

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления штуцера

УДК 621.81-2:621.642.062

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чэнь Юэчжоу		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мухолзоев А.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2018 г.



Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
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.
Универсальные компетенции	
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»**

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

УДК 621.81-2:621.642.062

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чэнь Юэчжоу

Тема работы:

Разработка технологии изготовления штуцера

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования;

производительность или нагрузка; режим работы

(непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид

сырья или материал изделия; требования к продукту,

Чертеж детали, годовая программа выпуска

<p><i>изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</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><i>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</i></p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><i>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.</i></p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p style="text-align: center;">Технологический и конструкторский</p>	<p style="text-align: center;">Мухолзоев А.В.</p>
<p style="text-align: center;">Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p style="text-align: center;">Баннова К.А.</p>
<p style="text-align: center;">Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Штейнле А.В.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	
<p> </p>	
<p> </p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Мухолзоев А.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чэнь Юэчжоу		

Содержание

Введение	8
I. Технологическая часть	9
1. Исходные данные	9
2. Анализ технологичности конструкции детали	10
3. Определение типа производства	10
4. Выбор исходной заготовки	12
5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса тумблера	13
6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей	19
7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров	21
7.1 Допуски на конструкторские размеры	21
7.2 Допуски на технологические размеры	22
7.3 Расчёт припусков на обработку заготовок	32
7.4.Расчет технологических размеров	33
8. Выбор средств технологического оснащения	39
9. Расчет режимов резания	41
10.Расчет основного времени	56
II. Конструкторская часть	62
1. Анализ данных и разработка задания на проектирование станочного приспособления	62
2. Разработка принципиальной расчетной схемы	63
3. Описание конструкции и работы приспособления	64
4. Определение необходимой силы зажима	65
III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
IV. Социальная ответственность	95
Список литературы	118

РЕФЕРАТ

«Разработка технологии изготовления штуцера».

Объём дипломной работы:

119 страниц, на которых размещены 58 рисунков и 20 таблиц. При написании диплома использовалось 4 источников.

Ключевые слова: ,токарная ,фрезерная, штуцер ,многоместные тисы,резьба. Объектом исследования является технологический процесс ее изготовления.

Цель работы: разработка технологии изготовления детали «штуцер», анализ конструкции и принципа работы .

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчет режимов резания, расчет норм времени, описание многоместных тисов и анализ конструкции многоместных тисов.

Основные конструктивные и технологические характеристики: деталь «штуцер » предназначена для получения готового изделия.

Область применения: Штуцер – одна из основных деталей на производстве .

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

Введение

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

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);

создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов в производстве;

использование эффективной системы управления и планирования производства;

комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

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

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

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

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

I. Технологическая часть

1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на рис. 1. Годовая программа выпуска 5000 штук.

Перв. примен.

Спроб. №

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

ЭО01017W

$\sqrt{Ra\ 6.3(\checkmark)}$

1 H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

MЦ.01.003						
				Лит.	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	0,09	1:1	
Разраб.						
Пров.						
Т.контр.				Лист	Листов	1
Н.контр.				1 шт.		
Утв.				Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72		

Копировал

Формат А4

2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь –штуцер изготовлен из стали 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, которая легко поддается механической обработке. Штуцер имеет достаточно простую конструкцию, поэтому механическую обработку можно выполнять на универсальных станках и использовать простой инструмент. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Штуцер имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется, за исключением двух диаметральных размеров: $\varnothing 21h7$, $\varnothing 19,6_{-0.26}$.

Шероховатость поверхностей штуцера имеет параметр Ra 6,3.

Требований к термообработке нет.

С учетом вышесказанного конструкция штуцера является технологичной.

3. Определение типа производства

Тип производства детали определяем по коэффициенту закрепления операций, который определяем по формуле [1, стр. 20]:

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

Где $t_{г}$ – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 21]:

$$t_{г} = \frac{F_{г}}{N_{г}}, \quad (2)$$

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

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

Годовой фонд времени работы детали оборудования определяем по табл. 5 [1, стр. 22] при двухсменном режиме работы: $F_{г} = 4029$ ч.

Тогда :

$$t_{г} = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{4029 \cdot 60}{5000} = 48,3 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время детали на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}, \quad (3)$$

Где $T_{ш.к.i}$ – штучно-калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;
 n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции ($n=3$): две токарные и одна фрезерванная операция (см. операционную карту).

Штучно-калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [9, с.173]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{о.i}$$

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

Для первой операций (токарные с ЧПУ): $\varphi_{к.1} = 1,36$; для второй операции (токарные с ЧПУ): $\varphi_{к.2} = 1,36$; Для третьей операции (фрезерные): $\varphi_{к.3} = 1,51$.

Основное технологическое время первой токарной с ЧПУ операции:
 $T_{шк1} = 4,682 \cdot 1,36 = 6,37$ мин

Основное технологическое время второй токарной с ЧПУ операции
 $T_{шк2} = 1,742 \cdot 1,36 = 2,37$ мин

Основное технологическое время третий фрезерной операции $T_{шк3} = 1,323 \cdot 1,51 = 2$ мин

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по форм. (3):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{6,37 + 2,37 + 2}{3} = 3,58 \text{ мин.}$$

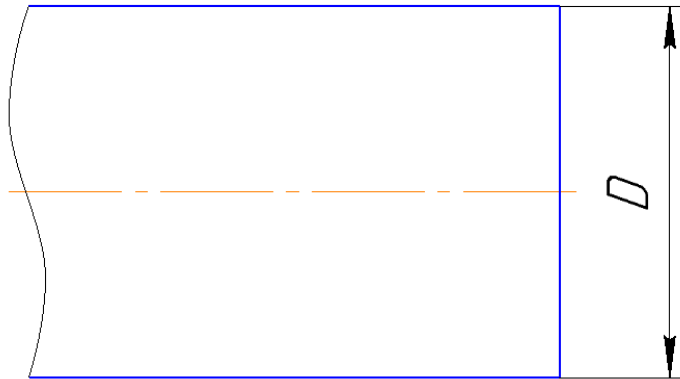
Тип производства определяем по форм. (1):

$$K_{з.о.} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{48,3}{3,58} = 13,5$$

Так как $10 < K_{з.о.} = 13,5 < 20$, поэтому тип производства детали «Штуцер» – среднесерийное производство.

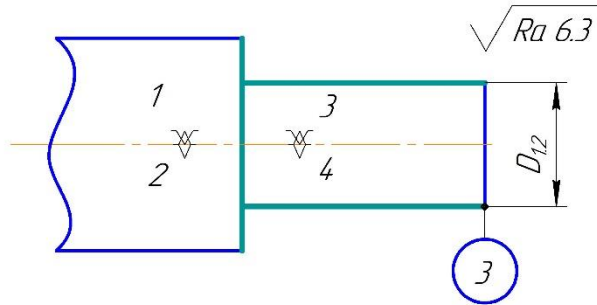
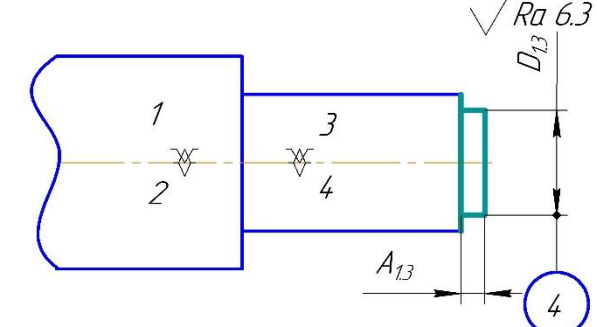
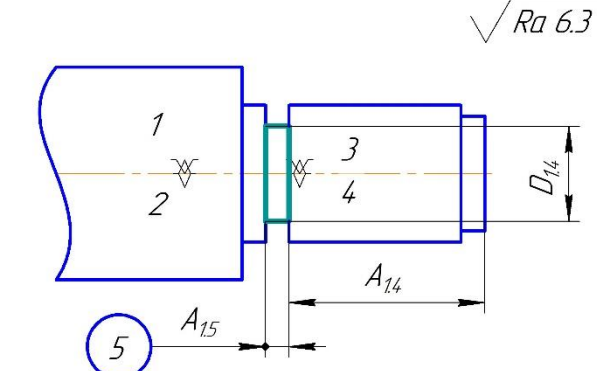
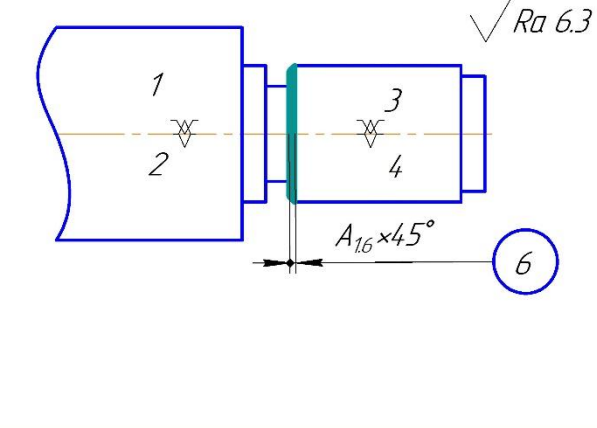
4.Выбор исходной заготовки

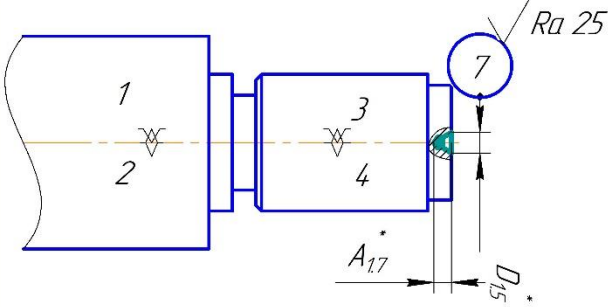
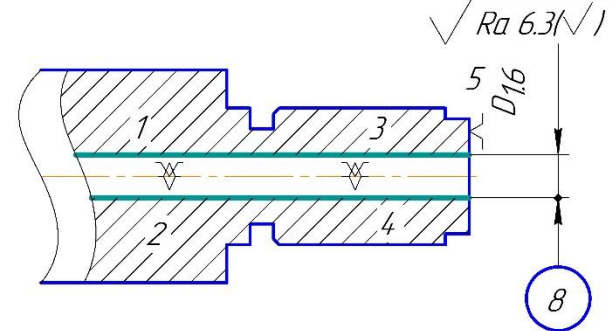
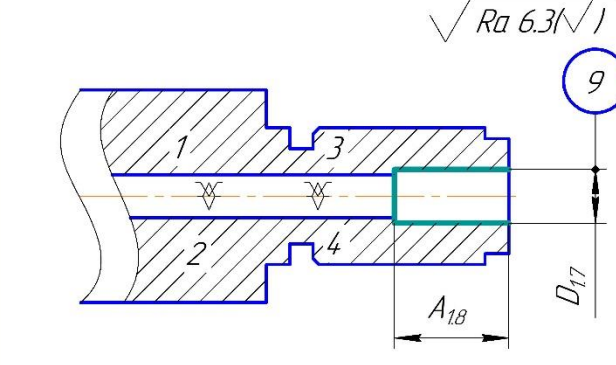
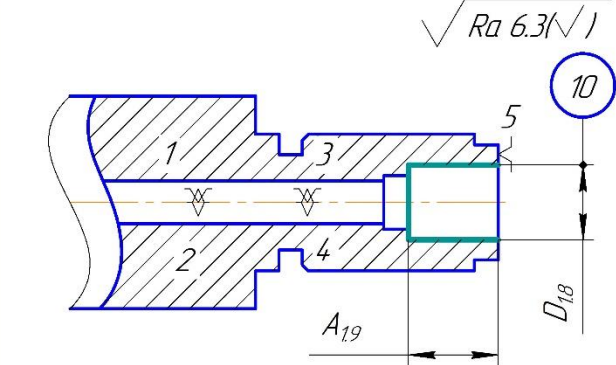
С учетом эксплуатационных характеристики детали «Штуцер» , форм, размеров и массы,выбираем в качестве исходной заготовки –круглый горячекатаный прокат.

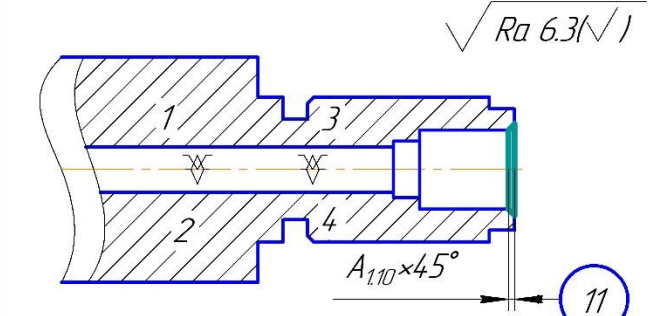
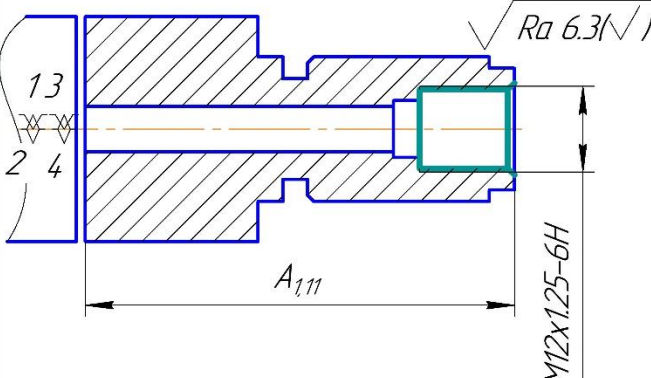
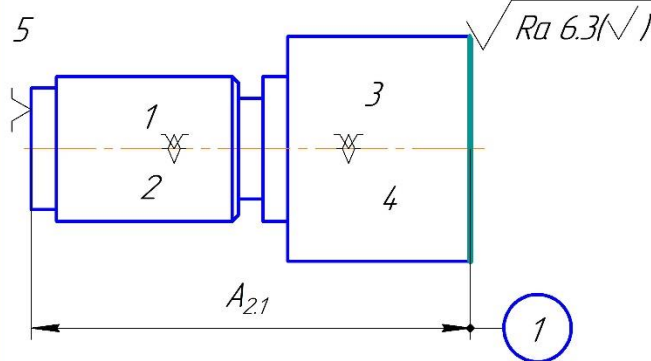
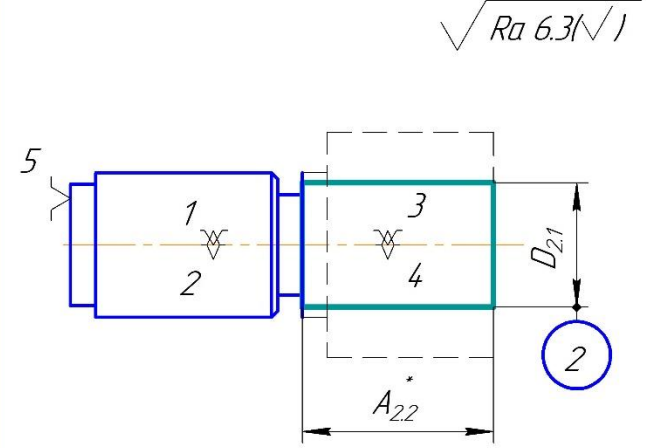


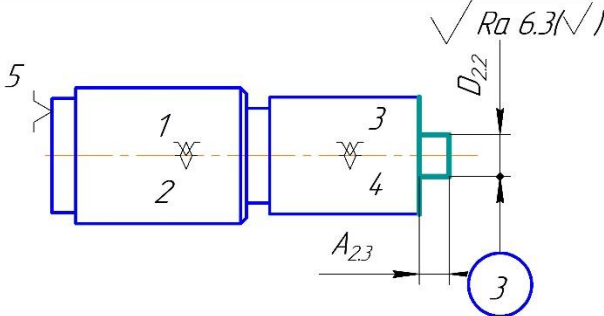
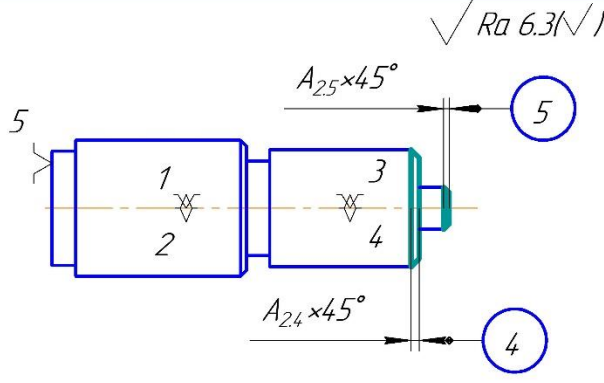
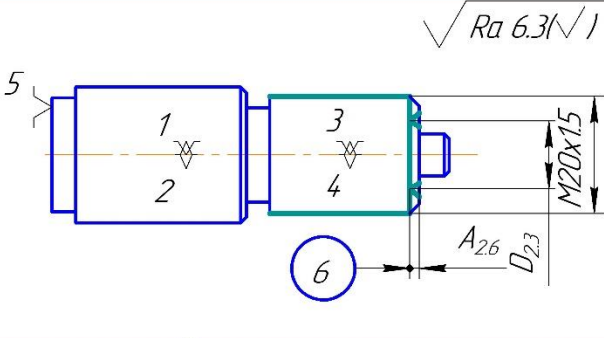
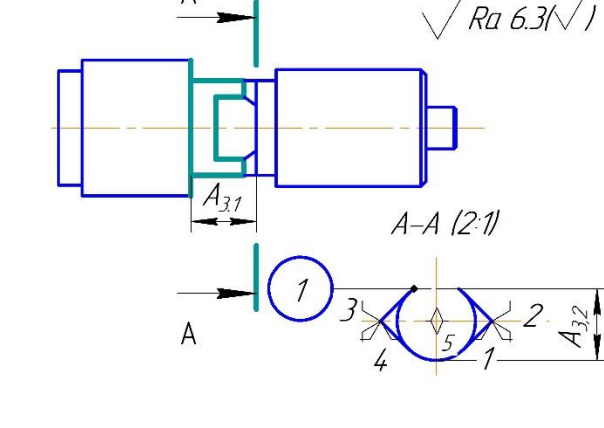
5. Разработка маршрута технологии изготовления штуцера

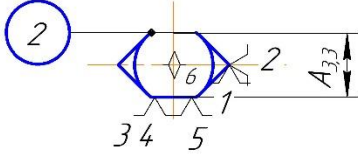
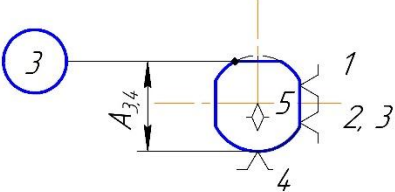
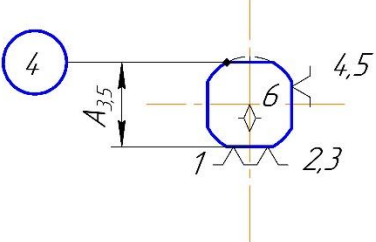
номер		наименование и содержание операций и переходов	операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
1	1	<p>Токарная</p> <p>Установить заготовку и закрепить</p> <p>Подрезать торец 1</p> <p>выдержав размер A_{11}^*</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p>
2		<p>Обточить поверхность 2</p> <p>выдержав размеры A_{12}^* и D_{11}</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p>

3	<p>Обточить поверхность 3 выдержав размеры D_{12}</p>	
4	<p>Обточить поверхность 4 выдержав размеры A_{13} и D_{13}.</p>	
5	<p>Токарная Проточить канавку 5 Выдержав размеры A_{14} и A_{15} и D_{14}.</p>	
6	<p>Снять фаски 6 выдержав размер $A_{16} \times 45^\circ$</p>	

7	<p>Сверлить центровое отверстие 7 выдержав размеры A_{17} и D_{15}</p>	
8	<p>Сверлить центровое отверстие 8 выдержав размер D_{16}</p>	
9	<p>Зенкеровать отверстие 9 Выдержав размеры A_{18} и D_{17}.</p>	
10	<p>Зенкеровать отверстие 10 Выдержав размеры A_{19} и D_{18}.</p>	

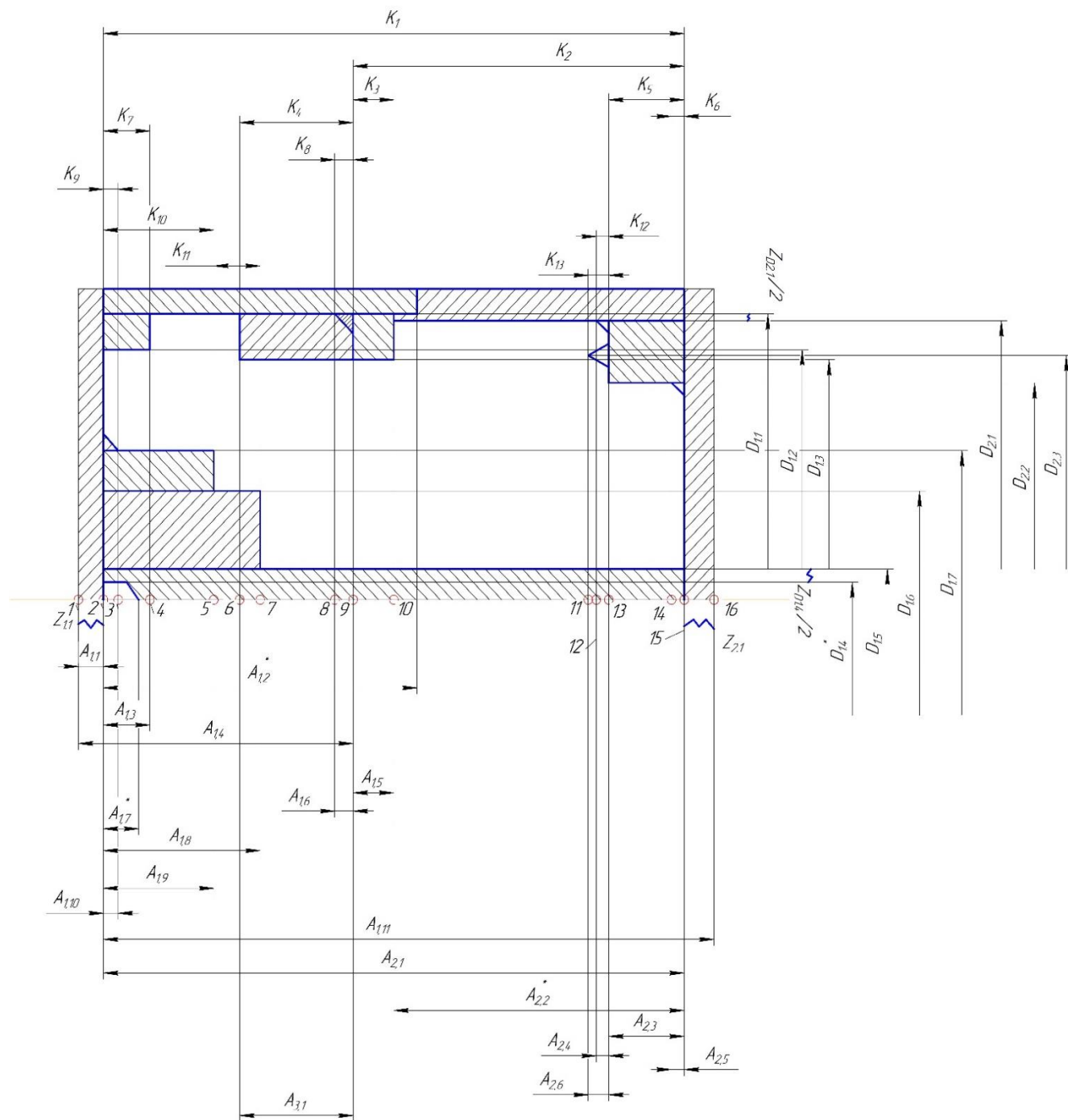
	11	<p>Снять фаску 11 выдержав размер $A_{110} \times 45^\circ$</p>	 <p>$\sqrt{Ra\ 6.3(\sqrt{1})}$</p> <p>$A_{110} \times 45^\circ$</p> <p>11</p>
	12 13	<p>Нарезать резьбу M12x1.25-6H Отрезать заготовку выдержав размер A_{111}</p>	 <p>$\sqrt{Ra\ 6.3(\sqrt{1})}$</p> <p>M12x1.25-6H</p> <p>A_{111}</p>
	2 1	<p>Токарная Установить деталь Подрезать торец 1 выдержав размер A_{21}</p>	 <p>$\sqrt{Ra\ 6.3(\sqrt{1})}$</p> <p>A_{21}</p> <p>1</p>
	2	<p>Обточить поверхность 2 выдержав размеры D_{21} и A_{22}</p>	 <p>$\sqrt{Ra\ 6.3(\sqrt{1})}$</p> <p>D_{21}</p> <p>A_{22}</p> <p>2</p>

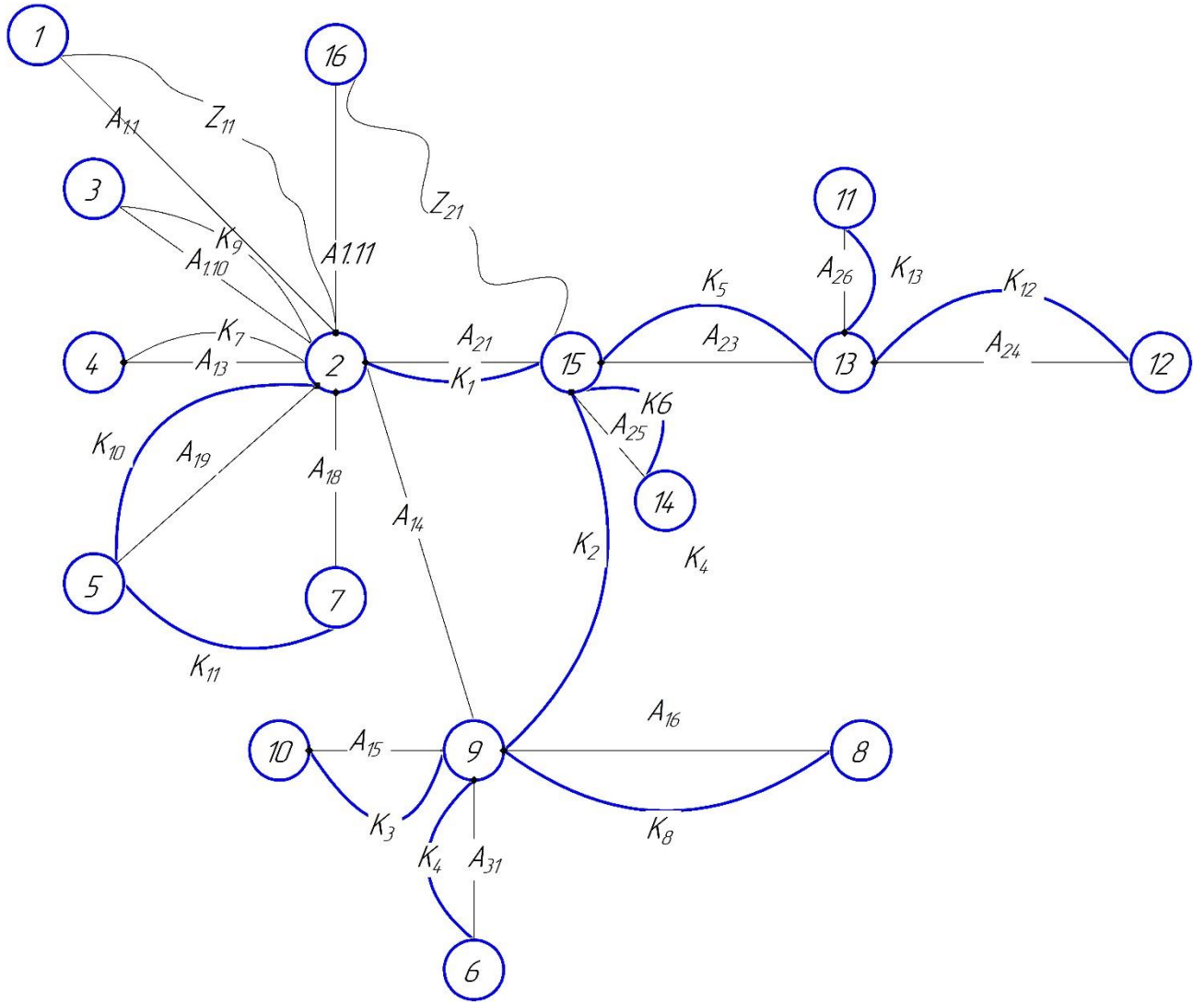
3	<p>Обточить поверхность 3 3 выдержав размеры A_{23} и D_{22}</p>	
4 5	<p>Снять фаски 4 и 5 выдержав размеры $A_{24} \times 45^\circ$ и $A_{25} \times 45^\circ$</p>	
6 7	<p>Проточить канавку 6 выдержав размеры A_{26} и D_{23} Нарезать резьбу $M20 \times 15$</p>	
3 1	<p>Фрезерная Установить деталь Фрезеровать поверхность 1 выдержав размеры A_{31} и A_{32}</p>	

	2	<p>Фрезеровать поверхность 2 выдержав размеры A_{33}</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra 6.3(\sqrt{I})}$</p> 
	3	<p>Фрезеровать поверхность 3 выдержав размеры A_{34}</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra 6.3(\sqrt{I})}$</p> 
	4	<p>Фрезеровать поверхность 4 выдержав размеры A_{35}</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra 6.3(\sqrt{I})}$</p> 

- +

6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей





7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

7.1. Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$TK_1 = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,36 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,30 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 0,30 \text{ мм};$$

$$TK_8 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_9 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_{11} = 0,30 \text{ мм};$$

$$TK_{12} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{13} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_1^D = (21)_{-0.21} 0,21 \text{ мм};$$

$$TK_2^D = (19.6)_{-0.26} = 0,26 \text{ мм};$$

$$TK_3^D = (12)^{+0.43} = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_4^D = (5)^{+0.3} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_5^D = (6)_{-0.3} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_6^D = 13 \pm 0.215 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_7^D = (20)_{-0.52} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_8^D = (17)_{-0.43} = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_9^D = (3.3)^{+0.3} = 0,3 \text{ мм};$$

7.2 Допуски на технологические размеры

7.2.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из [2, стр. 38]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{\delta i}, \quad (4)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

$\rho_{u.i-1}$ - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

$\varepsilon_{\delta i}$ - погрешность базирования, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_{11} = 0,12 + 0,4 = 0,52 \text{ мм};$$

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

$$TA_{13} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{14} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{15} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{16} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{17} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{18} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{19} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,10} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,11} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{21} = \omega_c + \varepsilon_{\delta i} = 0,12 + \sqrt{0.035^2 + 0.060^2} = 0,19 \text{ мм};$$

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

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

$$TA_{24} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{25} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{26} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{31} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{32} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{33} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{34} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{35} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

7.2.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (5)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

Тогда назначаем допуски, руководствуясь [3, стр. 73 П1]:

$$TD_{11} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{12} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{13} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{14} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{16} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{17} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{18} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{21} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{22} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{23} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

7.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (6)$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_1 (рис. 3).

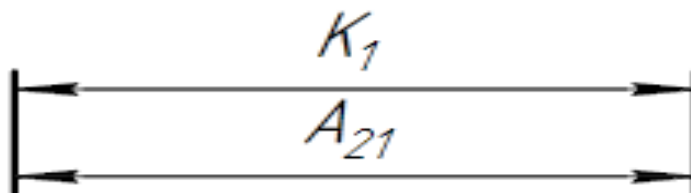


Рис. 3. Размерная цепь № 1

$$TK_1 = 0,62 \text{ мм}; \quad TA_{21} = 0,19 \text{ мм};$$

Размер K_1 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_3 (рис. 4).

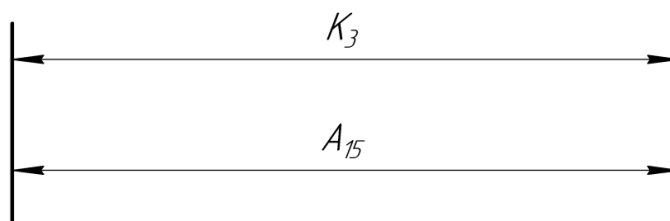


Рис. 4. Размерная цепь № 2

$$TK_3 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{15} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_3 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_4 (рис. 5).

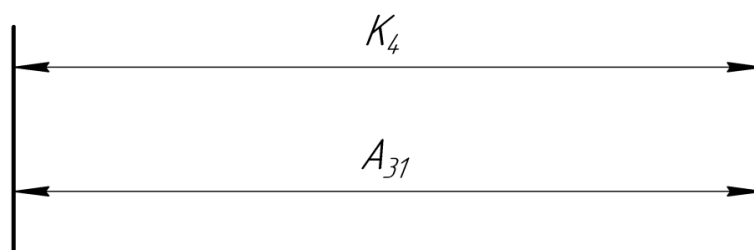


Рис. 5. Размерная цепь № 3

$$TK_4 = 0,36 \text{ мм}; \quad TA_{31} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_4 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_5 (рис. 6).

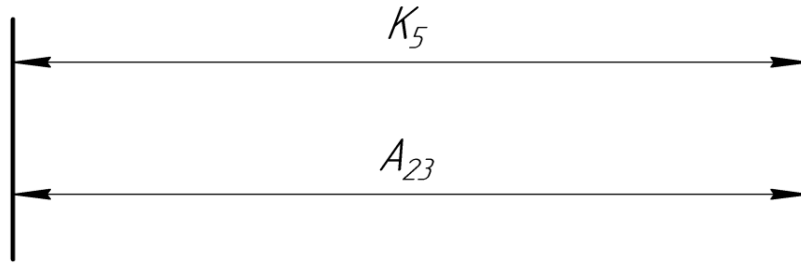


Рис. 6. Размерная цепь № 4

$$TK_5 = 0,30 \text{ мм}; \quad TA_{23} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_5 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_6 (рис. 7).

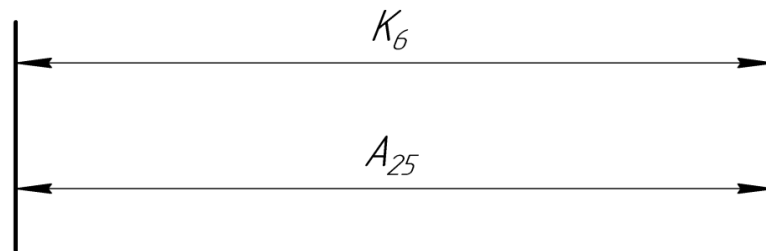


Рис. 7. Размерная цепь № 5

$$TK_6 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{25} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_6 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_7 (рис. 8).

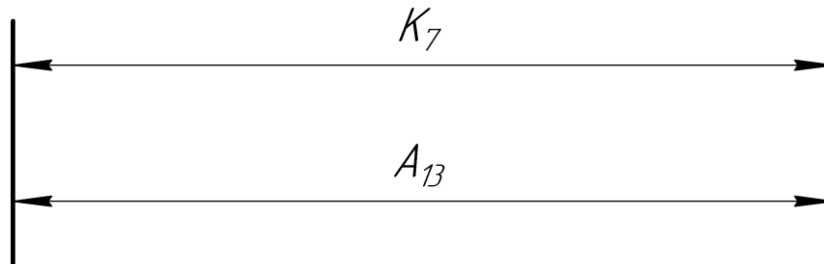


Рис. 8. Размерная цепь № 6

$$TK_7 = 0,30 \text{ мм}; \quad TA_{13} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_7 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_8 (рис. 9).

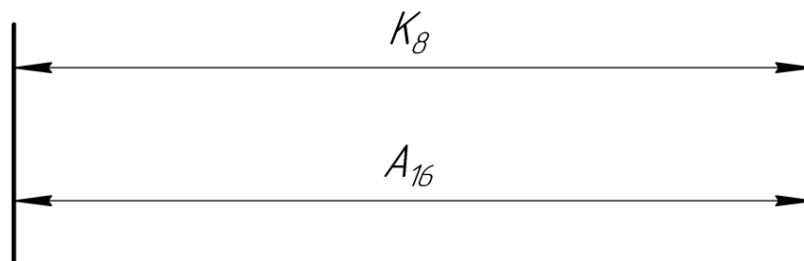


Рис. 9. Размерная цепь № 7

$$TK_8 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{16} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_8 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_9 (рис. 10).

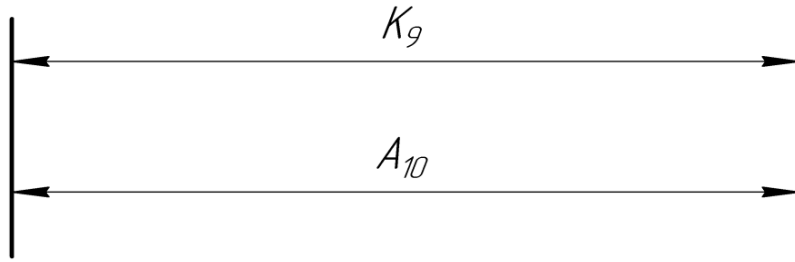


Рис. 10. Размерная цепь № 8

$TK_9 = 0,25$ мм; $TA_{10} = 0,12$ мм;

Размер K_9 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{10} (рис. 11).

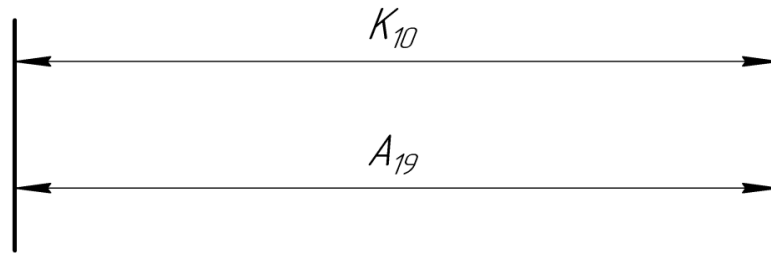


Рис. 11. Размерная цепь № 9

$TK_{10} = 0,43$ мм; $TA_{19} = 0,12$ мм

Размер K_{10} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{12} (рис. 12).

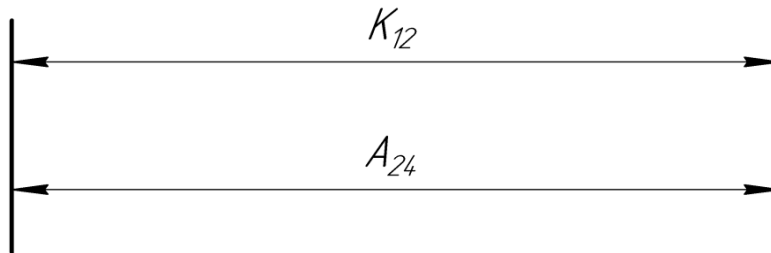


Рис. 12. Размерная цепь № 10

$TK_{12} = 0,25$ мм; $TA_{24} = 0,12$ мм;

Размер K_{12} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{13} (рис. 13).

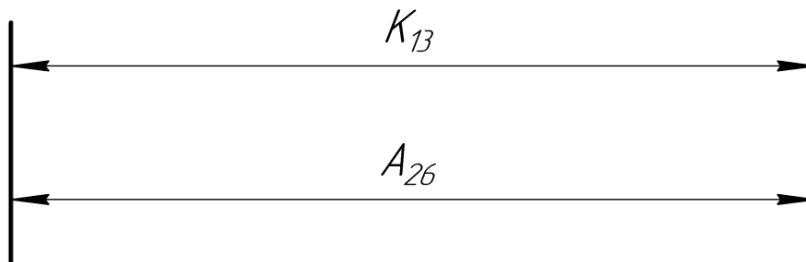


Рис. 13. Размерная цепь № 11

$$TK_{13} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{26} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_{13} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_2 (рис. 14).

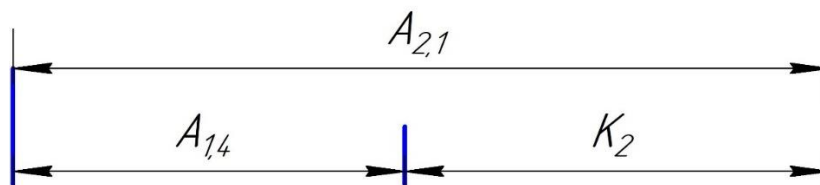


Рис. 14. Размерная цепь № 12

$$TK_2 = 0,52 \text{ мм}; \quad TA_{14} + TA_{21} = 0,19 + 0,12 = 0,31 \text{ мм};$$

Размер K_2 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{11} (рис. 15).

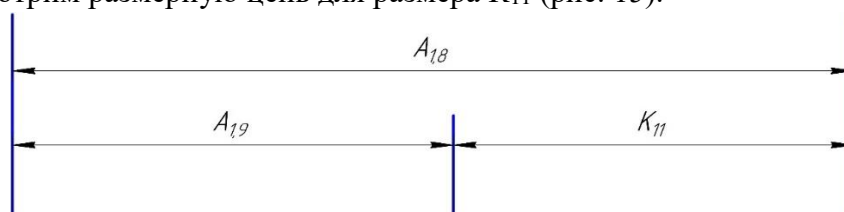


Рис. 15. Размерная цепь № 13

$$TK_{11} = 0,30 \text{ мм}; \quad TA_{19} + TA_{18} = 0,24 \text{ мм};$$

Размер K_{11} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера TK_1^D (рис. 16).

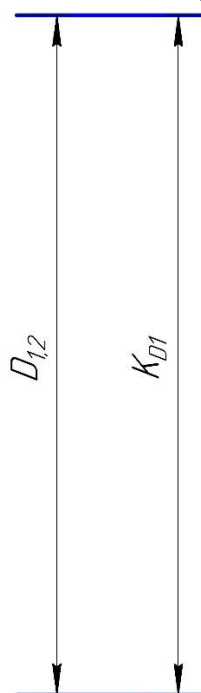


Рис. 16. Размерная цепь № 14

$$TK_1^D = 0,21 \text{ мм}; \quad TD_{1.2} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_1^D выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера TK_2^D (рис. 17).

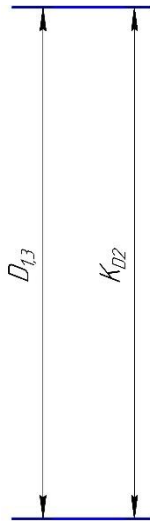


Рис. 17. Размерная цепь № 15

$$TK_2^D = 0,26 \text{ мм}; TD_{1.2} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_2^D выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера TK_3^D (рис. 18).

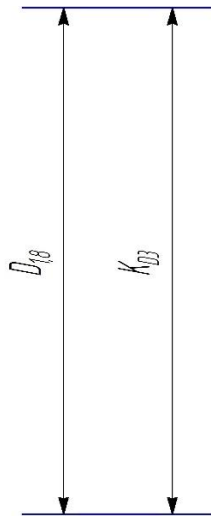


Рис. 18. Размерная цепь № 16

$$TK_3^D = 0,43 \text{ мм}; TD_{1.8} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_3^D выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера TK_4^D (рис. 19).

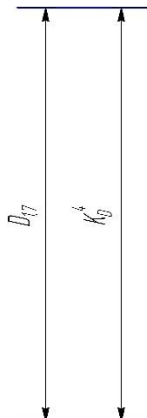


Рис. 19. Размерная цепь № 17

$$TK_4^D = 0,3 \text{ мм}; TD_{1.7} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_4^D выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера TK_5^D (рис. 20).

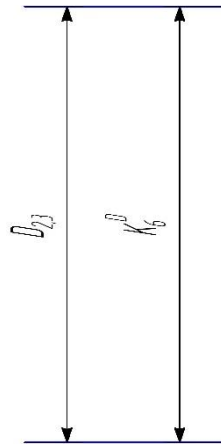


Рис. 20. Размерная цепь № 18

$$TK_5^D = 0,3 \text{ мм}; TD_{2.2} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_5^D выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера TK_6^D (рис. 21).

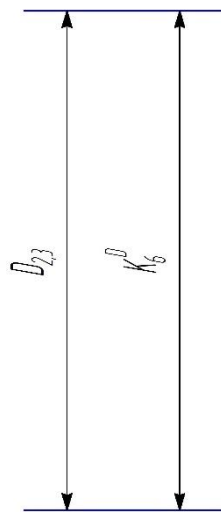


Рис. 21. Размерная цепь № 19

$$TK_6^D = 0,43 \text{ мм}; TD_{2.3} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_6^D выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера TK_7^D (рис. 22).

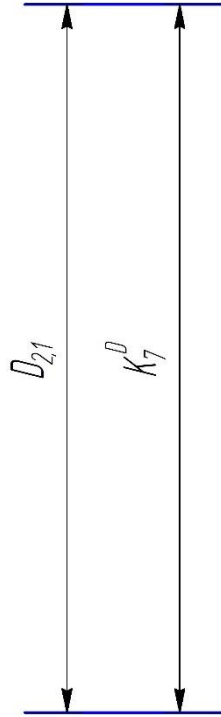


Рис. 22. Размерная цепь № 20
 $TK_7^D = 0,52$ мм; $TD_{2.1} = 0,12$ мм;
 Размер TK_7^D выдерживается.
 Рассмотрим размерную цепь для размера TK_8^D (рис. 23).

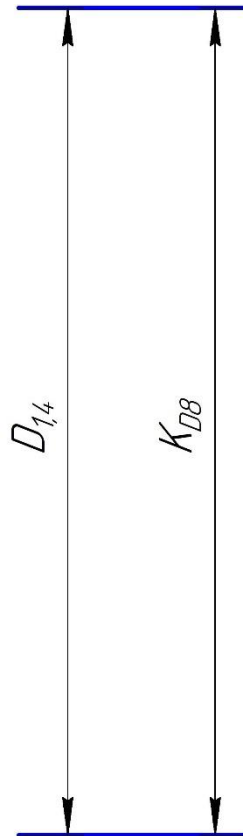


Рис. 23. Размерная цепь №21

$$TK_8^D = 0,43 \text{ мм}; TD_{1,4} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_8^D выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера TK_9^D (рис. 24).

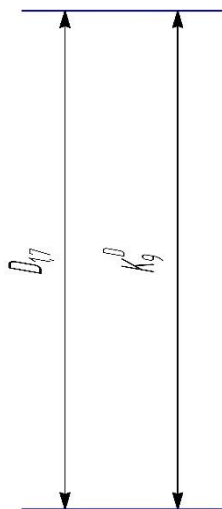


Рис. 24. Размерная цепь № 22

$$TK_9^D = 0,3 \text{ мм}; TD_{1,7} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_9^D выдерживается.

7.4 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 42]:

$$2 \cdot z_{i \min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (7)$$

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

Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

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

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_i - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.

$$Z_{1,1}^D \min = 2 \cdot (75 + 115 + \sqrt{8^2 + 370^2}) = 1120 \text{ мкм};$$

$$Z_{1,2}^D \min = 2 \cdot (115 + 75 + \sqrt{8^2 + 370^2}) = 1120 \text{ мкм}.$$

$$\rho_{i-1} = \Delta_k \cdot l = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ мкм} \quad l - \text{длина патрона}$$

Δ_k – кривизна проката из приложения 2 и 4 [2, стр. 72]

7.4.1 Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [2, стр. 42]:

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (8)$$

$$Z_{1,1}^{min} = Rz_{01} + h_{01} + \rho_{01} = 115 + 75 + 100 = 290 \text{ мкм};$$

$$Z_{21}^{min} = Rz_{01} + h_{01} + \rho_{01} = 115 + 75 + 100 = 290 \text{ мкм};$$

Из приложения 3 $\rho_{01} = \rho_{\phi 01} + \rho_{p01} = 20 + 80 = 100 \text{ мкм}$ [2, стр. 72]

7.5 Расчёт технологических размеров

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

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.1}$ (рис. 25).

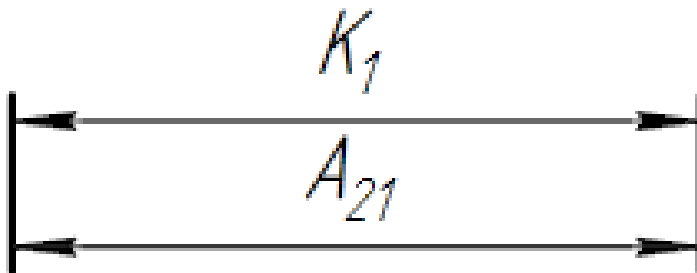


Рис. 25. Размерная цепь № 23

$$A_{2.1} = K_1 = 48_{-0.62} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.5}$ (рис. 26).

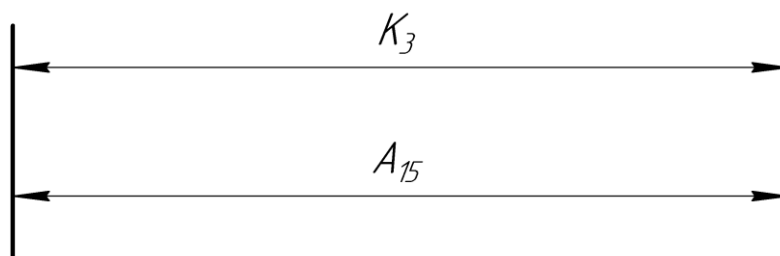


Рис. 26. Размерная цепь № 24

$$A_{1.5} = K_3 = 3^{+0.25} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.1}$ (рис. 27).

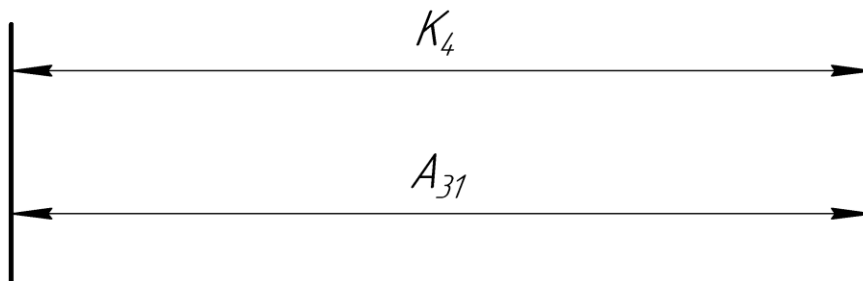


Рис. 27. Размерная цепь № 25

$$A_{3.1} = K_4 = 10 \pm 0,18 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.3}$ (рис. 28).

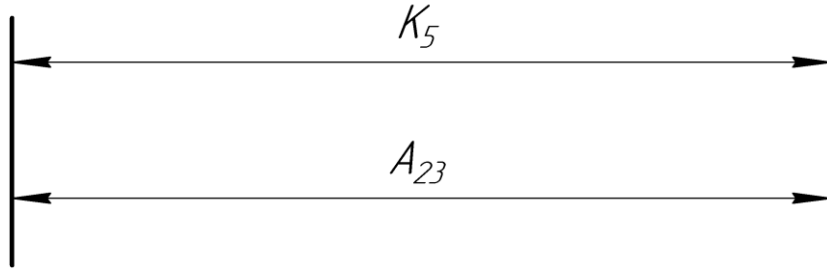


Рис. 28. Размерная цепь № 26

$$A_{2.3} = K_5 = 4 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.5}$ (рис. 29).

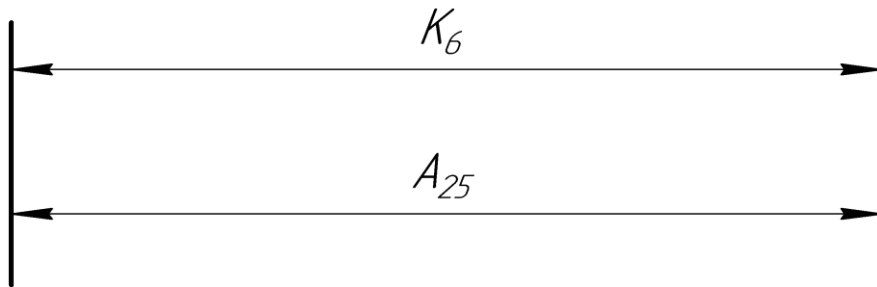


Рис. 29. Размерная цепь № 27

$$A_{2.5} = K_6 = 0.2 \pm 0.125 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.3}$ (рис. 30).

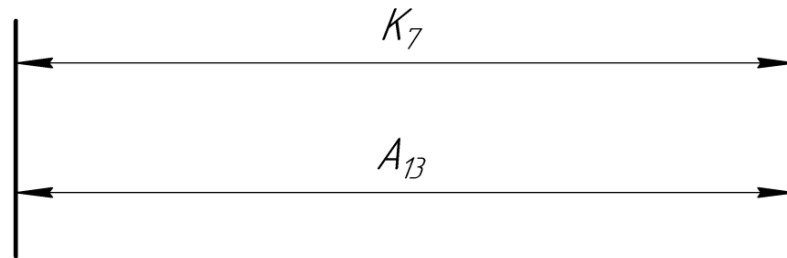


Рис. 30. Размерная цепь № 28

$$A_{1.3} = K_7 = 4 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.6}$ (рис. 31).

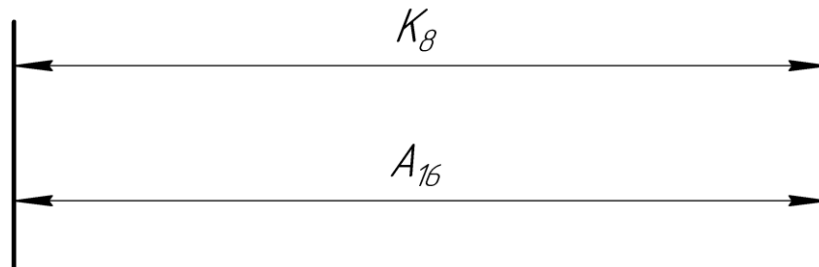


Рис. 31. Размерная цепь № 29

$$A_{1.6} = K_8 = 0.8 \pm 0,125 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.10}$ (рис. 32).

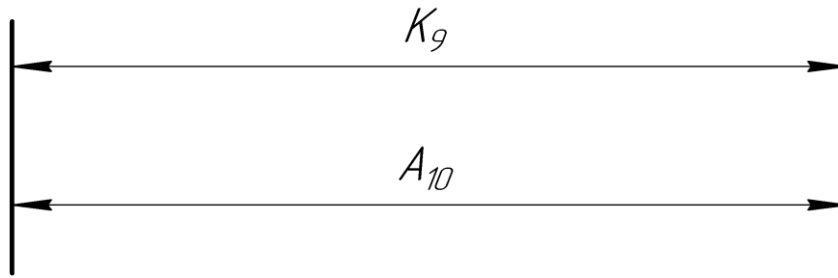


Рис. 32. Размерная цепь № 30

$$A_{1.10} = K_9 = 0.8 \pm 0,125 \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.9}$ (рис. 33).

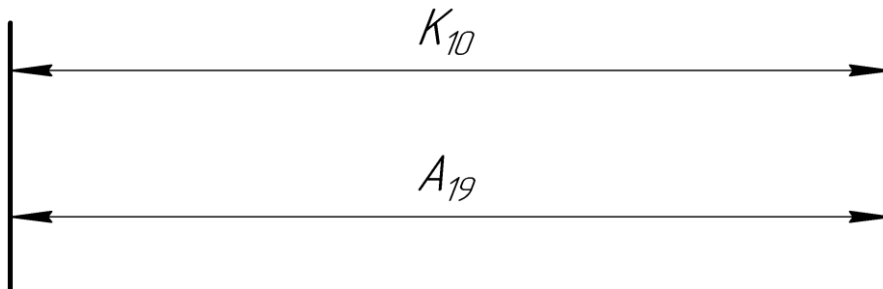


Рис. 33. Размерная цепь № 31

$$A_{1.9} = K_{1.0} = 13_{-0.43} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.4}$ (рис. 34).

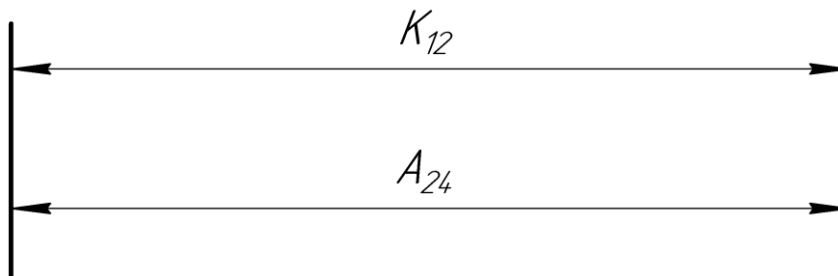


Рис. 34. Размерная цепь № 32

$$A_{2.4} = K_{1.2} = 0.8 \pm 0.125 \text{ мм;}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.6}$ (рис. 35).

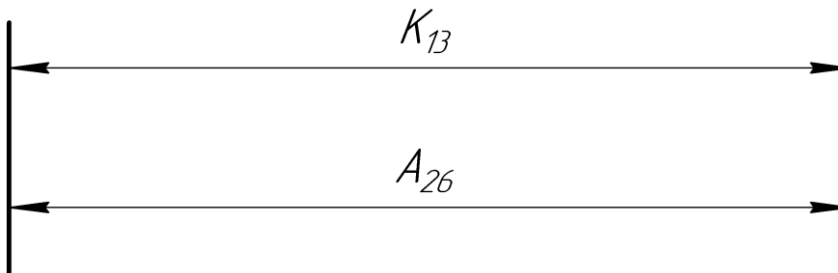


Рис. 35. Размерная цепь № 33

$$A_{2.6} = K_{1.3} = 0.8 \pm 0.125 \text{ мм;}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.4}$ (рис. 36).

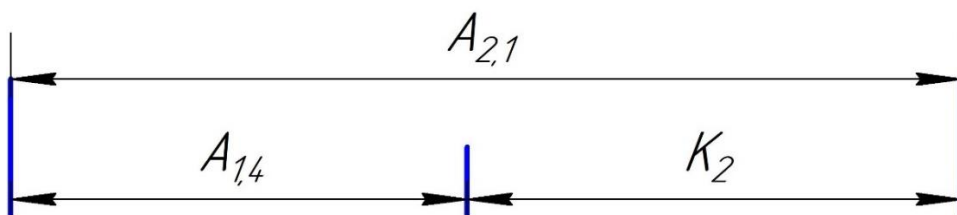


Рис. 36. Размерная цепь № 34

$$A_{1,4}^c = A_{2,1}^c - K_2^c = 47.69 - 25 = 22.69 \text{ мм};$$

$$A_{1,4} = 22.69 \pm 0.06 \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1,8}$ (рис. 37).

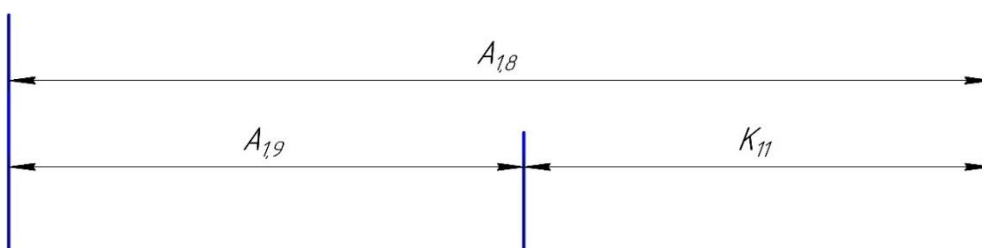


Рис. 37. Размерная цепь № 35

$$A_{1,8}^c = A_{1,9}^c + K_{11}^c = 12.785 + 4 = 16.785 \text{ мм};$$

$$A_{1,8} = 16.785^{+0.12} \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1,1}$ (рис. 38)

$$A_{1,1,min} = Z_{1,1min} = 0.29 \text{ мм}$$

$$A_{1,1,min} = Z_{1,1min} + TA_{1,1} = 0.29 + 0.52 = 0.81 \text{ мм}$$

$$A_{1,1}^c = \frac{0.29 + 0.81}{2} = 0.55 \text{ мм}$$

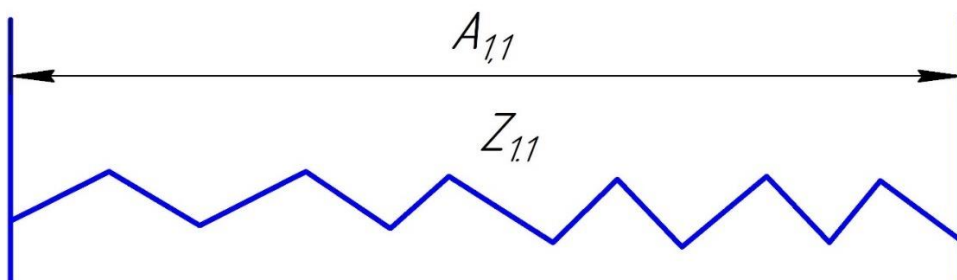


Рис. 38. Размерная цепь № 36

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1,11}$ (рис. 39)

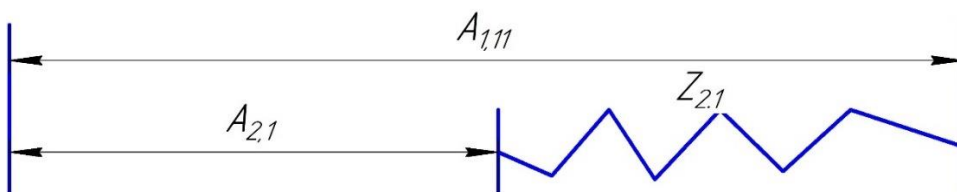


Рис. 39. Размерная цепь № 37

$$Z_{2.1}^C = Z_{2.1min} + \frac{TA_{2.1} + TA_{1.11}}{2} = 0.29 + \frac{0.62 + 0.12}{2} = 0.66 \text{ мм}$$

$$A_{1.11}^C = A_{2.1}^C + Z_{2.1}^C = 47.69 + 0.66 = 48.35 \text{ мм}$$

$$A_{1.11} = 48.35_{-0.12} \text{ мм}$$

$$D_{1.2} = TK_1^D = (21)_{-0.21} = 0.21 \text{ мм};$$

$$D_{1.3} = TK_2^D = (19.6)_{-0.26} = 0.26 \text{ мм};$$

$$D_{1.7} = TK_4^D = (5)^{+0.3} = 0.3 \text{ мм};$$

$$D_{2.2} = TK_5^D = (6)_{-0.3} = 0.3 \text{ мм};$$

$$D_{2.3} = TK_6^D = 13 \pm 0.215 = 0.43 \text{ мм};$$

$$D_{1.4} = TK_8^D = (17)_{-0.43} = 0.43 \text{ мм};$$

$$D_{1.6} = TK_9^D = (3.3)^{+0.3} = 0.3 \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.1}$ (рис. 40)

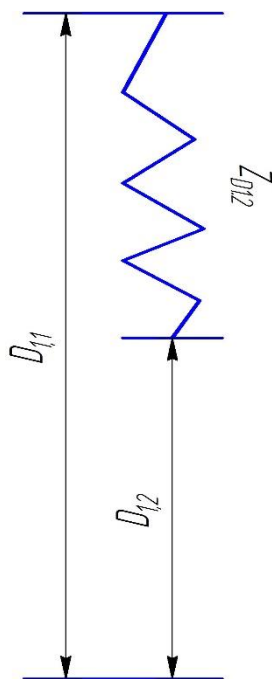


Рис. 40. Размерная цепь № 38

$$Z_{D1.2}^C = Z_{D1.2min} + \frac{TD_{1.1} + TD_{1.2}}{2} = 1.12 + 0.24 = 1.36 \text{ мм}$$

$$D_{1.1}^C = D_{1.2}^C + Z_{D1.2}^C = 20.895 + 1.36 = 22.255 \text{ мм}$$

$$D_{1.1} = 22.26_{-0.12} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{0.1}$ (рис. 41)

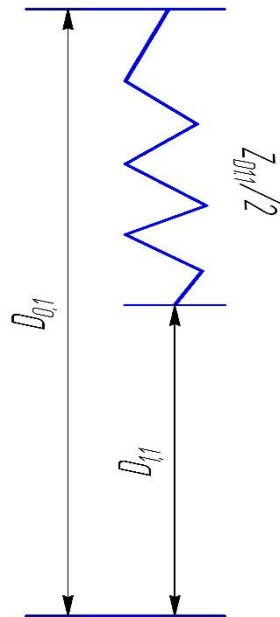


Рис. 41. Размерная цепь № 39

$$Z_{D1.1}^C = Z_{D1.1min} + \frac{TD_{0.1} + TD_{1.1}}{2} = 1.12 + 1.56 = 2.68 \text{ мм}$$

$$D_{0.1}^C = D_{1.1}^C + Z_{D1.1}^C = 22.255 + 2.68 = 24.94 \text{ мм}$$

По ГОСТ 2590-88 получил $D_{0.1} = 25^{+0.4}_{-0.5} \text{ мм}$

По ГОСТ 19257-73 получил диаметры отверстия под нарезание метрической резьбы:

$$D_{1.8} = 10.70^{+0.12} \text{ мм};$$

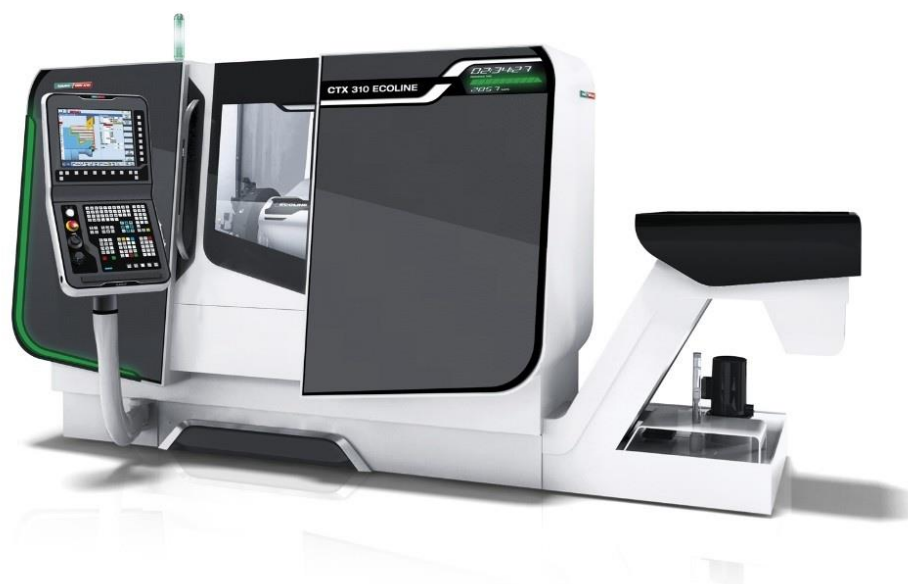
$$D_{2.1} = 18.43_{-0.12} \text{ мм}.$$

8.ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

Токарный станок с ЧПУ
модель DMG CTX 310 ecoline

таблица 1

Диаметр над станиной	мм	330
Диаметр патрона	мм	210
Проходной диаметр прутка	мм	51
Радиальное перемещение X	мм	160
Осевое перемещение Z	мм	450
Максимальный диаметр обработки	мм	200
Мощность главного привода (40/100% ED)	кВт	16,5*/11*
Крутящий момент (40/100% ED)	Нм	166,5*/112*
Число оборотов	об/мин	5000
Количество инструментов (приводных)**		12(6)**



Фрезерные широкоуниверсальные(инструментальные) станки

Модель 6712В

Размеры рабочей поверхности основного вертикального стола	125x320
продольное	200
вертикальное	250
Шпиндельной бабки	125
Гильзы вертикальной головки	40
Наибольший угол поворота вертикальной головки	±90
расстояние до рабочей поверхности горизонтального стола:	
От оси горизонтального шпинделя	30-312
От торца вертикального шпинделя	0-282
Частота вращения шпинделей,об/мин.	
горизонтального	63-3150
вертикального	63-3150
Продольная,поперечная и вертикальная подачи с бесступенчатым регулированием ,мм/мин.	6,3-250
Скорость быстрого перемещения стола и шпиндельной бабки.мм/мин.	1250
Размеры рабочей поверхности углового универсального стола	125x400
диаметр рабочей поверхности круглого стола	160
Высота центров делительной головки	70
частота вращения быстроходной головки,об/мин	157,5-7875
Наибольшее перемещение разца подрезной головки	30
подача резца подрезной головки,мм/об.	0,1
наибольший ход долбежной головки	40
число двойных ходов в минуту долбежной головки	50-100
наибольшая длина нарезаемой спирали спирально-фрезерным приспособлением	150
Мощность электродвигателя привода главного движение,кВт	0,75
габаритные размеры:	
длина	2260
ширина	2000
высота	1320
масса, КГ	560

9. Расчет режимов резания

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

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

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

Далее рассчитываются:

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

9.1. Операция 1: токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезка торца

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{11}^{cp} = 0.55 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 11 [4, с.364]. $s = 0,4$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, с.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; – определены по таблице 17 [4, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (10)$$

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

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

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

По табл.3 [4, с.360]: $K_{MV} = 1$.

По табл.5 [4, с.361]: $K_{ПV} = 0,9$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

Скорость резания определяем для $t = Z_{11}^{cp} = 0.55$ мм формула (9):

$$v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0.55^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,9 = 173.5 \text{ м/мин};$$

1. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 173.5}{\pi \cdot 24.94} = 2214 \text{ об/мин};$$

переход 2: точение поверхности:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания $t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{11}^{cp})}{2} = \frac{(24.94 - 22.255)}{2} = 1.34$ мм;

Подача $s = 0,4$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,34^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,9 = 168.6 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 168.6}{\pi \cdot 24.94} = 2152 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 204$; $n = 0$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{550}{750}\right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750}\right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1,34^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 169^0 \cdot 0,798 = 1097 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1097 \cdot 169}{1020 \cdot 60} = 3,03 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,03}{0,95} = 3,19 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$3,19 < 16,5$$

переход 3: точение поверхности:

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{11}^{cp} - D_{12}^{cp})}{2} = \frac{(22,255 - 20,985)}{2} = 0,68 \text{ мм};$$

Подача $s = 0,4$ мм/об

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,68^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,9 = 168 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 168}{\pi \cdot 22,255} = 2403 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 204$; $n = 0$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{550}{750}\right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750}\right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 0,68^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 168^0 \cdot 0,798 = 557 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{557 \cdot 168}{1020 \cdot 60} = 1,53 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,53}{0,95} = 1,61 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$1,61 < 16,5$$

переход 4: точение поверхности:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{1,2}^{cp} - D_{1,3}^{cp})}{2} = \frac{(22,255 - 20,87)}{2} = 0,69 \text{ мм};$$

Подача $s = 0,4$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,69^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,9 = 168 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 168}{\pi \cdot 22,255} = 2403 \text{ об/мин};$$

переход 5: точение канавки:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{1,2}^{cp} - D_{1,4}^{cp})}{2} = \frac{(22,255 - 16,79)}{2} = 2,74 \text{ мм};$$

Подача $s = 0,4$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2,74^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,9 = 168 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 168}{\pi \cdot 22,255} = 2403 \text{ об/мин};$$

переход 6: точение фаски:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

$$\text{Глубина резания } t = A_{1,6}^{cp} = 0,8 \text{ мм};$$

Подача $s = 0,1$ мм/об;

Скорость резания равен предыдущий переход $v = 168$ м/мин;

Частота вращения равен предыдущий переход $n = 2403$ об/мин ;

переход 7: Центровка

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 178] – Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44 [4, с.214]: Сверло центровочное комбинированные Тип А (ГОСТ 14952-75): $d = 0,5$ мм; $D = 3,15$ мм; $l = 1$ мм; $L = 21$ мм;

Глубина резания: $t = \frac{D_{1.5}^c}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25$ мм

Подача по таблице 35 [4, с.381] для данной глубины резания: $S = 0,08$ мм/об
Скорость резания определяется по формуле [4, с.382]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad (13)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 15$ мин – определены по таблице 40 [2, с.384]. Значения коэффициентов: $C_V = 3.5$; $q = 0,50$; $m = 0,12$; $y = 0,45$ – определены по таблице 38 [4, с.383].

Коэффициент K_V определяется по формуле [4, с.385]:

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов. K_{mv} – определяется по формуле [4, с.358]:

$$K_{mp} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$n_v = 0.9$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$K_{uv} = 0.9$ – определены по таблице 5 [4, с.361];

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления обрабатываемого отверстия,

$K_{lv} = 0,85$ – определены по таблице 41 [4, с.385]. Тогда

$$K_{mp} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{0.9} = 1.2$$

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0.92$$

Скорость резания:

$$v = \frac{3.5 \cdot 0,5^{0,5}}{15^{0,12} \cdot 0,08^{0,45}} \cdot 0.92 = 5 \text{ м/мин};$$
$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 5}{\pi \cdot 0,5} = 3183 \text{ об/мин};$$

переход 8: сверление отверстия

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 178] – Р6М5. Режущий инструмент по таблице 44 [4, с.214]: Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 4010-77): $d = 3.30$ мм; $L = 49$ мм; $l = 18$ мм.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{1,6}^{cp})}{2} = \frac{(3,45)}{2} = 1,725 \text{ мм};$$

Подача по таблице 35 [4, с.381] $s = 0,08$ мм/об ; Скорость резания определяется по формуле [4, с.382]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (13)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин – определены по таблице 40 [4, с.384]. Значения коэффициентов: $C_v= 3,5$; $q=0,5$; $m = 0,12$; $y = 0,45$ – определены по таблице 38 [4, с.383]. Коэффициент K_v определяется по формуле [4, с.385]:]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов. K_{mv} –определяется по формуле [4, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$n_v = 0,9$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$K_{uv} = 0,9$ – определены по таблице 5 [4, с.361];

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления обрабатываемого отверстия,

$K_{lv} = 1$ – определены по таблице 41 [4, с.385]. Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{3,5 \cdot 3,45^{0,5}}{15^{0,12} \cdot 0,08^{0,45}} \cdot 1,08 = 15 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15}{\pi \cdot 3,45} = 1384 \text{ об/мин};$$

переход 9: Зенкерование отверстия:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 178] – P6M5. Режущий инструмент по таблице 51 [4, с.230]: зенкеры с коричневым хвостовиком (по ГОСТ 21543-76): $D=5$ $d= 5$ мм; $l = 86$ мм; $l_1 = 16$ мм;

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{1,7}^{cp} - D_{1,6}^{cp})}{2} = \frac{(5,15 - 3,45)}{2} = 0,85 \text{ мм};$$

Подача по таблице 35 [4, с.381] $s = 0,10$ мм/об ; Скорость резания определяется по формуле [4, с.382]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad (13)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин – определены по таблице 40 [4, с.384]. Значения коэффициентов: $C_V=3.5$; $q=0,5$; $y=0,45$; $m=0,12$; – определены по таблице 38 [4, с.383]. Коэффициент K_V определяется по формуле [4, с.385]:

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv};$$

Где K_V – произведение ряда коэффициентов. K_{mv} – определяется по формуле [4, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1,0$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$n_v = 0,9$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$K_{uv} = 0,9$ – определены по таблице 5 [4, с.361];

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления обрабатываемого отверстия, $K_{lv} = 0,7$ – определены по таблице 41 [4, с.385]. Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2$$

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 0,756;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{3,5 \cdot 3,45^{0,5}}{15^{0,12} \cdot 0,1^{0,45}} \cdot 0,756 = 13 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 13}{\pi \cdot 5,15} = 804 \text{ об/мин};$$

переход 10: Зенкерование отверстия:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 178] – P6M5. Режущий инструмент по таблице 51 [4, с.230]: зенкеры с корическим хвостовиком (по ГОСТ 21586-76): $D=11$;

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{1,7}^{cp} - D_{1,6}^{cp})}{2} = \frac{(10,76 - 5,15)}{2} = 2,81 \text{ мм};$$

Подача по таблице 35 [2, с.381] $s = 0,10$ мм/об; Скорость резания определяется по формуле [4, с.382]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad (13)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин – определены по таблице

40 [4, с.384]. Значения коэффициентов: $C_v = 3.5$; $q = 0.5$; $y = 0.45$; $m = 0.12$; – определены по таблице 38 [2, с.383]. Коэффициент K_v определяется по формуле [4, с.385]:]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов. K_{mv} – определяется по формуле [4, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r = 1.0$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$n_v = 0.9$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$K_{uv} = 0.9$ – определены по таблице 5 [4, с.361];

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления обрабатываемого отверстия,

$K_{lv} = 0.85$ – определены по таблице 41 [4, с.385]. Тогда

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{0.9} = 1.2$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1.2 \cdot 0.9 \cdot 0.85 = 0.927;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{3.5 \cdot 10.76^{0.5}}{15^{0.12} \cdot 0.1^{0.45}} \cdot 0.927 = 23 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 23}{\pi \cdot 10.76} = 732 \text{ об/мин};$$

переход 11: точение фаски:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания $t = A_{1.10}^{cp} = 0.8$ мм;

Подача $s = 0.1$ мм/об;

Скорость резания равен предыдущий переход $v = 168$ м/мин;

Частота вращения равен предыдущий переход $n = 2403$ об/мин;

переход 12: нарезание резьбы:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Число рабочих ходов назначаем по таблице 114 [4, с.428]. Черновые ходы: 3 раза; Чистовые ходы: 2 раза; Общее число рабочих ходов: 5 раз.

Глубина резания $t = \frac{(12-10.76)/2}{5} = 0.124$ мм;

Подача для данной глубины резания:

$s = 1.5$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot s^y} K_v, \quad (16)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 118 [4, с.430], $T=70$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 244$; $m = 0,2$; $x = 0,23$; $y = 0,3$; – определены по таблице 118 [4, с.430].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ив} \cdot K_{cv}, \quad (17)$$

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

$K_{ив}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;

K_{cv} – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы.

По табл.3 [4, с.360]: $K_{mv} = 1$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{ив} = 1$.

$K_{cv} = 1$, если резьба нарезается черновым и чистовым резцами. [4, с.431]

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ив} \cdot K_{cv} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Скорость резания, формула (16):

$$v = \frac{244 \cdot 5^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 1 = 134 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 134}{\pi \cdot 12} = 3554 \text{ об/мин};$$

переход 13: Отрезание заготовки:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 181] – Т5К10.

Отрезать заготовку.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 0,12 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле [4, с.363]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин [4, с.363].

Значения коэффициентов: $C_v = 47$; $m = 0,20$; $y = 0,8$ – определены по таблице 17 [4, с.367].

Коэффициент K_v определяется по формуле [4, с.369]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ив} \cdot K_{cv} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{mv} – определяется по формуле [4, с.358]:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n$$

$K_r = 1,1$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$n_v = 1,0$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$K_{ив} = 0,9$ – определены по таблице 5 [4, с.361];

$K_{ив} = 1,4$ – определены по таблице 6 [4, с.361]; Тогда

$$K_{Mv} = 1,23 \quad K_v = 1,55$$

$$v = \frac{47}{30^{0,2} \cdot 0,12^{0,8}} \cdot 1,55 = 164 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [4, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 164}{\pi \cdot 24,94} = 2093 \text{ об/мин};$$

9.2 Операция 2: токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезка торца

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6.

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{21}^{cp} = 0.155 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 14 [4, с.366]. $s = 0,25 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60 \text{ мин}$ [4, с.363], принимаем $T=60 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; – определены по таблице 17 [4, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv}, \quad (10)$$

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

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

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

По табл.3 [4, с.360]: $K_{Mv} = 1$.

По табл.5 [4, с.361]: $K_{Пv} = 0,9$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{Иv} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

Скорость резания определяем для $t = Z_{11}^{cp} = 0,155 \text{ мм}$ формула (9):

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,155^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,9 = 242,4 \text{ м/мин};$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 242,4}{\pi \cdot 24,94} = 3094 \text{ об/мин};$$

переход 2: точение поверхности:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{0.1}^{cp} - D_{2.1}^{cp})}{2} = \frac{(24,94 - 18,37)}{2} = 3,285 \text{ мм};$$

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, с.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; – определены по таблице 17 [4, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (10)$$

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

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

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

По табл.3 [4, с.360]: $K_{MV} = 1$.

По табл.5 [4, с.361]: $K_{ПV} = 0,9$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{ИV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 3.285^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} \cdot 0,9 = 139 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 168}{\pi \cdot 18.43} = 2902 \text{ об/мин};$$

переход 3: точение поверхности:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{0.1}^{cp} - D_{2.2}^{cp})}{2} = \frac{(18.43 - 5.85)}{2} = 6.29 \text{ мм};$$

Подача по таблице 11 [4, с. 364] $s = 0,35$ мм/об;

Подача по таблице 11 [4, с. 364] Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, с.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; – определены по таблице 17 [4, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (10)$$

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

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

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

По табл.3 [4, с.360]: $K_{MV} = 1$.

По табл.5 [4, с.361]: $K_{ПV} = 0,9$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{IV} = 1$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 6,29^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} \cdot 0,9 = 126 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 126}{\pi \cdot 18,43} = 2176 \text{ об/мин};$$

переход 4: точение фаски:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания $t = A_{2,4}^{cp} = 0,2 \text{ мм};$

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об};$

Скорость резания равен предыдущий переход $v = 126 \text{ м/мин};$

Частота вращения равен предыдущий переход $n = 2176 \text{ об/мин};$

переход 5: точение фаски:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания $t = A_{2,5}^{cp} = 0,8 \text{ мм};$

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об};$

Скорость резания равен предыдущий переход $v = 126 \text{ м/мин};$

Частота вращения равен предыдущий переход $n = 2176 \text{ об/мин};$

переход 6: точение канавки:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Глубина резания $t = A_{2,6}^{cp} = 0,8 \text{ мм};$

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об};$

Скорость резания равен предыдущий переход $v = 126 \text{ м/мин};$

Частота вращения равен предыдущий переход $n = 2176 \text{ об/мин};$

переход 7: нарезание резьбы:

Материал режущего инструмента – Т15К6.

Число рабочих ходов назначаем по таблице 114 [4, с.428]. Черновые ходы: 3 раза;

Чистовые ходы: 2 раза; Общее число рабочих ходов: 5 раз.

Глубина резания $t = \frac{(20-18,37)/2}{5} = 0,163 \text{ мм};$

Подача равна шагу резьбы, $s = 1,5 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot s^y} K_v, \quad (16)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 118 [4, с.430], $T=70$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 244$; $m = 0,2$; $x = 0,23$; $y = 0,3$; – определены по таблице 118 [4, с.430].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ив} \cdot K_{cv}, \quad (17)$$

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

$K_{ив}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;

K_{cv} – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы.

По табл.3 [4, с.360]: $K_{mv} = 1$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{ив} = 1$.

$K_{cv} = 1$, если резьба нарезается черновым и чистовым резцами. [4, с.431]

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ив} \cdot K_{cv} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Скорость резания, формула (16):

$$v = \frac{244 \cdot 5^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 1 = 134 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 134}{\pi \cdot 20} = 2133 \text{ об/мин};$$

9.3 Операция 3: Фрезерная операция :

Операция 3 переход 1 Материал режущего инструмента выбираем по таблице 3 [4, с. 180] – Т15К6. Режущий инструмент по таблице 74 [4, с.256]: концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 17025-71 в ред. 1995г.): $d=10$ мм; $L=69$ мм; $l=19$ мм; $z=4$.

Глубина резания $t=2$ мм;

Подача по таблице 77 [4, с.404] для данной глубины резания: подача на зуб

$s_z=0,05$ мм/зуб. Подача на оборот: $S = S_z \cdot Z = 0,05 \cdot 4 = 0,2$ мм/об

Скорость резания определяется по формуле [4, с.406]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=80$ мин – определены по таблице

82 [4, с.411]. Значения коэффициентов:

$C_v = 145$; $q=0,44$; $u=0,1$; $p=0,13$; $m = 0,37$; $x = 0,24$; $y = 0,4$ – определены по

таблице 81 [4, с.407]. Коэффициент K_v определяется по формуле [4, с.406]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов. K_{mv} – определяется по формуле [4, с.358]:

$K_{mv} = 1,0$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$K_{пв} = 1,0$ – определены по таблице 2 [4, с.359];

$K_{ив} = 0,9$ – определены по таблице 5 [4, с.361];

$K_{ив} = 1,0$ – определены по таблице 6 [4, с.361]; Тогда

$$K_{MP} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{1.0} = 1.2$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Iv} = 1.2 \cdot 0.9 \cdot 1.0 = 1.1;$$

$$B = \frac{D}{1.25} = \frac{10}{1.25} = 8$$

Скорость резания:

$$v = \frac{145 \cdot 10^{0.44}}{80^{0.37} \cdot 2^{0.24} \cdot 0.2^{0.4} \cdot 8^{0.1} \cdot 4^{0.1}} \cdot 1.2 = 55 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [4, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 55}{\pi \cdot 10} = 1751 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента. Подача на минуту:

$$S_m = S_o \cdot n = 0.3 \cdot 1751 = 525 \text{ мм/ мин} .$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную окружную силу резания. Главная окружная сила резания, N , определяется по формуле [4, с.406]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP},$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [4, с.412]:

$$C_p=12.5; x=0.85; y=0.75; u=1.0; q=0.73; w=-0.13.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 1.08^{0.85} \cdot 0.05^{0.75} \cdot 8^1 \cdot 4}{10^{0.73} \cdot 1751^{-0.13}} \cdot 1.2 = 222 \text{ N}$$

Крутящий момент определяется по формуле [4, с.411]:

$$M_{kp} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

Где P_z – сила резания, D –диаметр заготовки.

$$M_{kp} = \frac{222 \cdot 21}{2 \cdot 100} = 23.3 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

Мощность резания определяется по формуле [4, с.411]:

$$N = P_z \cdot V = \frac{222 \cdot 55}{60} = 203.5 \text{ Вт} = 0.2 \text{ кВт}$$

Где P_z – сила резания, V –скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.2}{0.75} = 0.27 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

Мощность Фрезерные широкоуниверсальные (инструментальные) станки
Модель 6712В

$$N_{ст} = 0,75 \text{ кВт.}$$

$$N_{пр} = 0,27 \text{ кВт} < N_{ст} = 0,75 \text{ кВт.}$$

10. Расчет времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле

$$[1, \text{стр. 874}]: \quad T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (20)$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;
 i – число рабочих ходов;
 n – частота вращения шпинделя, об/мин;
 S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \quad (21)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;
 l_1 – величина врезания инструмента, мм;
 l_2 – величина схода инструмента, мм;
 l_3 – величина подвода инструмента, мм.

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

Принимаем: $l_2 = l_3 = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_1 = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (22)$$

Где t – глубина резания, мм;
 φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_2 + l_3) \cdot i}{n \cdot S}, \quad (23)$$

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} \quad (24)$$

Где $T_{\text{у.с.}}$ - время па установку и снятие детали;

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

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

$T_{\text{изм.}}$ - время на измерение детали;

$T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время,

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп.}} \quad (25)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер}, \quad (26)$$

Штучное время:

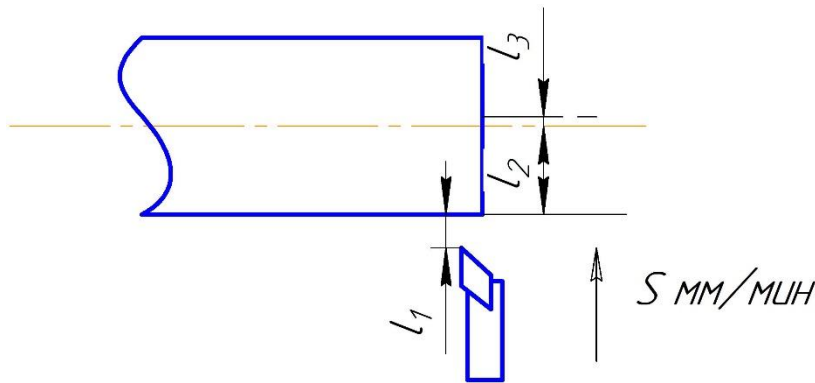
$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o.}, \quad (27)$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right), \quad (28)$$

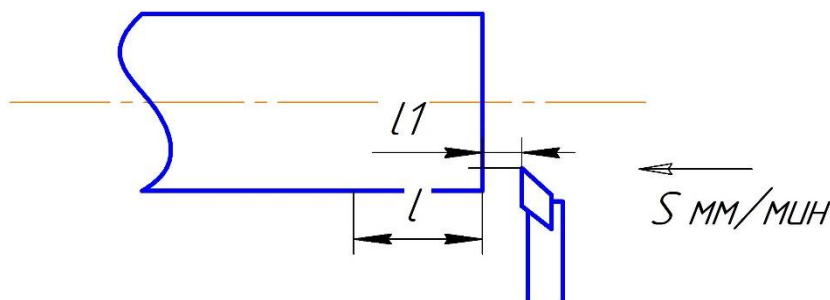
где n- количество деталей.

**Для первой токарной операции:
переход 1- подрезка торца:**



$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(12.47 + 1 + 1) \cdot 1}{2214 \cdot 0,4} = 0,016 \text{ мин};$$

переход 2- точить поверхность:



$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(28 + 1) \cdot 1}{2152 \cdot 0,4} = 0,03 \text{ мин};$$

переход 3- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(28 + 1) \cdot 1}{2403 \cdot 0,4} = 0,03 \text{ мин};$$

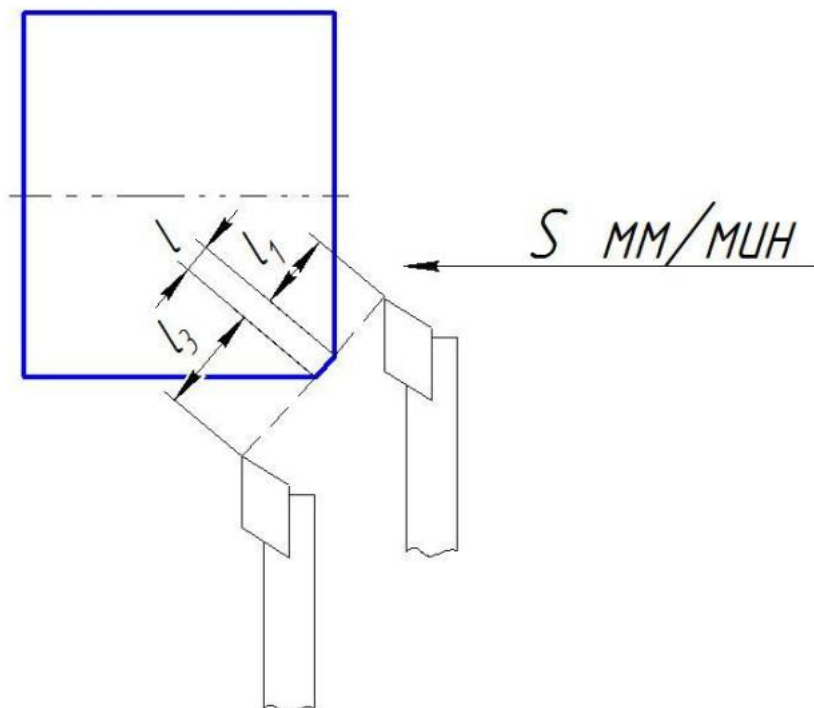
переход 4- точить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4 + 2) \cdot 1}{2403 \cdot 0,4} = 0,01 \text{ мин};$$

переход 5: точение канавки

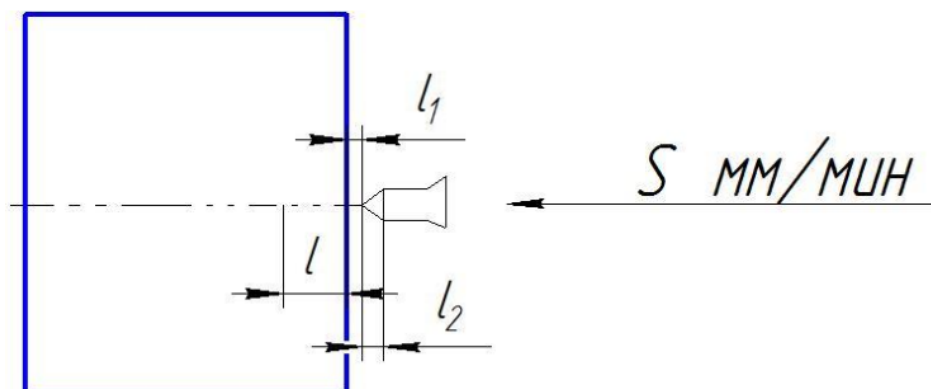
$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(3 + 1) \cdot 1}{2403 \cdot 0,4} = 0,004 \text{ мин};$$

переход 6: точение фаски:



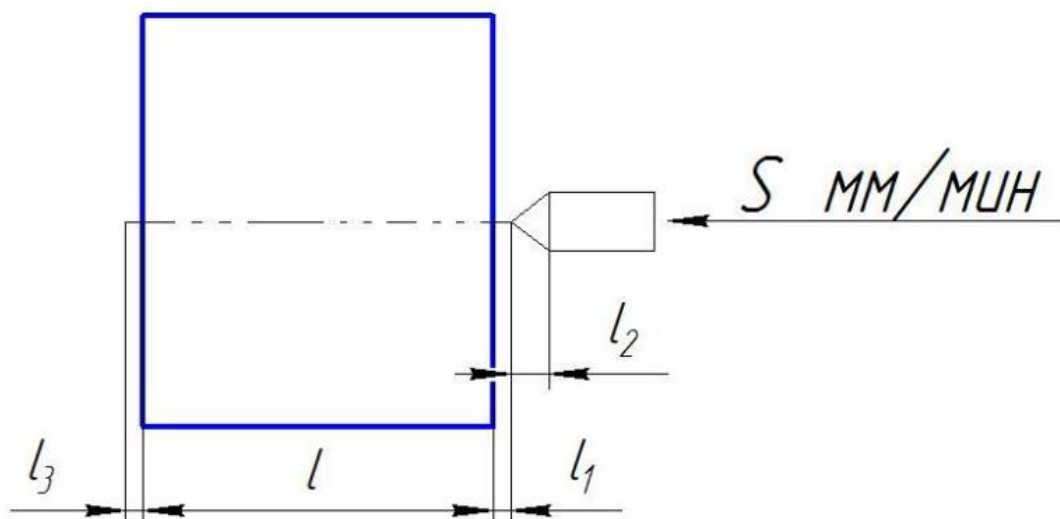
$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1.13 + 1 + 1) \cdot 1}{2403 \cdot 0,1} = 0,013 \text{ мин};$$

переход 7: Центровка



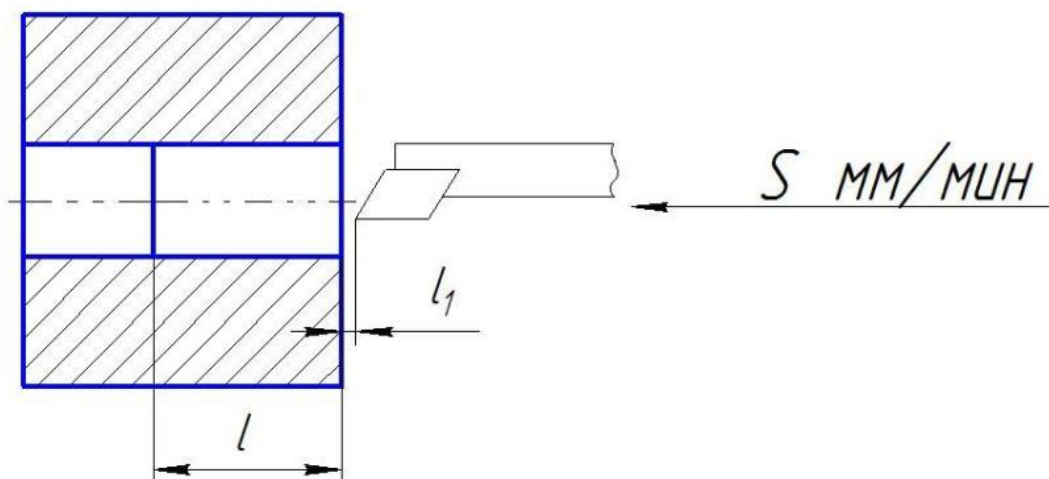
$$T_o = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\text{tg}\varphi}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 1 + 8) \cdot 1}{3183 \cdot 0,08} = 0,04 \text{ мин};$$

переход 8: сверление отверстия



$$T_o = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(48 + 2 + \frac{1.725}{\operatorname{tg}60^\circ} + 2) \cdot 1}{1384 \cdot 0,08} = 0,48 \text{ мин};$$

переход 9: Зенкерование отверстия:



$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(17 + 1) \cdot 1}{804 \cdot 0,1} = 0,22 \text{ мин};$$

переход 10: Зенкерование отверстия:

$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13 + 1) \cdot 1}{732 \cdot 0,1} = 0,19 \text{ мин};$$

переход 11: точение фаски:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1.13 + 1 + 1) \cdot 1}{732 \cdot 0,1} = 0,04 \text{ мин};$$

переход 12: нарезание резьбы:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2 + l_3) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13 + \frac{0,8}{\operatorname{tg}60^\circ} + 2 + 2) \cdot 5}{3554 \cdot 1,5} = 0,02 \text{ мин};$$

переход 12: Отрезание заготовки:

$$T_o = \frac{(l + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(12,47 + 5) \cdot 1}{2093 \cdot 0,12} = 0,07 \text{ мин};$$

9.4 Операция 2: токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезка торца

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,29 + 1 + 1) \cdot 1}{3094 \cdot 0,25} = 0,003 \text{ мин};$$

переход 2: точение поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(22 + 1) \cdot 1}{2902 \cdot 0,35} = 0,02 \text{ мин};$$

переход 3: точение поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4 + 1) \cdot 1}{2176 \cdot 0,35} = 0,01 \text{ мин};$$

переход 4: точение фаски:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,28 + 1 + 1) \cdot 1}{2176 \cdot 0,35} = 0,003 \text{ мин};$$

переход 5: точение фаски:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,28 + 1 + 1) \cdot 1}{2176 \cdot 0,35} = 0,003 \text{ мин};$$

переход 6: точение канавки:

$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,8 + 1) \cdot 2}{2176 \cdot 0,35} = 0,002 \text{ мин};$$

переход 7: нарезание резьбы:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2 + l_3) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(18 + \frac{0,8}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 2 + 2) \cdot 5}{1751 \cdot 0,2} = 0,32 \text{ мин};$$

9.5 Операция 3: Фрезерная

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(17 + 10 + 10) \cdot 4}{2176 \cdot 0,35} = 0,2 \text{ мин};$$

10. Определение штучно-калькуляционного времени В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шт.к.}$ [1, с.101]

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

Штучное время определяем по формуле [1, с.101]:

$$T_{шт} = T_0 + T_в + T_{об} + T_{от},$$

Вспомогательное время определяем по формуле [1, с.101]:

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

Где $T_{уст.}$ - время на установку и снятие детали – определены по таблице 5.1. [1, с.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали – определены по таблице 5.7. [1, с.201];

$T_{уп}$ - время на управление станком– определены по таблице 5.8. [1, с.202];

$T_{из}$ - время на измерение детали– определены по таблице 5.12. [1, с.207];

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

Время на обслуживание и отдых: $T_{o.t} = 15\% \times t_{oper.}$

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з.}$ – определены по таблице 6,3. [1, с.215];

n - количество деталей в настроечной партии, $n = 5000$ шт.

$$\text{Штучное время: } T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.t.},$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з.}}{5000} + T_{шт.}$$

Операция 1

$$T_o = 1,163 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,06 + 0,024 + 0,06 + (0,12 \times 15 + 2 \times 0,04 + 4 \times 0,16 + 0,22) = 2,9 \text{ мин.}$$

$$T_{oper.} = 1,163 + 2,9 = 4,1 \text{ мин.}$$

$$T_{o.t} = 15\% \times 4,1 = 0,615 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 1,163 + 2,9 + 0,615 = 4,68 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 8 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = 8/5000 + 4,68 = 4,682 \text{ мин.}$$

Операция 2

$$T_o = 0,361 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,06 + 0,024 + 0,06 + (0,12 \times 6 + 0,21 + 2 \times 0,04) = 1,15 \text{ мин.}$$

$$T_{oper.} = 0,361 + 1,15 = 1,5 \text{ мин.}$$

$$T_{o.t} = 15\% \times 1,5 = 0,225 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,361 + 1,15 + 0,225 = 1,74 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 8 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = 8/5000 + 1,74 = 1,742 \text{ мин.}$$

Операция 3

$$T_o = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{всп.} = 0,38 + 0,034 + 0,06 + 0,48 = 0,95 \text{ мин.}$$

$$T_{oper.} = 0,2 + 0,95 = 1,15 \text{ мин.}$$

$$T_{o.t} = 15\% \times 1,15 = 0,17 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,2 + 0,95 + 0,17 = 1,32 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 14 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = 14/5000 + 1,32 = 1,323 \text{ мин.}$$

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[1, с. 175].

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 «Штуцер» на Фрезерном широкоуниверсальном станке Модель 6712В
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «штуцер».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «штуцер» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – среднесерийный <u>Программа выпуска</u> - 5000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать фрезерную станку Модель 6712В. <u>Входные данные</u> о заготовке, поступающей на точную операцию: диаметр $25^{+0,4}_{-0,5}$ мм $R_a = 6,3$ мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, 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 (рис. 1).

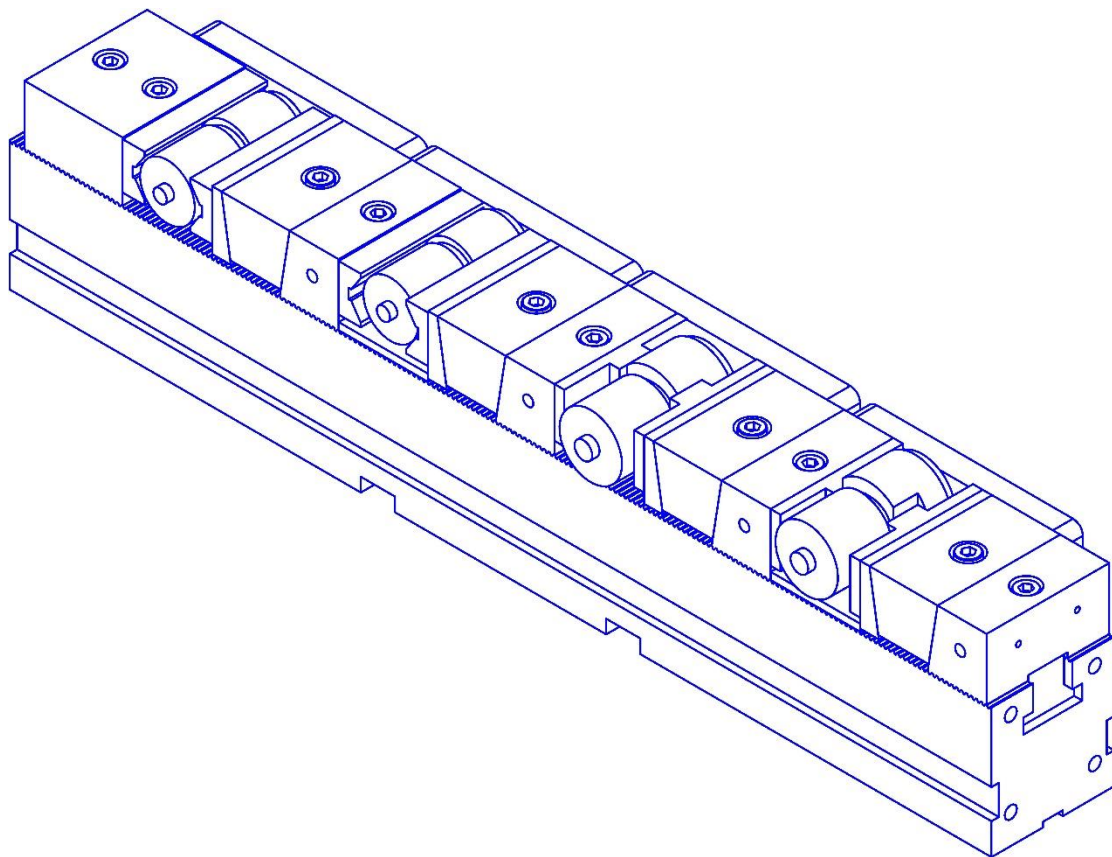


рис. 1 Схема и компоновка многоместных тисов для фрезерования

3. Описание конструкции и работы приспособления.

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «штуцер» при ее обработке на фрезерном станке Модель 6712В.

это многоместные зажимные приспособления. Весь комплект тисков изготовлен из Инструментальной стали с твердостью более 60° HRC поверхности отшлифованы для обеспечения точности и долговечности. Вне зависимости от формы обрабатываемой детали, на этих тисках ее можно быстро установить в заданное положение. Расположение клиновых упоров можно регулировать, что позволяет устанавливать в тиски детали различных размеров. Данные тиски рекомендованы для использования на обрабатывающих центрах с ЧПУ, плоскошлифовальных станках, фрезерных станках.

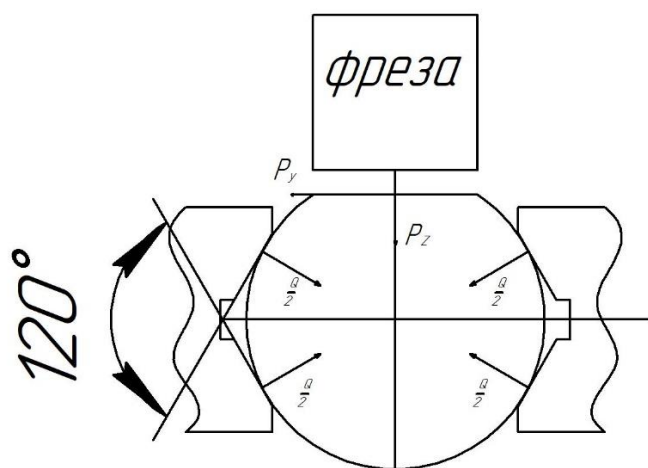
Многоместные тиски могут зажимать детали квадратной, круглой или сложной формы, позволяют сократить время установки-снятия детали, тем самым увеличить производительность.

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

4. Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы перемещению детали под действием сил резания препятствует схема базирования. Т.е.



(рис. 2)

$$P_y \frac{d}{2} k = 4 \frac{Q}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} f \frac{d}{2} + \frac{2P_z}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} f \frac{d}{2}$$

Q - сила зажима

f = 0.1 – коэффициент трения между валом и призмой

K = 1.5 – коэффициент запаса

d – диаметр детали

$$Q = \frac{\sqrt{3} P_y k}{4f} - \frac{P_z}{2}$$

$$P_z = 222 \text{ N} \quad P_y : P_z = 0.4 \quad P_y = 88.8 \text{ N}$$

$$Q = 466 \text{ N}$$

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чэнь Юэчжоу

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	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 НИИР.</i></p>
<p>5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i></p>	<p><i>По результатам НИИР были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная НИИР относится к поисковым</i></p>

	<i>работам, то оценивать её эффективность преждевременно.</i>
--	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT 3. Модель Кана 4. Оценка перспективности нового продукта 5. Инвестиционный план. Бюджет ИП 6. Основные показатели эффективности ИП
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чэнь Юэчжоу		

III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы разрабатывали ТП детали штуцер. Штуцер, вставленный в шланг, сдавливается с применением втулки. Объем выпуска продукции 5000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО НПО «Сибирский машиностроитель», ЗАО НПФ «Микран».

1.2 Анализ конкурентных технических решений

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

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	2	1	1	0,02	0,01	0,01

2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	2	4	1	0,6	0,8
3. Помехоустойчивость	0,01	2	2	1	0,04	0,02	0,02
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	3	0,05	0,03	0,03
5. Надежность	0,2	5	2	4	1	0,4	0,6
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,02	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	2	4	0,4	0,2	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	4	2	4	0,04	0,02	0,05
10. Простота эксплуатации	0,1	5	1	3	0,4	0,1	0,3
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	0,1	2	2	1	0,2	0,2	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
3. Цена	0,01	2	1	2	0,02	0,02	0,02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	3	2	0,3	0,2	0,2

5. Послепродажное обслуживание	0,05	3	3	1	0,15	0,15	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,01	1	1	1	0,02	0,02	0,01
7. Срок выхода на рынок	0,01	2	3	1	0,02	0,02	0,01
8. Наличие сертификации разработки	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
Итого	1	5 6	38	40	3,95	2,1	2,83

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:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 56 \cdot 3,95 = 221,2$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum V_i \cdot B_i = 38 \cdot 2,1 = 79,8$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 40 \cdot 2,83 = 113,2$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способна выдерживать максимальные возможные нагрузки на прессах, где она будет использоваться. Также деталь является надежной, так как выполнена из конструкционной стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как

предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

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

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

Таблица 2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,01	60	100	0,6	0,004
2. Помехоустойчивость	0,02	20	100	0,1	0,005
3. Надежность	0,2	80	100	0,8	0,18
4. Унифицированность	0,1	80	100	0,8	0,09

5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,08
6. Уровень шума	0,01	10	100	0,2	0,001
7. Безопасность	0,1	60	100	0,6	0,06
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	100	0,1	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	60	100	0,4	0,004
10. Простота эксплуатации	0,1	40	100	0,4	0,008
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	100	0,1	0
12. Ремонтопригодность	0,05	50	100	0,5	0,025
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	0,08
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
15. Перспективность рынка	0,01	20	100	0,2	0,002
16. Цена	0,1	30	100	0,3	0,05
17. Послепродажное обслуживание	0,05	30	100	0,3	0,015
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	1	100	0,3	0,001

19. Срок выхода на рынок	0,01	20	100	0,2	0,002
20. Финансовая эффективность научной разработки	0,02	70	100	0,7	0,014
Итого	1	823		8,5	0,62

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i = 823 \cdot 0,62 = 510$$

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

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 510, 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. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта</p> <p>С5. Актуальность проекта</p> <p>С6 Использование УП</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением;</p> <p>-При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>

У1. Появление новых технологий	- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	- Расширение области применения за счет развития новых технологий.
У3. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.		

Таблица 4

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C2C3C4C5C6, B2C1C2C3C4C5C6.

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: B2Сл1Сл3.

Таблица 6

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С4С5С6, У2С1С6.

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	-	+	-

2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Ранее были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К

их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Кано. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

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

Таблица 8

Морфологическая матрица для детали матрицедержатель

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	10	30	50	>60
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 более 60 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. Планирование научно-исследовательских работ

3.1. Структура работ в рамках научного исследования

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

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

Таблица 9

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t min	t max	тожи	Тpi
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение	Руководитель темы,	1	2	1	0,5

		технического задания	Студент-дипломник				
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	10	7	3,5
	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	14	21	12,4	12,4
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2	6	3,6	1,8
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1	3	1,8	1,8
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5	10	7	7
	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	5	10	7	3,5
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	3	6	4,2	2,1
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	5	10	7	7
	15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	2	6	3,6	3,6
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	3	6	4,2	4,2
	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	5	7	5,8	5,8

3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \text{ чел.-дн.},$$

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 $T_{рi}$, 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 %.

$$T_{рi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч\ i},$$

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

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







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

Результаты смотреть в таблице.


3.3 Разработка графика проведения научного исследования


Необходимо построить диаграмму Ганта.

Таблица 10 Календарный план разработки проекта

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

7	Расчет режимов резания	Руководитель, Инженер-разработчик	5																
8	Выбор станков и проектирование приспособления	Руководитель, Инженер-разработчик	6																
9	Расчет основного времени	Руководитель, Инженер-разработчик	7																
10	Разработка программы для обработки деталей на станок с ЧПУ	Руководитель, Инженер-разработчик	8																
11	Вопросы безопасности и экологичности и проекта	Руководитель, Инженер-разработчик	5																
12	Технико-экономические расчеты	Руководитель, Инженер-разработчик	6																
13	Составление пояснительной записки	Инженер-разработчик	30																
14	Разработка графического сопровождения проекта	Руководитель, Инженер-разработчик	5																

 - инженер – разработчик

 - руководитель

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

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, м² и т.д.); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² 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 11.

Таблица 11

Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	шт	1000	0,5	500
Итого				500

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	Токарный станок с ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline	1	6368000	6368000
3	Фрезерные широкоуниверсальные(инструментальные) станки Модель 6712В	1	542000	542000
Итого: 6910 000 руб.				

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле: Срок станка,

год :10. Мы работаем за 3 месяца, то есть: $\frac{6910000}{12 \times 10} \times 3 = 172750$

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

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

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – 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_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		

- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$); k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	71760	2962	38	112537,9
Студент	9895	0,3	0,2	1,3	19291	796	106,6	84853,6
Итого $Z_{осн}$								197391,5

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:

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

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	112537,9	22507,58
Студент	84853,6	16970,72
Итого		39478,3

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	500	Пункт 3.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	197391,5	Пункт 3.4.3

3. Отчисления во внебюджетные фонды	39478,3	Пункт 3.4.4
4. Накладные расходы	5270	Пункт Пункт 3.4.5
5. Амортизации	172750	Пункт 3.4.2
Бюджет затрат НИР	415389.8	Сумма ст.1-5

4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{415389.8}{460000} = 0,9$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 18).

Таблица 18

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4
3. Помехоустойчивость	0,1	2
4. Энергосбережение	0,20	5
5. Надежность	0,25	5
6. Материалоемкость	0,2	5
Итого	1	4,55

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,55$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,55}{0,9} = 5$$

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

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{5}{5,3} = 0,94$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55
3	Интегральный показатель эффективности	5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,94

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 ресурсоэффективности 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 – 20%, выплата составит 39478,3 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 415389.8 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чэнь Юэчжоу

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	бакалавриат	Направление	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p style="text-align: center;">1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p style="text-align: center;">Объектом исследования является участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p style="text-align: center;">1. Производственная безопасность</p> <p style="text-align: center;">1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p style="text-align: center;">1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	<p style="text-align: center;">Оценка рабочего места на наличие вредных факторов. Действие фактора на организм человека. Приведение допустимых норм с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ. Предлагаемые методы снижения воздействия вредных факторов. Оценка помещения по электробезопасности. Меры по защите от поражения .</p>

<ul style="list-style-type: none"> – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Анализ возможного загрязнения окружающей среды.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Оценка пожарной опасности помещения. План эвакуации.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<p>Перечень основных нормативных актов, содержащих требования по охране труда.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чэнь Юэчжоу		

IV. Безопасность жизнедеятельности

ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

1.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, является опасным. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению трудоспособности, то его считают вредным. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на физические, химические, биологические, психофизические. [ГОСТ 12.0.003-74]:

Так как на состояние здоровья технологов биологические и химические факторы существенного влияния не оказывают, то мы будем рассматривать лишь две группы факторов.

Физические факторы:

- температура и влажность воздуха;
- механические;
- шум;
- статическое электричество;
- электромагнитное поле (ЭМП) низкой частоты;
- освещенность;
- ионизирующее излучение.

К вредным психофизическим и опасным факторам относятся:

- физические (статические, динамические);
- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Основными опасным фактором являются:

- 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;
- подверженность влиянию шума, вибраций, связи с наличием обрабатывающего оборудования (станков), которые создают повышенный уровень вибраций и шума;
- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а так же подъемно-транспортных устройств.

Таблица 1.1.

Основные элементы производственного процесса,
формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Состояние технологического процесса.	Психофизиологические (эмоциональные стрессы)		
Состояние технологического процесса.	Физические (превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны).	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1 278-03, СанПиН 2.2.2/2.4.13 40-03,

			Сан ПиН 2.2.4/2. 1.8.562-96
Конт роль выполнения работ по ТП	Физические (превышение уровня шума и вибраций).	Физическ ие опасные (Движущиеся машины и механизмы производственн о оборудования (в т.ч. грузоподъемные))	ГО СТ 12.1.003– 83, ГОСТ 12.1.012–90

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

Выбор светильников

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. Которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ: по спектральному составу они близки к дневному, естественному свету; обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); более длительный срок службы [ГОСТ 6825-91].

Освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк [по СанПиН 23-05-95], что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране, для этого необходимо ограничить отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Рассчитаем искусственное освещение в помещении.

Проектирование искусственного освещения рабочего места будет сводиться к следующему:

- выбор системы освещения,
- определение необходимого числа светильников
- определение типа и размещения светильников.

Размещение светильников

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

H – высота помещения = 4;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес) = 0,5;

$h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса = 3,5;

h_p – высота рабочей поверхности над полом = 0,8;

$h = h_n - h_p$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью = 3,5-0,8 = 2,7

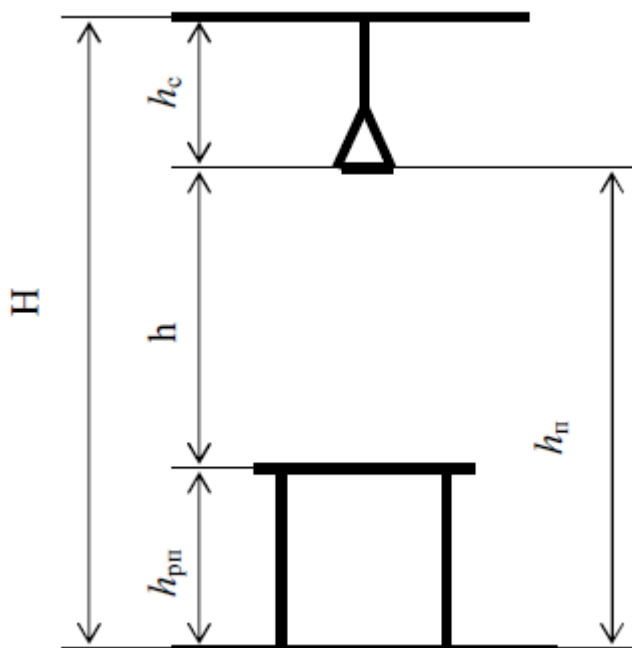


Рис. 1.1.1. Основные расчетные параметры

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Приняв величину свеса светильника $h=2,7$ м и $\lambda=1,4$ (для ОД), определим расстояние между светильниками L :

$$L = \lambda \cdot h = 2,7 \cdot 1,4 = 3,78 \text{ м}$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и определить их число.

Расстояние I от крайних светильников или рядов до стены:

$$L/3 = 3,78/3 = 1,26 \text{ м}$$

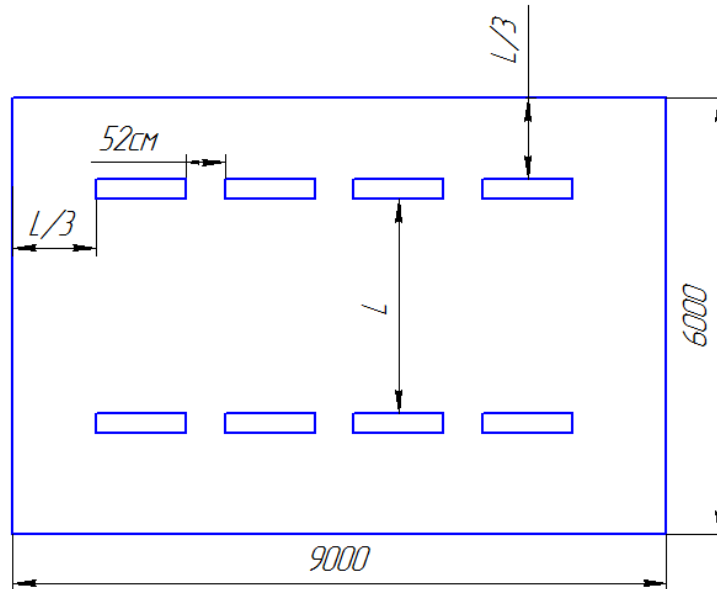


Рис. 1.1.2. План размещения светильников

Размещаем светильники в два ряда. В одном ряду можно установить 4 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составит 52 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения в нем светильников (рис.2). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $n = 8 \cdot 1 \cdot 2 = 16$ ламп.

Индекс помещения определяется по формуле
$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}$$

$$i = \frac{6 \cdot 9}{2,7 \cdot (6 + 9)} = \frac{54}{40,5} = 1,3$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,53$.

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

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

$$\hat{O} = \frac{E_t \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta}, \text{ где:}$$

E_t – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95,лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

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

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{\text{ср.}} / E_{\text{мин.}}$.
Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

n – число светильников;

η - коэффициент использования светового потока(Определяем по таблице [5])

Определим потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 54 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,54} = \frac{24255}{5,76} \approx 3094 \text{ Лм}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице [5] выбирается стандартная ближайшая лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников.

Выбираем стандартную ближайшую лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{2850 - 3094}{3094} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq -8,5\% \leq +20\%$$

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректировать число светильников n либо высоту подвеса светильников нет необходимости.

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = \omega * S = 40 * 54 = 2160 \text{ Вт.}$$

Тогда мощность каждой лампы:

$$P_{\text{л}} = P / n = 2160 / 16 = 135 \text{ Вт.}$$

Определим электрическую мощность осветительной установки

$$P = 16 \cdot 40 = 640 \text{ Вт.}$$

1.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные.

1. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- согласно СанПиН 2.2.2.542-96 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

В кабинете мониторы расположены по периметру задней поверхностью к стенам, все мониторы расположены на отдельных столах. Поэтому можно считать, что расположение компьютеров удовлетворяет требованиям СанПиН.

Для мониторов рекомендуется следующее дооснащение:

- Защитный фильтр для экрана, ослабляющий переменное электрическое и электростатическое поля;
- Для одиночных ПЭВМ или их однорядном расположении – специальное защитное покрытие на переднюю панель и боковые стенки;
- При многорядном расположении ПЭВМ, если соседние рабочие места располагаются близко друг к другу (на расстоянии 1,2...2,5 м) – защитное покрытие задней и боковых стенок, монтирование специальных экранирующих панелей с задней и боковых сторон монитора, установка перегородок между различными пользователями.

Разработана технология защиты от электростатических, переменных электрической и магнитной составляющих ЭМИ путем населения электропроводных покрытий на внутреннюю поверхность корпуса монитора и его заземления, встраивания в дисплей оптического защитного фильтра, защищающего от излучений со стороны экрана.

2. Мероприятия по снижению шума:

- применение звукоизоляции

- использование материалов, имеющих хорошие звукопоглощающие свойства

- ежедневное проветривание помещения

3. Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;

- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;

- организация безопасной эксплуатации оборудования;

- недоступность токоведущих частей.

4. Мероприятия по организации рабочих мест:

- Вместо канцелярских столов необходим специальный стол с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов программ, с регулируемой по высоте клавиатурой и дисплеем;

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования: высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500мм, глубиной на уровне колен - не менее 450мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650мм по ГОСТу 12.2.033-78 ССБТ [6];

- Вместо бытового стула – мягкое кресло с удобной опорой для поясницы, мягким сиденьем и спинкой, с регулировкой сиденья по высоте, в соответствии с СанПиН 2.2.2. 542-96;

5. Мероприятия по снижению нервно – психологического напряжения и уменьшению его вредного влияния (СанПиН 2.2.2. 542-96):

- установление рационального режима труда и отдыха;

- организация отдыха в процессе работы;

- профессиональный набор.

6. Мероприятия по предотвращению производственного травматизма:

- вводный инструктаж, который проводится перед началом работы по теме;

- обеспечение спецодеждой (халатом);

- медосмотр, проводимый перед поступлением на работу и каждый последующий год.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Под охраной окружающей среды понимают совокупность технических и организационных мероприятий, позволяющих свести к минимуму или в идеальном случае совершенно исключить выбросы в биосферу материальных и энергетических загрязнений. Учитывая стремительное развитие научно-технического прогресса, перед человечеством встала сложная задача – охрана важнейших составляющих окружающей среды (земля, вода, воздух), подверженных сильнейшему загрязнению техногенными отходами и выбросами, что приводит к окислению почвы и воды, разрушению озонового слоя земли и климатическим изменениям. Промышленная политика всего мира привела к таким необратимым и существенным изменениям в окружающей среде, что этот вопрос (охрана окружающей среды на предприятии) стал общемировой проблемой и принудил государственные аппараты разработать долгосрочную экологическую политику по созданию внутригосударственного контроля за ПДВ.

Основными источниками загрязнения атмосферы на предприятии являются сталеплавильные и чугуноплавильные агрегаты мартеновских, электроплавильных, конверторных и литейных цехов, а также топочные устройства печей и котельных всех назначений [5].

В литейном производстве воздух загрязняется пылью, окисью углерода, Много пыли образуется при работе землеподготовительного отделения, а также при транспортировке формовочной земли, заполнении землей опок и т.д.

Разнообразными, в том числе вредными для здоровья человека загрязнениями сопровождаются процессы пайки и сварки.

При работе металлорежущего оборудования с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (эмульсий, масел) воздух загрязняется аэрозолями этих веществ. При обработке заготовок абразивным инструментом выделяется абразивная пыль.

Основные технологические процессы в машиностроении характеризуются довольно значительными шумом и вибрациями. Наиболее интенсивны шум и вибрации при работе технологического оборудования кузнечнопрессовых и штамповочных молотов и прессов.

Защита от вредных выбросов

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий можно применять следующие меры:

1. полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам;
2. совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
3. экологическая экспертиза всех видов производств и промышленной продукции;
4. замена токсичных отходов на нетоксичные;
5. замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
6. последствия промышленного загрязнения окружающее среды.

Защита от шума

Шум в окружающей среде создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания. [4].

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность [САНПИН 2.2.2. 542-96]. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха [8].

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

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

Защита от электромагнитных полей

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.

Защита от электропоражения

Инженер–технолог работает с электроприборами: компьютером (дисплей, процессор, клавиатура) и принтером. В данном случае существует опасность электропоражения:

- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. По "Межотраслевым правилам по охране труда" все помещения делятся на:

- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения;
- помещения без повышенной опасности.

По опасности кабинет инженера-технолога относится к помещениям без повышенной опасности, т.е. но не характеризуется наличием повышенной влажности (относительна влажность не превышает 75%), высокой температуры (более 35⁰С), токопроводящих пыли и пола.

В лаборатории используются приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за оборудование;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами. При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами (ПУЭ 1.1.32), корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным медным проводом сечением 1.5 мм² (ПУЭ 1.7.78), который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 54 м² при помощи сварки. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом (ПУЭ 1.7.65). Питание устройства должно осуществляться от силового щита через автоматический предохранитель, который срабатывает при коротком замыкании нагрузки.

Для снижения величин возникающих разрядов целесообразно применение покрытия из антистатического материала. К организационно – техническим мероприятиям относится инструктаж по технике безопасности.

3. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

3.1 Пожарная и взрывная безопасность

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная опасность - возможность возникновения и (или) развития пожара, заключенная в каком-либо веществе, состоянии или процессе. ГОСТ 12.1.033-81.

Определяем категорию помещения по пожароопасности по НПБ 105-03. В данном случае помещение относится к категории Д - производства, связанного с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии [4].

Причиной возгорания могут быть следующие факторы:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных 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;

- возгорание устройств искусственного освещения
- возгорание токсичных продуктов горения и термического разложения

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- предотвращение пожаров;
- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- тушение пожара.

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

Основными причинами пожаров на производстве являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность электрооборудования, плохая подготовка оборудования к ремонту, самовозгорание различных материалов и др. В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 12.1.044-84 «Пожарная безопасность» и ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность».

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия [ГОСТ 12.1.004]:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию. Рабочие 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;

- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников;
- иметь в помещениях и строениях, находящихся в их собственности (пользовании), первичные средства тушения пожаров и противопожарный инвентарь в соответствии с правилами пожарной безопасности и перечнями, утвержденными соответствующими органами местного самоуправления.

Технические 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;

- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

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. План эвакуации приведен на рисунке 3.

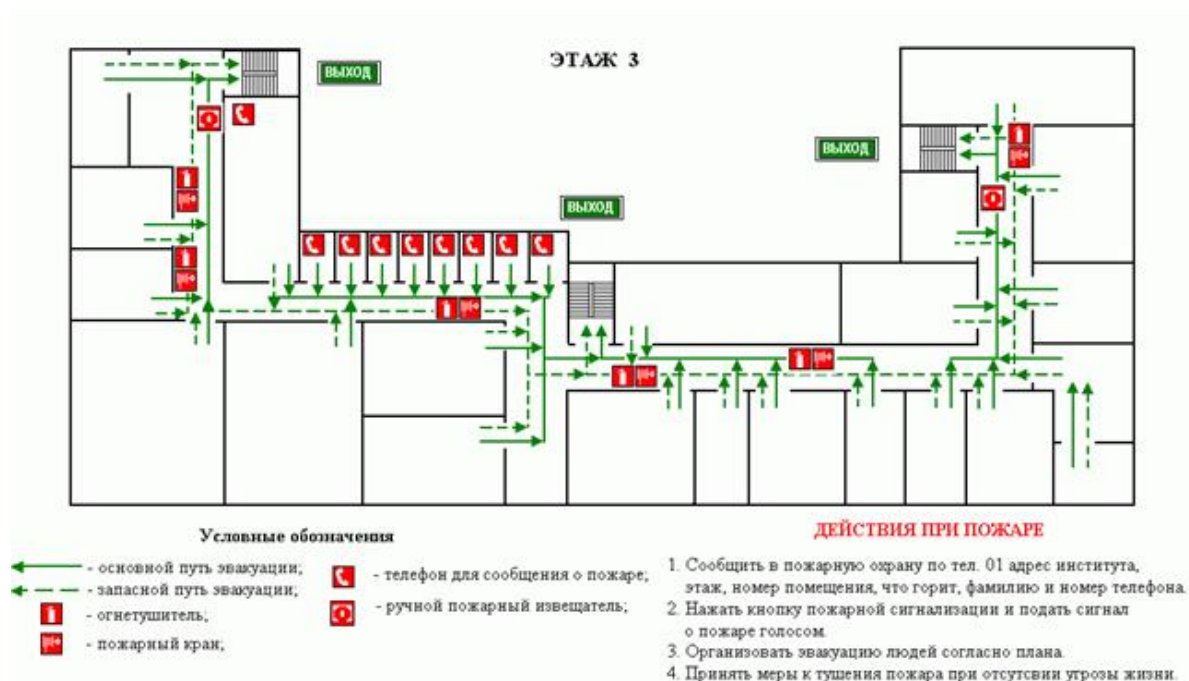


Рис. 3.1.1. – План эвакуации из технологического бюро.

3.2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки - вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

Природная чрезвычайная ситуация — обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате источника чрезвычайной

ситуации, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения – весной, снегопады – зимой. Однако в пределах сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.

Чрезвычайные ситуации природного характера:

- **геофизические опасные явления** — землетрясения, вулканы и т.д.
- **геологические опасные явления** — пыльные бури, оползни, сели, обвалы и т.д.
- **метеорологические опасные явления** — бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки и т.д.
- **гидрологические опасные явления** — наводнения, паводки, половодья и т.д.
- **морские гидрологические опасные явления** — штормы, тайфуны, цунами и т.д.
- **гидрогеологические опасные явления** — опасно высокие уровни грунтовых вод и т.д.
- **природные пожары** — лесные, торфяные, степные, хлебные и т.д.

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
2. Планы эвакуации рабочих;
3. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
4. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
5. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
6. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;
2. Инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);
3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;
4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

В качестве мер, предусматривающих защиту от названных ЧС, следует отметить:

- повышение прочности конструкции зданий;

- создание развитой системы вентиляции;
- проведение мед. осмотров;
- утепление помещений;
- проведение инструктажей ТБ.

Так же существуют и социальные чрезвычайные ситуации, связанные с противоречиями в общественных отношениях. Анализ происходящих в последнее время ЧС свидетельствует, что в 75–80 % случаев их возникновение связано с деятельностью человека и обусловлено причинами социального характера.

К чрезвычайным ситуациям социального характера относятся:

- войны;
- локальные и региональные конфликты
- голод;
- крупные забастовки;
- массовые беспорядки, погромы, поджоги и др.

ЧС одного типа могут вызывать, в свою очередь, ЧС других типов.

ЧС любого типа в своем развитии проходят четыре типовые стадии (фазы).

- Первая — стадия накопления отклонений от нормального состояния или процесса. Иными словами, это стадия зарождения ЧС, которая может длиться сутки, месяцы, иногда — годы и десятилетия.

- Вторая — инициирование чрезвычайного события, лежащего в основе ЧС.

- Третья — процесс чрезвычайного события, во время которого происходит высвобождение факторов риска (энергии или вещества), оказывающих неблагоприятное воздействие на население, объекты и окружающую среду.

- Четвёртая — стадия затухания, которая хронологически охватывает период от перекрытия (ограничения) источника опасности — локализации чрезвычайной ситуации, до полной ликвидации её прямых и косвенных последствий, включая всю цепочку вторичных, третичных и т. д. последствий. Эта фаза при некоторых ЧС может по времени начинаться ещё до завершения третьей фазы. Продолжительность этой стадии может составлять годы, а то и десятилетия.

Таблица 3.2.1.

Предельно критические значения показателей безопасности
государства

№ п/п	Название показателя	Предельно критическое значение в мировой практике	Вероятные социально-политические, экономические и военные последствия (опасности) отставания
1	2	3	4
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СФЕРА			
1	Объем валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения от среднемирового уровня	100%	Социально-политическое, экономическое и военное отставание от развитых и среднеразвитых государств

1	2	3	4
2	Доля в промышленном производстве: ■ обрабатывающей промышленности ■ машиностроения	70% 20%	Деиндустриализация страны, развал военно-промышленного комплекса
3	Объем инвестиций, в % к ВВП	25%	Свертывание производства
4	Доля новых видов продукции в объеме выпуска продукции	6%	Утрата высоких технологий, рынков сбыта и снижение обороноспособности страны
5	Уровень инфляции за год	20%	Неуверенность населения в будущем, кризис экономики
6	Объем внешнего долга в % к ВВП	25%	Экономическое закабаление страны, потеря самостоятельности государства
7	Дефицит бюджета в % к ВВП	5%	Усиление инфляции
8	Объем иностранной валюты в наличной форме к объему наличной национальной валюты	25%	Подрыв доверия к национальной валюте, финансовая зависимость
9	Денежная масса в % к ВВП	50%	Недостаток оборотных средств, спад производства
10	Доля импорта во внутреннем потреблении: ■ всего ■ продовольствия	30% 25%	Экономическая, социально-политическая и военная зависимость страны, угроза голода
11	Дифференциация субъектов государства по прожиточному минимуму	1,5 раза	Возникновение военных конфликтов между субъектами государства
12	Уровень падения промышленного производства	30—40%	Деиндустриализация экономики
13	Доля в экспорте продукции обрабатывающей промышленности	40%	Колониально-сырьевая структура экономики
14	Доля в экспорте высокотехнологичной продукции	10—15%	Технологическое отставание экономики
15	Доля государственных ассигнований на науку в % к ВВП	2%	Разрушение интеллектуального потенциала

1	2	3	4
СОЦИАЛЬНАЯ СФЕРА			
16	Соотношение доходов 10% самых богатых и 10% самых бедных групп населения	10 : 1	Резкое противопоставление людей по имущественному и социальному цензу
17	Доля населения, живущего на пороге бедности	10%	Люмпенизация значительной части населения
18	Соотношение минимальной и средней заработной платы	1 : 3	Деквалификация и пауперизация рабочей силы
19	Уровень безработицы	8—10%	Рост социально обездоленных категорий населения
ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СФЕРА			
20	Суммарный коэффициент рождаемости	2,15	Отсутствие простого замещения поколений
21	Средняя ожидаемая продолжительность жизни	75 лет	Ухудшение здоровья и условий жизни населения
22	Коэффициент старения населения (доля лиц старше 65 лет)	7%	Старение населения
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СФЕРА			
23	Суммарные поступления от экологических платежей в % к ВВП	5%	Низкий уровень экологического контроля
24	Экологические потери в % к ВВП	5%	Возникновение опасной для жизни экологической среды
25	Предохранительные затраты на экологию в % к ВВП	5%	Экстенсивный характер деградации экологии
ДЕВИАНТНОЕ ПОВЕДЕНИЕ			
26	Уровень преступности (количество преступлений на 100 тыс. человек)	5—6 тыс.	Криминализация общественных отношений
27	Уровень потребления алкоголя на человека в год	8 л	Физическая деградация сознания
ПОЛИТИЧЕСКАЯ СФЕРА			
28	Число суицидов на 100 тыс. человек	3	Массовая фрустрация сознания населения
29	Уровень распространения психической патологии на 1000 человек	300	Психическая деградация населения
30	Доля граждан, выступающих за кардинальное изменение политической системы	40%	Делегитимизация власти, противопоставление государственной власти и человека
31	Уровень доверия населения к центральным органам власти	20—25%	Отчуждение власти от народа, пассивность, безразличие, чувство безысходности

Безопасность социума представляет собой, во-первых, отсутствие опасностей и угроз в пределах некоторого приемлемого для общества риска, во-вторых, достаточную степень его устойчивости к ним, т. е. наличие

определенного иммунитета, и, в-третьих, способность и готовность защищаться от этих опасностей и угроз, устранять их, восстанавливать состояние благополучия. В связи с этим для повышения уровня безопасности в социальной сфере необходимо обеспечить:

- совершенствование социальной системы и ее объектов (структур, институтов, организаций, отношений между ними, политики и т. п.);
- подготовку персонала, способного эффективно и целенаправленно работать над решением этой задачи;
- способность и готовность социальных структур и персонала к ликвидации последствий ЧС.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;

3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;
- стены – сплошные, светло-голубые;
- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.

Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4.5 м² площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

В связи с тем, что проведение экспериментов занимает длительное время, работать в помещении лаборатории приходится как в светлое, так и в темное время суток, что неизбежно обуславливает необходимость использования искусственного освещения.

Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

5.4.1 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Для обеспечения требований промышленной безопасности при проведении исследований органами государственного и ведомственного надзора были разработаны и утверждены правила безопасности при проведении отдельных видов работ или эксплуатации промышленного оборудования.

В процессе производственной деятельности работодатель обязан обеспечить выполнение установленных законодательством условий безопасности, в том числе:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;

- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

- приобретение и выдачу специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты;

- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ;

- недопущение работников моложе 18 лет к работам на опасных производственных объектах; - применение режима сокращённого рабочего дня.

Для нарушителей промышленной безопасности субъекта к установленным требованиям дисциплины, материальной, административной и уголовной и финансовой ответственности за. Для того, чтобы привлечь юридическую ответственность за установление и регулирование трудового, административного, уголовного и гражданского законодательства Российской Федерации.

Федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляется федеральной инспекцией труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

В НИ ТПУ ведомственный контроль осуществляется отделом по охране труда. Действуя в соответствии с Типовым положением об уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда (утвержденным постановлением Исполкома Генсовета ФНПР от 30 мая 1996 г. №3-8), организуется общественный контроль за соблюдением прав и интересов работников в области охраны труда. Руководство ТПУ обязано создавать соответствующие условия для работы уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда.

Список литературы

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2015. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 1/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 2003. 912 с., ил.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 2003. 912 с., ил.