной формуле:

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

Где  $K_V$ —произведение ряда коэффициентов;

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалам

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

$K_{\Gamma}=1,1$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_V=1,0$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$K_{ПВ}$ —коэффициент, отражающий состояние поверхности и заготовки.

$K_{ПВ}=0,9$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

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

$K_{ИВ}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

Коэффициент  $K_{MV}$  находится:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,76$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} \cdot K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 1,35^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,76 = 147 \text{ м/мин}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 147}{\pi \cdot 42,4} = 1100 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi d_3 n_{\phi}}{1000} = 146,5 \text{ м/мин}$$

Сила резания при наружном продольном и поперечном течении, ратачивании рассчитывается по формуле [4, стр. 371]:

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени приведены в табл. 22.:  $C_p=300$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $n=-0,15$ .

Поправочный коэффициент  $K_p$  представляет собой произведение ряда коэффициентов :

$$K_p = K_{MP} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{\Gamma p} = 1,22 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,65$$

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 146,5^{-0,15} \cdot 1,65 = 1767,5 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывают по данной формуле:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{1767,5 \cdot 146,5}{1020 \cdot 60} = 4,2 \text{ кВт}$$

## переход 2

Инструмент нарезания резьбы и его материал выбираем в соответствии с рекомендациями: резьбовый резец, Р6М5.

Число рабочих ходов при нарезании трапецеидальной резьбы по табл. 114 [4, стр. 428]:  
 $i=9$ .

Подачи при нарезании трапецеидальной резьбы приведены в табл. 116 [4, стр. 429]: $s=6$ .

Скорость резания при нарезании крепежной и трапецеидальной резьбы резцами из быстрорежущей стали определяют по формуле [4, стр. 429]:

$$v = \frac{C_v}{T m_t^x s^y} K_v,$$

Значения коэффициента и показателей степени приведены в табл. 118 [4, стр. 430]:

$$C_v = 47,8; x = 0,50; y = 0; m = 0,18; T = 70.$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания определяют по формуле [4, стр. 431]:

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{CV},$$

$K_{\Gamma}=1,2$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_v=1,75$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,2 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,75} = 0,75$$

$K_{IV}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361].

$K_{CV} = 1,0$  — [2, с431].

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{CV} = 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,84$$

Находим скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T m_t^x s^y} K_v = \frac{47,8}{70^{0,18} \cdot 0,45^{0,5} \cdot 6^0} \cdot 0,75 = 24,9 \text{ м/мин}$$

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 24,9}{\pi \cdot 40} = 200 \text{ об/мин}$$

Тангенциальную составляющую силу резания при нарезании резьбы резцами определяют по формуле [4, стр. 432]:

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^u} K_p$$

$K_p=K_{M_p}=0,85$ —приведены в табл. 119[4, стр. 433].

Значения коэффициентов и показателей степени приведены в табл.120[4, стр. 433]:

$C_p=148; y=1,7; u=0,71$

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^u} K_p = \frac{10 \cdot 148 \cdot 6^{1,7}}{9^{0,71}} \cdot 0,85 = 5559,4 \text{ Н}$$

Мощность при нарезании резьбы рассчитывается по формуле [4, стр. 433]:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{5559,4 \cdot 24,9}{1020 \cdot 60} = 2,3 \text{ кВт}$$

## Операция 5 переход 1 (резьбонарезная)

Инструмент нарезания резьбы и его материал выбираем в соответствии с рекомендациями: метчики, Р6М5.

Число рабочих ходов при нарезании метрической резьбы по табл. 115 [4, стр. 428]:  $i=4$ .

Подачи при нарезании метрической резьбы приведены в табл. 116 [4, стр. 429]:  $s=1$ ;  $s_z=0,5$

Скорость резания при нарезании крепежной резьбы резцами из быстрорежущей стали определяют по формуле [4, стр. 429]:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} t^{x_s} s^y} K_v$$

Значения коэффициента и показателей степени приведены в табл. 118 [4, стр. 430]:

$$C_v = 14,8; x = 0,70; y = 0,30; m = 0,11; T = 80.$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания определяют по формуле [4, стр. 431]:

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{CV}$$

$K_{\Gamma}=1,1$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_v=1,0$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$K_{IV}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361].

$K_{CV} = 1,0$  — [4, стр. 431].

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{CV} = 0,84 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,84$$

Находим скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} t^{x_s} s^y} K_v = \frac{14,8}{80^{0,11} \cdot 1 \cdot 1} \cdot 0,84 = 7,7 \text{ м/мин}$$
$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 7,7}{\pi \cdot 16} = 150 \text{ об/мин}$$

$K_p=K_{Mp}=0,85$ —приведены в табл. 119[4, стр. 433].

Значения коэффициентов и показателей степени приведены в табл.120[4, стр. 433]:

$$C_M=0,027; y=1,5; q=1,4.$$

Крутящий момент при нарезании резьбы метчиками определяют по формуле:

$$M_{kr} = 10 C_M D^q P^y K_p = 10 \cdot 0,027 \cdot 16^{1,4} \cdot 1^{1,5} \cdot 0,85 = 11,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность при нарезании резьбы метчиками, плашками и резьбовыми головками рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Mn}{975} = \frac{11,1 \cdot 150}{975} = 1,7 \text{ кВт}$$

## Переход 2

Инструмент нарезания резьбы и его материал выбираем в соответствии с рекомендациями: метчики, Р6М5.

Число рабочих ходов при нарезании метрической резьбы по табл. 115 [4, стр. 428]:  $i=4$ .

Подачи при нарезании метрической резьбы приведены в табл. 116 [4, стр. 429]:  $s=1$ ;  $s_z=0,5$

Скорость резания при нарезании крепежной резьбы резцами из быстрорежущей стали определяют по формуле [4, стр. 429]:

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

Значения коэффициента и показателей степени приведены в табл. 118 [4, стр. 430]:

$$C_v = 14,8; x = 0,70; y = 0,30; m = 0,11; T = 80.$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания определяют по формуле [4, стр. 431]:

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{CV},$$

$K_{\Gamma}=1,1$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_v=1,0$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$K_{IV}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361].

$K_{CV} = 1,0$  — [4, стр. 431].

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{CV} = 0,84 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,84$$

Находим скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{14,8}{80^{0,11} \cdot 1 \cdot 1} \cdot 0,84 = 7,7 \text{ м/мин}$$

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 7,7}{\pi \cdot 12} = 200 \text{ об/мин}$$

Значения коэффициентов и показателей степени приведены в табл. 120 [4, стр. 433]:

$$C_M=0,027; y=1,5; q=1,4.$$

$K_p=K_{Mp}=0,85$ —приведены в табл. 119 [4, стр. 433].

Крутящий момент при нарезании резьбы метчиками определяют по формуле:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q P^y K_p = 10 \cdot 0,027 \cdot 12^{1,4} \cdot 1^{1,5} \cdot 0,85 = 7,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность при нарезании резьбы рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Mn}{975} = \frac{7,4 \cdot 200}{975} = 1,5 \text{ кВт}$$

### Операция 6 переход 1 (фрезерная)

Материал и диаметр торцового фрезы выбираем в соответствии с рекомендациями —Т15К6 и 16 мм.

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D_{31}^{max} - A_{61}^{max}}{2} = \frac{30,697 - 24}{2} = 3,35 \text{ мм.}$$

Подача по таблице:  $s_z = 0,16 \text{ мм/об.}$  [4, стр. 403]

Подача минутная:  $s_m = s_z \cdot z \cdot n = 0,16 \cdot 5 \cdot 1800 = 1440 \text{ мм/мин.}$  [4, стр. 402]

Ширина фрезерования  $B:V = 8 \text{ мм.}$

Скорость резания при черновом фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и дисковыми фрезами с пластинами из твердого сплава рассчитывают по известной



эмпирической формуле [4, стр. 406]:

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

При этом средние значения период стойкости  $T$  фрез выбирают:  $T=80$ . [4, стр. 411]  
 Значения коэффициентов:  $C_v=332$ ;  $q=0,2$ ;  $m=0,20$ ;  $x=0,1$ ;  $y=0,4$ ;  $u=0,2$ ;  $p=0$ . [4, стр. 407]  
 Коэффициент  $K_v$  рассчитают по известной формуле:

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

Где  $K_v$ —произведение ряда коэффициентов;

$K_{MV}$ —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяется по формуле, когда сталь является обрабатываемым материалом:

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

$K_{\Gamma}=1,1$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$n_V=1,0$ —приведены по таблице 2. [4, стр. 359]

$K_{ПВ}$ —коэффициент, отражающий состояние поверхности и заготовки.

$K_{ПВ}=0,9$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

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

$K_{ИВ}=1,0$ —приведены по таблице. [4, стр. 361]

Коэффициент  $K_{MV}$  находится:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,1 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,84$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,76$$

Скорость резания  $V$  рассчитывается:

$$\begin{aligned} V &= \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} \cdot K_v \\ &= \frac{332 \cdot 16^{0,2}}{80^{0,2} \cdot 3,35^{0,4} \cdot 0,16^{0,1} \cdot 8^{0,2}} \cdot 0,76 = 89,35 \text{ м/мин} \end{aligned}$$

По найденной скорости рассчитывают число оборот шпинделя станка в минуту:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 89,35}{\pi \cdot 16} = 1800 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания определяется:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = 90,5 \text{ м/мин}$$

Сила резания при фрезеровании рассчитывается по данной формуле [4, стр. 402]:

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

где  $z$ —число зубьев фрезы;  $n$ —частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формуле окружной силы  $P_z$  при фрезеровании:  $C_p=825$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $u=1,1$ ;  $q=1,3$ ;  $w=0,2$ . [4, стр. 407]

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,8^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 8^{1,1} \cdot 5}{16^{1,3} \cdot 1800^{0,2}} = 790,1 \text{ Н}$$

Крутящий момент на шпинделе определяется по данной формуле [4, стр. 411]:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{790,1 \cdot 16}{200} = 63,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания определяют по данной формуле [4, стр. 411]:

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{790,1 \cdot 90,5}{1020 \cdot 60} = 1,2 \text{ кВт}$$

### Операция 7 переход 1 (шлифовальная)

Шлифовальный круг имеет зернистость и твердость—50 и СМ2.

Ширина и диаметр шлифовального круга:  $B=20$  ;  $D=50$ .

Основные параметры резания при шлифовании :

Скорость круга:  $v_k=30$  м/с. [4, стр. 438]

Скорость заготовки :  $v_3=20$  м/мин. [4, стр. 438]

Число оборот заготовки:  $n_3 = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 30} = 250$  об/мин.

Глубина шлифования :  $t=0,05$  мм.

Продольная подача :  $s=0,2$  ;  $V=0,4$  м/мин.

Эффективная мощность при шлифовании периферией круга с продольной подачей рассчитывается по данной формуле [4, стр. 438]:

$$N = C_N v_3^r t^x s^y d^q,$$

где  $d$  – диаметр шлифования, мм.

Значения коэффициента  $C_N$  и показателей степени приведены в табл. 131 [4, стр 441].:

$$C_N = 2,2; r = 0,5; x = 0,5; y = 0,55$$

Эффективная мощность рассчитывается:

$$N = C_N v_3^r t^x s^y d^q = 2,2 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 0,4^{0,55} = 1,33 \text{ кВт}$$

### Операция 7 переход 2

Шлифовальный круг имеет зернистость и твердость—50 и СМ2.

Ширина и диаметр шлифовального круга:  $B=20$  ;  $D=50$ .

Основные параметры резания при шлифовании :

Скорость круга:  $v_k=30$  м/с. [4, стр. 438]

Скорость заготовки :  $v_3=20$  м/мин. [4, стр. 438]

Число оборот заготовки:  $n_3 = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 30} = 250$  об/мин

Глубина шлифования :  $t=0,05$  мм.

Продольная подача :  $s=0,2$  ;  $V=0,4$  м/мин.

Эффективная мощность при шлифовании периферией круга с продольной подачей рассчитывается по данной формуле [4, стр. 438] :

$$N = C_N v_3^r t^x s^y d^q$$

где  $d$  – диаметр шлифования, мм.

Значения коэффициента  $C_N$  и показателей степени приведены в табл. 131 [4,стр. 441].:

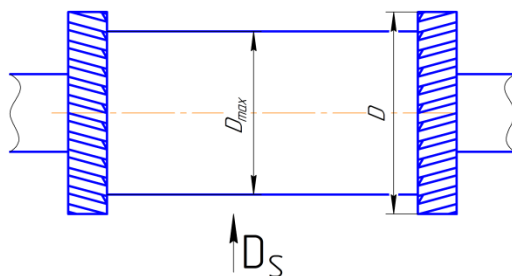
$$C_N = 2,2; r = 0,5; x = 0,5; y = 0,55$$

Эффективная мощность рассчитывается:

$$N = C_N v_3^r t^x s^y d^q = 2,2 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 0,4^{0,55} = 1,33 \text{ кВт}$$

## 9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода

Операция 1 переход 1:

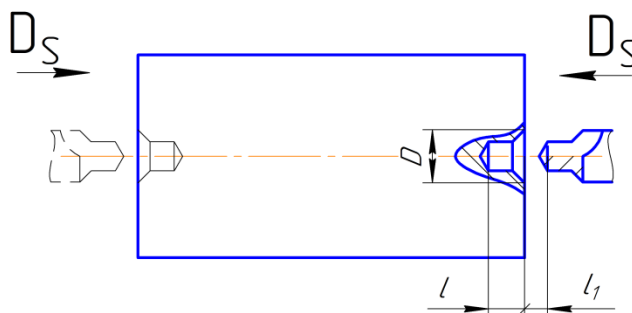


$$T_o = \frac{L}{S_M} = \frac{42}{700} = 0,06 \text{ мин}$$

Операция 1 переход 2:

$$T_o = \frac{L}{S_M} = \frac{42}{700} = 0,06 \text{ мин}$$

Операция 1 переход 3:

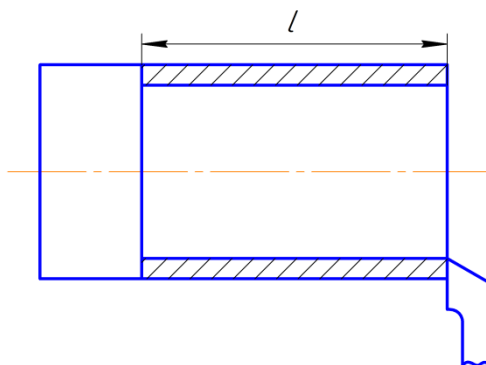


$$T_o = \frac{L}{nS_o} = \frac{44}{700 \cdot 0,3} = 0,21 \text{ мин}$$

Операция 1 переход 4:

$$T_o = \frac{L}{nS_o} = \frac{44}{900 \cdot 0,26} = 0,19 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 1:

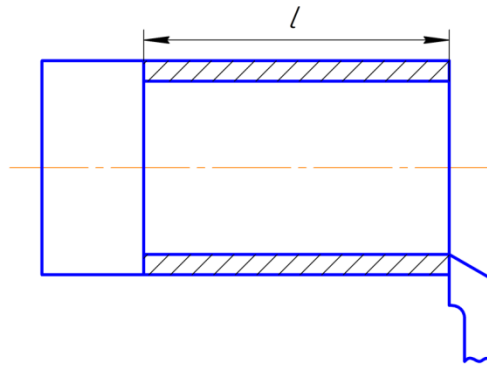


$$T_o = \frac{L}{nS_o} \cdot i = \frac{99,72}{1100 \cdot 0,4} \cdot 4 = 0,91 \text{ мин}$$

Операция 2 переход 2:

$$T_o = \frac{L}{nS_o} \cdot i = \frac{1,86}{1500 \cdot 0,4} = 0,003 \text{ мин}$$

Операция 3 переход 1:



$$T_o = \frac{L}{nS_o} \cdot i = \frac{49,74}{1100 \cdot 0,4} \cdot 4 = 0,45 \text{ мин}$$

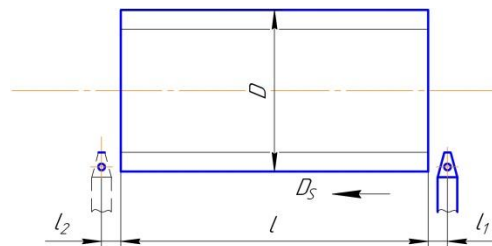
Операция 3 переход 2:

$$T_o = \frac{L}{nS_o} \cdot i = \frac{1,575}{1500 \cdot 0,4} \cdot 4 = 0,003 \text{ мин}$$

Операция 4 переход 1:

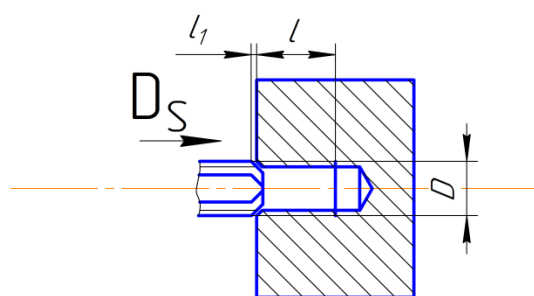
$$T_o = \frac{L}{nS_o} \cdot i = \frac{510}{1100 \cdot 0,4} = 1,16 \text{ мин}$$

Операция 4 переход 2:



$$T_o = \left( \frac{L}{nP} + \frac{L}{n_{всп}P} \right) \cdot i = \frac{515}{200 \cdot 6} \cdot 9 = 3,86 \text{ мин}$$

Операция 5 переход 1:

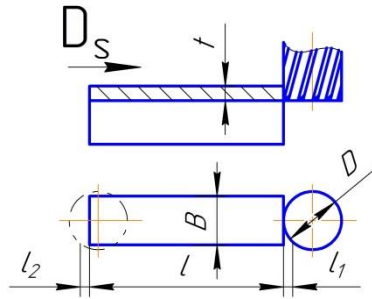


$$T_o = \frac{L + L_{всп}}{nP} = \frac{40 + 2}{150 \cdot 1} = 0,28 \text{ мин}$$

Операция 5 переход 2:

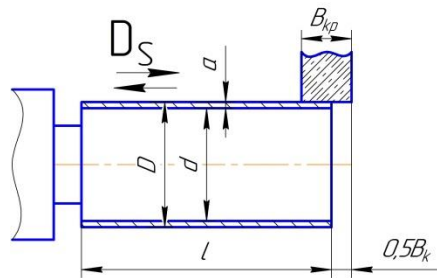
$$T_o = \frac{L + L_{всп}}{nP} = \frac{40 + 2}{200 \cdot 1} = 0,21 \text{ мин}$$

Операция 6 переход 1:



$$T_o = \frac{L}{S_M} = \frac{24 + 2 + 2}{1440} \cdot 4 = 0,078 \text{ мин}$$

Операция 7 переход 1:



$$T_o = \frac{L}{S_B B_K n_d} i K = \frac{42 + 10}{0,4 \cdot 20 \cdot 250} \cdot 10 \cdot 1,2 = 0,312 \text{ мин}$$

Операция 7 переход 2:

$$T_o = \frac{L}{S_B B_K n_d} i K = \frac{100 + 10}{0,4 \cdot 20 \cdot 250} \cdot 10 \cdot 1,2 = 0,66 \text{ мин}$$

## 10. Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени  $T_{шт.к.}$  [9, с. 101]

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

Штучное время определяем по формуле [9, с.101]:

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

Вспомогательное время определяем по формуле [9, с.101]:

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

Где  $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали – определены по таблице 5.2. [5, с.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали – определены по таблице 5.7. [5, с.201];

$T_{уп}$ - время на управление станком– определены по таблице 5.8. [5, с.202];

$T_{из}$ - время на измерение детали– определены по таблице 5.12. [5, с.207];

Оперативное время:  $T_{опер.} = T_0 + T_B$ .

Время на обслуживание и отдых:  $T_{о.т} = 15\% \times t_{опер.}$

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

$n$ - количество деталей в настроечной партии,  $n = 3000$  шт.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = \left( \frac{T_{п.з.}}{3000} \right) + T_0 + T_B + T_{о.т.}$$

Операция 1 :

$$T_0 = 0,06 + 0,06 + 0,21 + 0,19 = 0,52 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,1 + 0,042 + 0,15 + 1,6 = 1,892 \text{ мин.}$$

$$T_{опер.} = 0,52 + 1,892 = 2,412 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \times 2,412 = 0,362 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.} = 0,52 + 1,892 + 0,362 = 2,774 \text{ мин}$$

$$T_{п.з.} = 18 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к.} = 0,52 + 1,892 + 0,362 + \frac{18}{3000} = 2,78 \text{ мин}$$

Операция 2 :

$$T_0 = 0,913 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,27 + 0,042 + 0,15 + 0,44 = 0,902 \text{ мин.}$$

$$T_{опер.} = 0,913 + 0,902 = 1,815 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \times 1,815 = 0,272 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.} = 0,913 + 0,902 + 0,272 = 2,087 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 19 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = 0,913 + 0,902 + 0,272 + \frac{19}{3000} = 2,093 \text{ мин}$$

Операция 3 :

$$T_o = 0,453 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,27 + 0,042 + 0,15 + 0,43 = 0,892 \text{ мин.}$$

$$T_{опер.} = 0,453 + 0,892 = 1,345 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \times 1,345 = 0,202 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,453 + 0,892 + 0,202 = 1,547 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 19 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = 0,453 + 0,892 + 0,202 + \frac{19}{3000} = 1,553 \text{ мин}$$

Операция 4 :

$$T_o = 1,16 + 3,86 = 5,02 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,1 + 0,042 + 0,3 + 0,9 = 1,342 \text{ мин.}$$

$$T_{опер.} = 5,02 + 1,342 = 6,362 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \times 6,362 = 0,954 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 5,02 + 1,342 + 0,954 = 7,316 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 19 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = 5,02 + 1,342 + 0,954 + \frac{19}{3000} = 7,322 \text{ мин}$$

Операция 5 :

$$T_o = 0,28 + 0,21 = 0,49 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,2 + 0,084 + 0,18 + 1,24 = 1,704 \text{ мин.}$$

$$T_{опер.} = 0,49 + 1,704 = 2,194 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \times 2,194 = 0,329 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,49 + 1,704 + 0,329 = 2,523 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 19 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = 0,49 + 1,704 + 0,329 + \frac{19}{3000} = 2,529 \text{ мин}$$

Операция 6 :

$$T_o = 0,078 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,1 \cdot 4 + 0,042 \cdot 4 + 0,20 + 0,72 = 1,488 \text{ мин.}$$

$$T_{опер.} = 0,078 + 1,488 = 1,566 \text{ мин.}$$

$$T_{о.т} = 15\% \times 1,566 = 0,235 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,078 + 1,566 + 0,235 = 1,879 \text{ мин}$$

$$T_{п.з} = 16 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = 0,078 + 1,566 + 0,235 + \frac{16}{3000} = 1,884 \text{ мин}$$

Операция 7 :

$$T_o = 0,312 + 0,66 = 0,972 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп.}} = 0,1 + 0,042 + 0,12 + 0,48 = 0,742 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер.}} = 0,972 + 0,742 = 1,714 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.т}} = 15\% \times 1,714 = 0,257 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,972 + 0,742 + 0,257 = 1,971 \text{ мин}$$

$$T_{\text{п.з}} = 19 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к}} = 0,972 + 0,742 + 0,257 + \frac{19}{3000} = 1,977 \text{ мин}$$



## II. Конструкторская часть

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

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

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

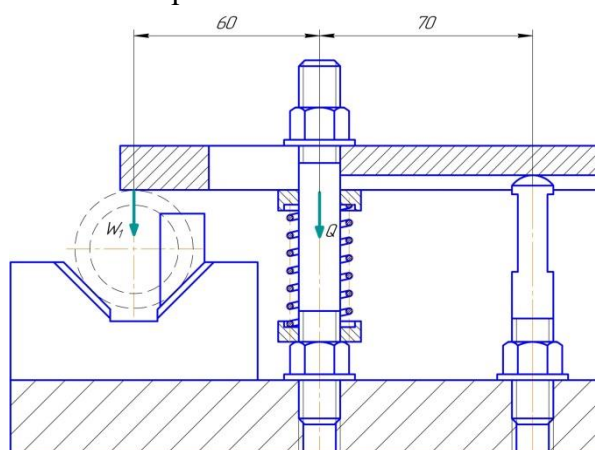
Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «винт» на вертикально-фрезерном станке 6Т10.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «винт».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «винт» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические требования	Тип производства – среднесерийное. Программа выпуска - 3000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать Вертикально-фрезерному станку 6Т10. Исходные данные о заготовке, поступающей на точную операцию: $Ra = 6,3$ мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, принципиальная схема сборки специального приспособления.

## 2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

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

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



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

Для получения экономичного и простого в изготовлении приспособления, а также с целью уменьшения металлоемкости закрепляющих элементов, выбираем закрепление заготовки относительно наружной поверхности.

## 3. Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для фрезерной операции детали “винт” при ее обработке на вертикально-фрезерном станке модели 6Т10.

Приспособление состоит из четыре части: основание, призмы, винтовый механизм и упоры торцевые. Основание закрепляется на рабочем столе с помощью болтов 15. Призмы закрепляются на основание с болтов 12. Винтовый механизм используется для непосредственного, чтобы осуществлять зажим заготовки. Разжим заготовки осуществляется с помощью винтового механизма для непосредственного разжима. При обработке другой поверхности следует добавлять торцевой упор. Устанавливают правильно торцевой упор, чтобы достигать совмещения плоскостей торцевого упора и заготовки.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

#### 4. Определение необходимой силы зажима

Сила резания при фрезеровании рассчитывается по данной формуле [4, стр. 402]:

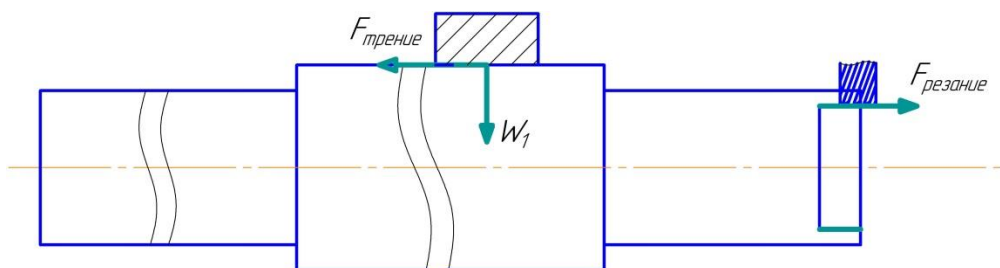
$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w}$$

где  $z$ —число зубьев фрезы;  $n$ —частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формуле окружной силы  $P_z$  при фрезеровании:  $C_p=825$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $u=1,1$ ;  $q=1,3$ ;  $w=0,2$ . [4, стр. 407]

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,8^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 8^{1,1} \cdot 5}{16^{1,3} \cdot 1800^{0,2}} = 790,1 \text{ Н}$$

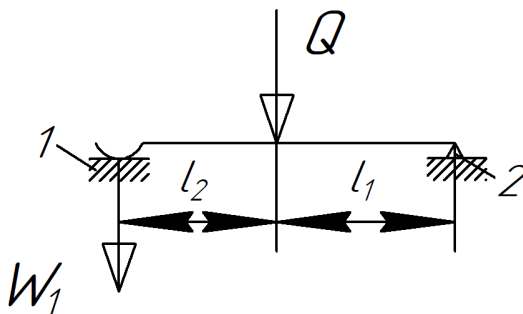
$$F_{\text{резание}} = 790,1 \text{ Н} = F_{\text{трение}}$$

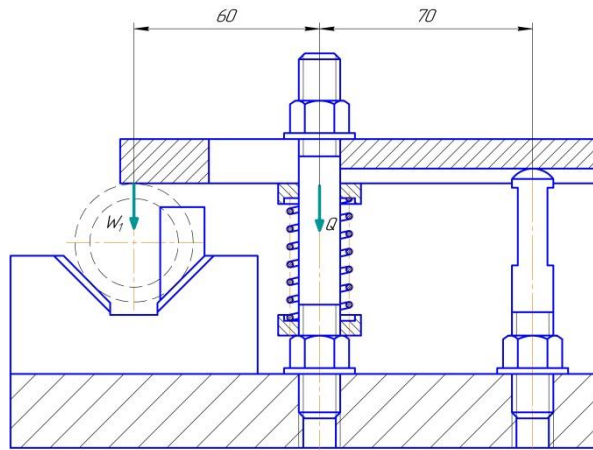


$$W_1 = f F_{\text{трение}} = 0,1 \cdot 790,1 = 79 \text{ Н}$$

На схеме: 1 – зажимаемая деталь; 2 – точка опоры рычага. Из равенства моментов сил относительно опор находим: по схеме

$$W = Q \frac{l_1}{l_1 + l_2} \eta, \text{ [6, стр. 67]}$$





$$Q_1 = W_1 \frac{l_1 + l_2}{l_1 \eta} = 79 \cdot \frac{70 + 60}{70 \cdot 0,95} = 136,8 \text{ Н}$$

Винтовой механизм можно рассматривать как комбинированный, состоящий из рычага с плечами и клина с трением только по наклонной поверхности.

Так как

$$i_{\text{ид. рычага}} = \frac{l}{r_{\text{сп}}}; \quad i_{\text{ид. клина}} = \frac{l}{\text{tg } \alpha'}, \quad [6, \text{ стр. 69}]$$

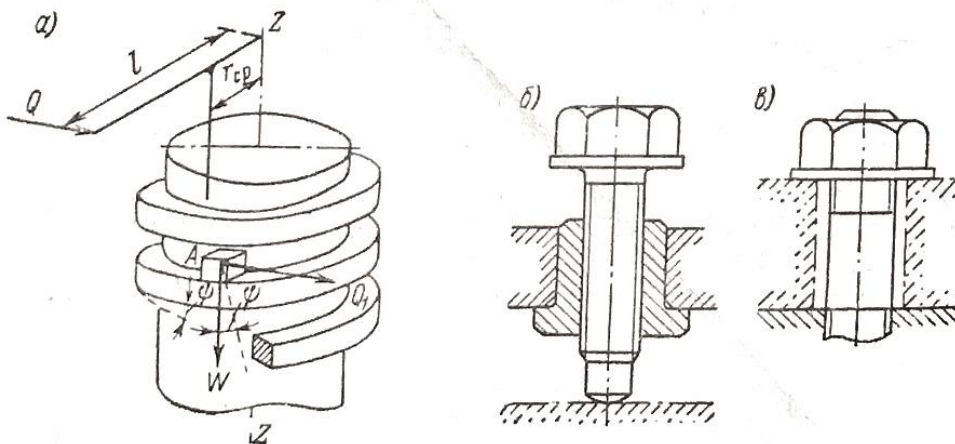


Рис. II.34. Винтовые механизмы: а — схема для расчета; б — зажим винтом; в — зажим гайкой

то сила, развиваемая идеальным винтовым механизмом, будет

$$W_{\text{ид}} = Q \frac{l}{r_{\text{сп}} \text{tg } \psi}, \quad [6, \text{ стр. 69}]$$

шпильки М14×70 ГОСТ 22042-76  $r_{\text{сп}} = 5,5 \text{ мм}$   $\psi = \arctan \frac{nP}{\pi d_2} = \arctan \frac{2}{\pi 12} = 3,0^\circ$

гайка М14 ГОСТ 5915-70  $l = 10 \text{ мм}$

$W = Q_1 = 136,8 \text{ Н}$

$$Q = W \frac{r_{\text{сп}} \text{tg } \psi}{l} = 136,8 \cdot \frac{5,5 \text{tg } 3,0^\circ}{10} = 3,9 \text{ Н}$$

## **5. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления**

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, сносностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2308-68.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158Л41	Бай Хайтао

<b>Школа</b>	<b>ШБИП</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. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p><i>Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.</i></p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	

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

<p>1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i></p>	<p><i>Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.</i></p>
<p>2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i></p>	<p><i>Перечень этапов, работ и распределение исполнителей, календарный план-график проведения НИОКР по теме.</i></p>
<p>3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i></p>	<p><i>Расчет материальных затрат НИИ, расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.</i></p>
<p>4. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i></p>	<p><i>Расчёт основной заработной платы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы, расчет бюджета затрат НИИ.</i></p>
<p>5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i></p>	<p><i>По результатам НИИ были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная НИИ относится к поисковым работам, то оценивать её</i></p>

	<i>эффективность преждевременно.</i>
<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	Бай Хайтао		

# 1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

## 1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы «Разработка технологии изготовления валика с применением станка с ЧПУ». Валик представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали инструментальной штамповой X12MФ. Деталь имеет относительно сложную конструкцию, лучше используем станок с ЧПУ, обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. Валик служит для передачи движения и крутящего момента. Объем выпуска продукции 1000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, у которых есть станок с ЧПУ. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО «Сибирская машиностроительная компания», ООО «Промышленная механика».

## 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	0,02	5	3	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	3	0,8	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	1	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	2	4	1,5	0,6	1,2
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах	0	1	2	2	0	0	0



памяти							
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	4	5	5	0,04	0,05	0,05
10. Простота эксплуатации	0	5	3	4	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	3	2	1	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,03	4	1	2	0,12	0,03	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	3	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	1	0,16	0,12	0,04
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	1	2	2	0,01	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	2	0,2	0,16	0,08
Итого	1	66	51	45	4,17	2,66	2,96

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:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 66 \cdot 4,17 = 275,22$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum V_i \cdot B_i = 51 \cdot 2,66 = 135,66$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 45 \cdot 2,96 = 133,2$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способа передачи движения и крутящего момента. Также деталь является надежной, так как выполнена из инструментальной штамповой 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 ЕСТП.

### 1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QQuality 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	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Энергоэффективность	0,2	80	100	0,8	0,16
2. Помехоустойчивость	0,01	20	100	0,2	0,002
3. Надежность	0,1	90	100	0,9	0,09
4. Унифицированность	0,1	80	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
6. Уровень шума	0,02	40	100	0,4	0,008

7. Безопасность	0,1	60	100	0,6	0,06
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	100	0,01	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	30	100	0,3	0,003
10. Простота эксплуатации	0,05	50	100	0,5	0,025
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	100	0,01	0
12. Ремонтопригодность	0,05	20	100	0,2	0,01
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	0,08
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	40	100	0,4	0,004
15. Перспективность рынка	0,01	30	100	0,3	0,003
16. Цена	0,1	20	100	0,2	0,02
17. Послепродажное обслуживание	0,01	40	100	0,4	0,004
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	1	100	0,01	0,0001
19. Срок выхода на рынок	0,01	10	100	0,1	0,001
20. Наличие сертификации разработки	0,01	70	100	0,7	0,007
Итого	1	853		8,53	0,6471

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 853 \cdot 0,6471 = 552$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – 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 552, 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>С1. Использование современного оборудования</p> <p>С2. Маленький срок поставок материалов</p> <p>С3. Наличие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>С4. Наличие новых технологий</p> <p>С5. Более низкая стоимость производства по сравнению с</p>	<p>Сл1. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл2. Низкая уровень материалоемкости разработки</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>

	<p>другими технологиями</p> <p>СбНаличие бюджетного финансирования.</p>	
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p>В2. Развитие технологий в данной отрасли.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области металлообработки и улучшения технологий в данной отрасли.</p> <p>-При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>-Понижение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>-Повышение уровени материалоемкости разработки</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данную деталь.</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований.</p>	<p>- Наличие неустойчивого спроса на рынке может ограничить развития современных технологий.</p> <p>-Введение дополнительных государственных требований может тормозить развития современного оборудования.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

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 сторон и возможности: B1C1C2C3C4, B2C1C2C3C4C5.

Таблица 5

#### Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	+	+
	B2	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл2Сл3; B2Сл2Сл3.

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 сильные стороны и угрозы: У2С1С3.

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	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 матрице держатель

	1	2	3	4
--	---	---	---	---

А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	20	30	40	80
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:

1. А1Б4В3;

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 80 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно сроят граф-дерево.

2. А4Б3В1;

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 50 минут.

3. А2Б3В4;

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

4. А3Б1В2.

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.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t	t	toji	Tpi
				min i	max i		
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	4	8	5,6	2,8
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	10	20	14	7
	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	15	20	17	17
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2	4	2,8	1,4
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1	2	1,4	1,4
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	10	20	14	14

	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	8	16	11,2	11,2
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	8	16	11,2	5,6
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	6	12	8,4	8,4
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7	14	9,8	9,8
<i>Проведение ОКР</i>							
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	6	12	8,4	4,2
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	4	8	5,6	2,8
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	4	2,8	2,8

Оформление отчета, по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8
	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	4	8	5,6	5,6

### 3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости тоже используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}$$

Где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$  – 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  $T_r$ , 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

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

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

### 3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{Ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где  $T_{Ki}$ – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$ – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где:  $T_{\text{кал}}=366$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}=104$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}=14$ - количество праздничных дней в году.

Зная количество календарных дней в году, выходных дней в году, праздничных дней в году рассчитаем коэффициент календарности по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{336}{336 - 104 - 14} = 1,54$$

рассчитанные значения внесены в таблице 10.

После заполнения Таблицы 10 строим календарный план-график (см. Таблицу 11).

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 10

№ раб	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$T_{pi}$	2,8	7	17	1,4	1,4	14	11,2	5,6	8,4	9,8	4,9	4,2	2,8	7	2,8	2,8	4,9	5,6
$T_{ki}$	5	11	27	3	3	22	18	9	13	16	8	7	5	11	5	5	8	9

Таблица 11

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	$t_{ki}$	Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	■														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	11	■	■													
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	27	■	■	■												
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3				■											

5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	3																
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	22																
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	18																
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	9																
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	13																
10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	16																
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	8																
12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7																
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	5																



В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 12.

Таблица 12

#### Материальные затраты

Материалы	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z <sub>м</sub> ), руб.
Пруток 55х2000	шт	1000	60	60000
Итого				60000

### 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	Ленточнопильный станок HBS-1018W	1	290	290
2	Токарно-винторезный станок Stalex GH-1430B	1	580	580
3	Универсальный такорный станок с ЧПУ MASTURN 550/820	1	3500	3500
4	Универсальный фрезерный станок PROMA FNS-55PD	1	1319	1319
5	Круглошлифовальный станок MA1420/500	1	140	140
				Итого: 5829000 руб.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10.

Мы работаем за 3 месяца, то есть:  $\frac{5829000}{10 \times 12} \times 3 = 1457250$  руб.

### 3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

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

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

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

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{зд}} \cdot T_p$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);  $Z_{\text{дн}}$  – 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	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	200	200

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

$k_{\text{д}}$  – 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  $Z_{\text{тс}}$ );

$k_{\text{р}}$  – 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.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_{р}$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	65644,8	3413, 5	57,8	197300,3
Студент	48000	0,3	0,2	1,3	93600	4867, 2	95,4	464330,88
Итого $Z_{осн}$								661631,18

по рабочим дням, надо оплатить 661631,18 руб

### 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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп})$$

где  $k_{внеб}$  – 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	197300,3	53468,38
Студент	464330,88	125833,7
Итого		179302,08

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды всего 179302,08руб.

### 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

### 3.4.5 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	60000	Пункт 3.4.1
2. Расчет амортизации	5829000	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	661631,18	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	179302,08	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	1489103,26	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 ресурс эффективности.

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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1489103,26}{1800000} = 0,827$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – 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 разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурс эффективности 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 ресурс эффективности 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	0,2	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4
3. Помехоустойчивость	0,1	2
4. Энергосбережение	0,25	3
5. Надежность	0,1	4
6. Материалоемкость	0,2	2
Итого	1	3,35

$$I_{p-исп1} = 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,25 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 2 = 3,35$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп1}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп1}} = \frac{3,35}{0,827} = 4,05$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{4,05}{5,3} = 0,764$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп. 1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,827
2	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	3,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,764

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 117355 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 547551 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

## СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Бай Хайтао

Школа	Отделение	Уровень образования	Направление/специальность
ИШНПТ	Материаловедения	Бакалавриат	Машиностроение

<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 участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <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</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Анализ опасных и вредных факторов, включая освещение, шумы, вибрации, воздействие ультразвука, микроклимат.</p> <p style="text-align: center;">Оценка помещения по пожарной опасности.</p> <p style="text-align: center;">Охрана окружающей среды.</p>



<p>средства).</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей 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><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>В данном разделе производится анализ влияния производственных факторов на окружающую среду и защищать окружающую среду.</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> </ul>	<p>Перечень основных нормативных актов, содержащих требования по охране труда.</p>

<p>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>	
<p><b>4. Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организационные и правовые мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>В данном разделе приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации. Разработан ряд действий в результате возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий. В помещении имеется порошковый огнетушитель ОП - 4, и разработан план эвакуации.</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		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Бай Хайтао		

# 1. Производственная безопасность

## Анализ опасных и вредных факторов производственной среды

Мы работаем на заводе. Обзор возможных вредных производственных факторов произведём по стандартам, определяющим степень учёта их важности.

ГОСТ 12.2.007.0-75 распространяется на электротехнические изделия и устанавливает требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека следующих факторов, связанных с такими изделиями: электрического тока; электрической искры и дуги; движущихся частей изделия; частей изделия, нагреваемых до высоких температур; опасных и вредных материалов; используемых в конструкции изделия, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при его эксплуатации; шума и ультразвука; вибрации; электромагнитных полей, теплового, оптического и рентгеновского излучения.

Данный стандарт устанавливает также требования, снижающие вероятность возникновения пожара от: электрической искры и дуги; частей изделия, нагреваемых до высоких температур, в том числе от воздействия электромагнитных полей; применения пожароопасных материалов, используемых в изделии, выделяющих опасные и вредные вещества при эксплуатации и хранении.

Основными опасным фактором являются:

- Повышенная температура поверхности оборудования, материалов. Повышенные температуры могут вызвать ожоги различных степеней в зависимости от температуры поверхности.

- Механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств. Движущиеся части машин и механизмов и сами машины, острые кромки предметов, нахождение на высоте, перегретые или переохлажденные поверхности, способные вызвать термический или солодовый ожог.

- Разлет стружки при работе на станке. Разлет горячей стружки может привести к множественным ожогам, так же стружка может привести к поломке оборудования и тем или иным образом повлиять на безопасность человека.

- Опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;

К основным вредным факторам можно отнести:

- превышение уровня шума;
- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень вибраций;
- монотонный режим работы;
- отклонение показателей микроклимата;
- повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- повышенный уровень электромагнитных полей;

Разберем основные вредные факторы и их нормирование.

## **Превышение уровня шума**

В данном цехе шум возникает при использовании оборудования, находящегося в цехе и при воздействии внешних факторов.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Уровни шума не должны превышать значений установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 17187 – 81, и проводится не реже двух раз в год.

- для цеха составляет 80 дБ;

Меры по борьбе с шумами:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;
- применение звукопоглощающих преград;
- применение глушителей шума;
- применение средств индивидуальной защиты от шума.

## **Недостаточная освещенность**

Работа инженера-разработчика имеет третий разряд точности, т.е. при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 300 лк (разряд зрительной работы IVa, минимальный размер предметов различения 0,5 – 1 мм). Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

## **Повышенный уровень вибрации**

При изучении действия вибрации на организм человека нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во

внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют 3–6 Гц, стоя — 5–12 Гц, грудной клетки — 5– 8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха. Источниками вибрации могут являться: станки, гидравлические прессы, заточное оборудование, электрокары. В таблице 1 приведены нормы вибрации для производственных помещений.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с <sup>2</sup>
0,6-0,4	До 3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Таблица 1. Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий.

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни.

В таблице 2 представлено влияние вибраций на организм человека в целом.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

Таблица 2. Влияние вибрации на организм человека

В последнее время принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки (спазмы периферических

сосудов, приступы поворота пальцев рук на холоде, ослабление подвижности и боль в руках в покое и ночное время, потеря чувствительности пальцев, гипертрофия мышц); церебральную — от преимущественного воздействия вибрации на весь организм человека (общемозговые сосудистые нарушения и поражение головного мозга); смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

- низкочастотные вибрации (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц - для локальных вибраций);

- среднечастотные вибрации (8-16 Гц - для общих вибраций, 31,5-63 Гц - для локальных вибраций);

- высокочастотные вибрации (31,5-63 Гц - для общих вибраций, 125-1000 Гц - для локальных вибраций).

## Микроклимат

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°C, в теплый период года 23-25°C. Перепады температур воздуха в течении смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C. Относительная влажность воздуха в диапазоне 60-40%. Оптимальная скорость движения воздуха 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 20,0-21,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 24,1-25,0°C. Температура поверхностей 19,0-26,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 21,0-22,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 25,1-28,0°C. Температура поверхностей 20,0-29,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. При температурах воздуха 25°C и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5. СанПиН 2.2.4.548-96. При температурах воздуха 26-28°C скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6. СанПиН 2.2.4.548-96. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup>.

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а также воздушное датирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.

- Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом, так в помещении с работающими ПЭВМ осуществляется кондиционирование воздуха, необходимое для поддержания необходимых параметров микроклимата независимо от внешних условий. В холодное время года параметры микроклимата поддерживаются системой водяного, воздушного или электрического отопления, в теплое - благодаря кондиционированию воздуха, с параметрами, отвечающими требованиям санитарным нормам безопасности СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

- Аэроионный состав воздуха производственных помещений оказывает влияние на самочувствие человека. Отклонения аэроионного состава от нормы во вдыхаемом воздухе может создавать угрозу для пользователя. Аэроионный состав воздуха должен соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.1294-03. К нормируемым показателями аэроионного состава воздуха относят: допустимый диапазон концентрации аэроионов обеих полярностей  $\rho^+$ ,  $\rho^{3/4}$ , характеризующийся количеством аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см<sup>3</sup>), допустимый диапазон коэффициента униполярной  $U$ , определяемый отношением концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

### **Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудования, источники индукционного тока.

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил, энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

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

Таблица3. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

#### Средства защиты

Основным средством защиты является спецодежда, которая защищает человека от попадания горячей стружки, расплавленных частиц металла, искр, поражения электрическим током и т.п.

### **Анализ причин поражения электрическим током**

Основные причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции и др.

Поражающее действие электрического тока зависит от значения и длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока, места протекания тока, индивидуальных свойств человека. Наиболее опасным для человека является переменный ток с частотой 20 – 100 Гц. Опасной величиной тока является ток, равный 0,001 А, а смертельный 0,1 А. Также исход электропоражения зависит от состояния внешней среды. Могут быть следующие виды воздействий:

- термическое (ожог);
- электрическое;
- механическое (электрометаллизация);
- биологическое (паралич мышц, электрический удар).

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1.038 ([№]82). Мероприятия по защите от поражения электрическим током – защитное заземление. Принцип действия защитного заземления: человек должен стоять внутри контура заземления и при попадании фазного напряжения на заземленный корпус прибора, под фазным напряжением окажется как корпус прибора, так и участок земли, на которой стоит человек.



## Статическое электричество

Суть электризации заключается в том, что нейтральные тела, не проявляющие в нормальном состоянии электрических свойств, в условиях отрицательного контакта или взаимодействия становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на организм человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающем при заряженном поле.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха.

## Электробезопасность

Электробезопасностью в соответствии с ГОСТ 12.1.009-76 называется система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

К поражению электрическим током может привести прикосновение человека к токоведущим частям электроустановок находящихся под напряжением. Поражение проявляется в парализующем и разрушительном воздействии тока на внешние и внутренние органы – кожный покров, мышцы, органы дыхания, сердце, нервную систему.

Человек ощущает ток величиной в 0,005 А. Ток величиной в 0,05 А считается опасным для жизни, а ток в 0,1 А – смертельным.

В соответствии с требованиями ПУЭ и ГОСТ 12.1.019-79 для защиты персонала от случайного прикосновения к токоведущим частям электрооборудования предусмотрены следующие основные технические мероприятия:

- 1) ограждение токоведущих частей;
- 2) применение блокировок электрических аппаратов;
- 3) установка в РУ заземляющих разъединителей;
- 4) устройство защитного отключения электроустановок;
- 5) заземление или зажуленные электроустановок;
- 6) применение разделяющих трансформаторов и малых напряжений;
- 7) применение устройств предупредительной сигнализации;
- 8) защите персонала от электромагнитных полей;
- 9) использование индивидуальных средств защиты.

К защитным средствам относятся приборы, аппараты, устройства и инструмент, предназначенные для защиты персонала от поражения электрическим током. Защитные средства используемые для монтажа, наладки и обслуживания электропривода питателя:

- а) указатель напряжения;
- б) инструмент с изолирующими ручками;
- в) перчатки резиновые диэлектрические;
- г) галоши резиновые диэлектрические;
- д) коврик резиновый диэлектрический.

Защитное заземление и зашумление применяют для защиты от поражения электрическим током и обеспечения условий отключения при повреждении изоляции электроустановок.

Заземление снижает до безопасного значения напряжение прикосновения человека, поскольку человек оказывается при повреждении изоляции включенным в электрическую цепь параллельно заземлителю, сопротивление которого по сравнению с сопротивлением человека значительно меньше. Это существенно снижает величину тока протекающего через человека, коснувшегося повреждённой установки.

Так как электропривод питателя относится к электроустановкам с напряжением не более 1000 В, с глухо заземлённой невидалью и мощностью не выше 100 кВт, то сопротивление заземляющего устройства должно не превышать 4 Ом.

Организационные мероприятия для обеспечения безопасности работ – это выполнение работ в электроустановках по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации.

## **Производственная санитария**

По условиям технологического процесса в воздухе рабочей зоны производственных помещений не присутствуют вредные вещества.

Требуемое состояние воздуха рабочего помещения обеспечивается выполнением следующих мероприятий:

1) Контроль за надёжной герметизацией технологического оборудования.

2) Устройство вентиляции, что имеет большое значение для оздоровления воздушной среды в производственном помещении.

Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственном помещении. Вентиляция достигается удалением загрязнённого или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего.

В системе приточно-вытяжной вентиляции воздух подаётся в помещении приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной, работающими одновременно.

В производственных условиях не всегда удаётся устранить все опасные вредные производственные факторы, действующие на работающих, путём проведения общетехнических мероприятий. В этих случаях обеспечение нормальных условий труда достигается применением средств индивидуальной защиты. Важное значение эти средства приобретают при ликвидации аварий.

Защита тела человека обеспечивается применением спецодежды, спец обуви, головного убора и рукавиц.

Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения. От освещения зависят также производительность труда и качество работ. При освещении данного производственного помещения используется совмещённое освещение, при котором в светлое время суток недостаточно по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Искусственное освещение осуществляется люминесцентными лампами, нормированное общее освещение данного помещения 50 лк согласно СНИП 23 – 05 - 95. Тщательным и регулярным уходом за установками естественного и искусственного освещения обеспечивается требуемая величина освещённости без дополнительных затрат электроэнергии.

## **2. Экологическая безопасность**

### **Защита атмосферы**

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

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

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

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

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

Рассеивание газовых примесей в атмосфере является снижение его концентрации риска, – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Высшее руководство,

более рассеянный эффект. К сожалению, такой подход позволяет снизить локальное загрязнение, но это показывает летней областной.

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

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

## Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

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

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

· развитие безотходных и безводных технологий, использования систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов;

· очистка промышленных, городских и очистки сточных вод, и др.;

· передача сточных вод на другие предприятия, которые накладывают менее жесткие требования по качеству воды и если, в ней содержатся примеси, следовательно, не оказывают вредного воздействия на технические процедуры этих предприятий, а, скорее, улучшают качества продукции (например, инфекционные очистки сточных вод химических производств, предприятий строительной индустрии производство);

· обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах;

· очистка поверхностного стока с урбанизированных, промышленных территорий;

· создание водоохраных зон.

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

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

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

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

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

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

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

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

Определяют вкус, запах, температуру, мутность, прозрачность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание

вредных веществ, а объем кишечного палки в литре воды. Все суммы, не должны превышать нормативные требования.

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

## Защита литосферы

Общая характеристика.

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

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

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

Мы рассматриваем только на вопросы твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основные виды промышленных отходов-это отходы шлаки тепловых электростанций и металлургических фабрик, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический

лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м<sup>3</sup> древесины, 200 м<sup>3</sup> воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев. Большую экономическую выгоду дает использование отходов из цветных металлов. Для получения 1 т меди из руды необходимо добыть из недр и переработать 700–800 т рудоносных пород.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются медленно, либо вообще не разлагаются. При их сжигании атмосфера загрязняется ядовитыми веществами. Наиболее эффективными способами предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами является их вторичная переработка (рецикле) и разработка биodeградирующих полимерных материалов. В настоящее время в мире утилизируется лишь небольшая часть из ежегодно выпускаемых 80 млн. т пластмасс. Между тем, из 1 т отходов полиэтилена получается 860 кг новых изделий. 1 т использованных полимеров экономит 5 т нефти.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию ресурсов похоронен, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Переработка твердых бытовых отходов широко используются методы биотехнологии: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробное сбраживание.

### **3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и

низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно-конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

На основании рекомендаций определяем категорию помещения по пожар опасности по ППБ – 03. В данном случае помещение относится к категории Г- производства, связанного с процессом обработки негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, который сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени.

Причиной возгорания в кабинете могут быть следующие факторы:

- возгорание устройств искусственного освещения.
- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросон единений и электrorаспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- предотвращение пожаров;
- тушение пожара.

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

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

Организационные мероприятия:



- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

- обеспечение свободного подхода к оборудованию. В рассматриваемом тех. бюро места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

Технические мероприятия:

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м.

## **4. Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности**

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м<sup>2</sup>, а объем не менее -20 м<sup>3</sup>.

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Тара из-под нефтепродуктов (керосина, бензина и т. д.) перед сваркой должна быть тщательно промыта раствором каустической соды и продута паром.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из негорючего материала. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи.

Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее 5 м от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.).

На работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия средства индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами, утвержденными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами.

К средствам индивидуальной защиты относятся специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты органа слуха, средства защиты глаз, предохранительные приспособления).

## Список литературы

1. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 310 с. ISBN 978-5-4387-0235-1
2. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирования по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с. ISBN 978-5-91872-082-0
3. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ 2006 -99с.
4. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сусллова.Пятое издание, исправленное. 2003. -944 с, илл. ISBN 5-94275-015-7 (Т.2)
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога [Текст] / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.: ил. – ISBN5-94275-049-1.
6. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, исправь. и доп. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1975 г. 656 с.
7. Режущий инструмент: учебник для вузов / под. общ. ред. С.В. Кирсанова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2014 – 520 С.: ил. ISBN 978-5-94275-713-7
8. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 1. 543 с.: ил. ISBN 5-181-03289-6
9. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 2. 448 с.: ил
10. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сусллова.Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с, илл. ISBN 5-94275-014-9 (Т.1)