

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления корпуса толкателя

УЛК 621.81.002-214

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Хао Пэнфэй		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин И.С.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Л. А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск–2019г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
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
_____Ефременков.Е. А._
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Хао Пэнфэй

Тема работы:

Разработка технологии изготовления корпуса толкателя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>Чертеж детали, годовая программа выпуска</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;">Охотин И.С.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Скаковская Н.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Скачкова Л. А.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	
<p> </p>	
<p> </p>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин И.С.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Хао Пэнфэй		

Содержание

Введение	6
1. Исходные данные	8
2. Анализ технологичности конструкции детали	9
3. Определение типаа производства	11
4. Выбор исходной заготовки	15
5. Разработка маршрута технологии изготовления корпус толкатеда	16
6. Построение размерной схемы и граф технологическихцепей	20
7. Расчет допусков, припусков и технлологических размеров	23
8. Выбор средств технологического оснащения	45
9. Расчет режимов резания	49
10. Расчет основного времени	70
11. Конструкторская часть	85
12. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	93
13. Анализ конкурентных технических решений	94
14. SWOT-анализ проекта	97
15. Планирование проекта	98
16. Бюджет затрат на реализацию проекта	103
17. Формирование затрат на реализацию проекта	106
18. Ресурсоэффективность	107
19. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	109
20. Производственная безопасность	111
21. Экологическая безопасность	113
22. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	119
23. Охрана окружающей среды	120
24. Список литературы	123

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как развитием принципиально новых конструкций машин, так и совершенствованием их производственных технологий. Часто именно технологичность дизайна определяет, будет ли он широко использоваться. В современной технологии машиностроения развитие происходит в следующих областях:

Расширение возможностей, качества и экономии технологического оборудования (высокопроизводительные машины, инструменты с повышенной прочностью и т. Д.); Создание наиболее эффективных маршрутов технологических процессов; Использование эффективной системы управления и планирования производства; Комплексная автоматизация производства, включающая разработку дизайна изделий, технологическое проектирование, планирование и т. Д. Обоснованное использование прогрессивного оборудования и инструментов может привести к значительному снижению затрат на производство и трудоемкость его производства. Те же результаты могут привести к использованию совершенных методов получения заготовок с минимальными затратами на механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снизить технологичность продукта для повышения качества продукции, что может значительно повысить

конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Преследование технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств продукта ниже указанной конструкции.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства оснований. Маршрут должен быть спроектирован таким образом, чтобы возможности оборудования были максимально увеличены.

Автоматизация производства на всех ее этапах позволяет значительно сократить время подготовки производства, внедрить новые продукты, сократить и упростить документооборот, оперативно внести изменения в действующие технологические процессы. В настоящее время высокотехнологичные отрасли (авиация и автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентном уровне без сложных систем автоматизации.

В проекте курса решается задача создания эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разработан для условий серийного производства.

1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на Рис. 1. Годовая программа выпуска 10000 штук.

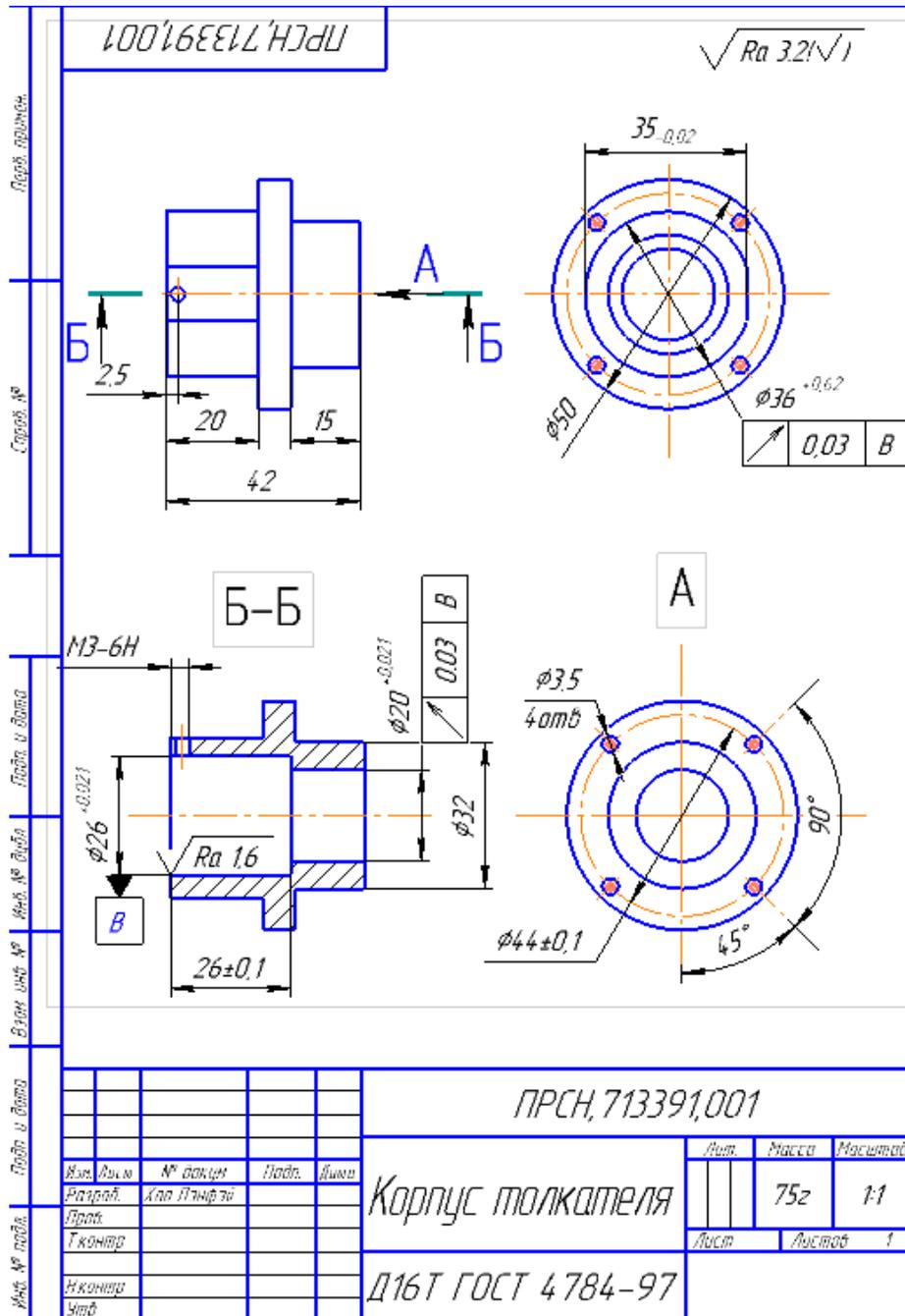


Рис. 1. Чертеж детали

2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – оправка для шнеков изготовлен из Д16Т ГОСТ 4784-97, которая тяжело поддается механической обработке. Деталь 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.

Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra 6,3, но ряд поверхностей должно иметь параметр Ra3,2 и Ra 1,6

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

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Деталь не имеет острых кромок и грубой шероховатости, поэтому после закалки возможность появления трещин резко уменьшается.

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

Назначение Д16Т втулки, оси, стержни, шариковые и роликовые

подшипники и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости и работающие при температуре до 350 °С или подвергающиеся действию умеренных агрессивных сред. Сталь коррозионная мартенситного класса.

Химический состав в% Д16Т

Химический элемент	%
Кремний (Si)	до 0,50
Медь (Cu),	3.8-4.9
Марганец (Mn)	0.3-0.9
Алюминий (Al)	94
Цинк (Zn)	до 0.25
Хром (Cr)	до 0,10
Магний (Mg)	1.2-1.8
Титан (Ti)	до 0,15
Железо (Fe)	до 0,50

3 Определение типа производства

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

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

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

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}}$$

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

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

Годовой фонд времени работы оборудования определяем при двухсменном режиме работы: $F_{г} = 4029$ ч.

Тогда

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{4029 \cdot 60}{10000} = 24.17 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса

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

где

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

n – количество основных операций.

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

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

Где

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

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

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

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

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

$$T_{0.1} = 0,037(D^2 - d^2) + 0,17dl.$$

где

D – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

d – наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1.

Тогда

$$T_{0.1} = 0.037(D^2 - d^2) = 0.037(53^2 - 0) = 0.103 \text{ мин.}$$

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2.14 \cdot 0.103 = 0.22 \text{ мин.}$$

$$T_{0.2} = 0.037(D^2 - d^2) + 0.17dl = 0.037(53^2 - 0) + 0.17 \cdot 32 \cdot 15 = 0.19 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.2}} = \varphi_{\text{к.2}} \cdot T_{0.2} = 2.14 \cdot 0.19 = 0.4 \text{мин.}$$

$$\begin{aligned} T_{0.3} &= 0.037(D^2 - d^2) + 0.52dl + 0.17dl + 0.17dl \\ &= 0.037(53^2 - 0) + 0.52 \cdot 4 \cdot 3 + 0.17 \cdot 50 \cdot 27 + 0.17 \cdot 12 \cdot 36 \\ &= 0.41 \text{мин.} \end{aligned}$$

$$T_{\text{ш.к.3}} = \varphi_{\text{к.3}} \cdot T_{0.3} = 2.14 \cdot 0.41 = 0.87 \text{мин.}$$

$$\begin{aligned} T_{0.4} &= 0.17dl + 0.17dl + 0.17dl \\ &= 0.17 \cdot 18 \cdot 42 + 0.17 \cdot 20 \cdot 42 + 0.17 \cdot 26 \cdot 26 = 0.39 \text{мин.} \end{aligned}$$

$$T_{\text{ш.к.4}} = \varphi_{\text{к.4}} \cdot T_{0.4} = 2.14 \cdot 0.39 = 0.83 \text{мин.}$$

$$T_{0.5} = 0.07dl + 0.07dl = 0.07 \cdot 17 \cdot 8 + 0.07 \cdot 17 \cdot 19 = 0.032 \text{мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.5}} = \varphi_{\text{к.5}} \cdot T_{0.5} = 2.14 \cdot 0.032 = 0.07 \text{мин.}$$

$$T_{0.6} = 0.52dl \cdot 4 = 0.52 \cdot 3.5 \cdot 7 = 0.009 \text{мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.6}} = \varphi_{\text{к.6}} \cdot T_{0.6} = 1.72 \cdot 0.009 = 0.02 \text{мин}$$

$$T_{0.7} = 4l = 4 \cdot 20 = 0.08 \text{мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.7}} = \varphi_{\text{к.7}} \cdot T_{0.7} = 1.5 \cdot 0.08 = 0.12 \text{мин}$$

$$T_{0.8} = 0.52dl + 0.4dl = 0.52 \cdot 3 \cdot 4 + 0.4 \cdot 3 \cdot 4 = 0.011 \text{мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.8}} = \varphi_{\text{к.8}} \cdot T_{0.8} = 1.72 \cdot 0.011 = 0.02 \text{мин}$$

$$T_{0.9} = 0.07dl = 0.07 \cdot 26 \cdot 26 = 0.047 \text{мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.9}} = \varphi_{\text{к.9}} \cdot T_{0.9} = 2.14 \cdot 0.047 = 0.1 \text{мин}$$

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n} = \frac{0.22 + 0.4 + 0.87 + 0.83 + 0.07 + 0.02 + 0.12 + 0.2 + 0.1}{9}$$
$$= 0.32 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{3.0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{cp}}} = \frac{24.17}{0.32} = 75.5$$

Так как $K_{3.0} = 75.5$, то тип производства единичный

4.Выбор исходной заготовки

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

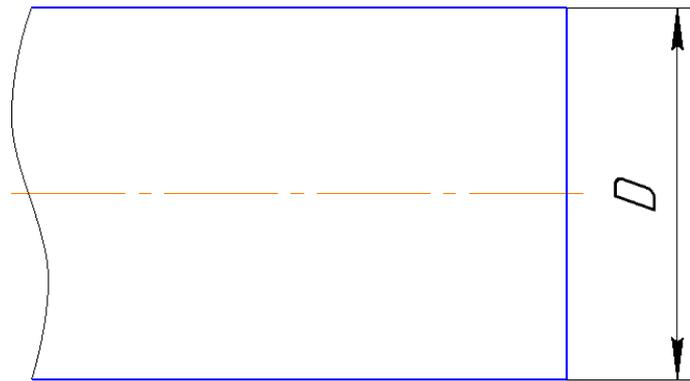
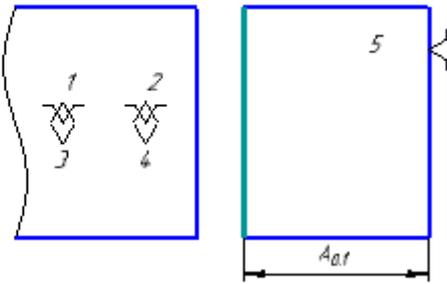
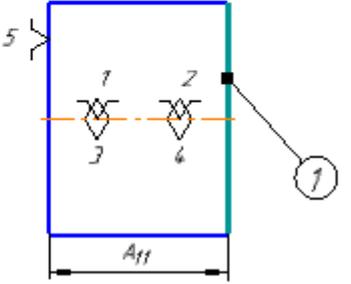
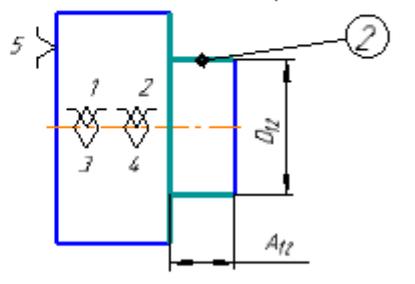
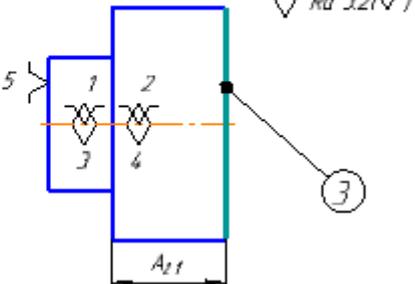
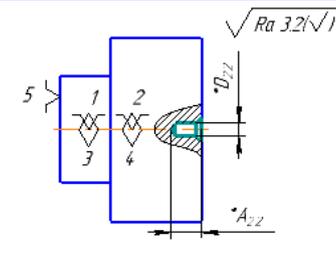
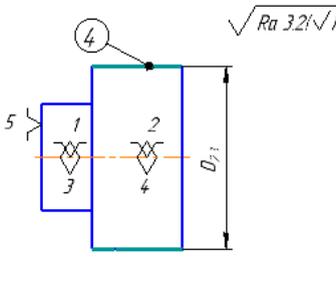
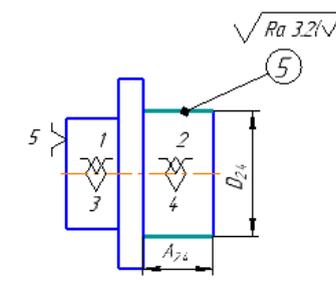
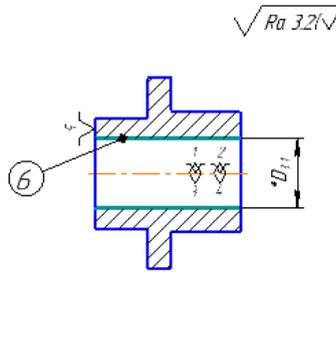
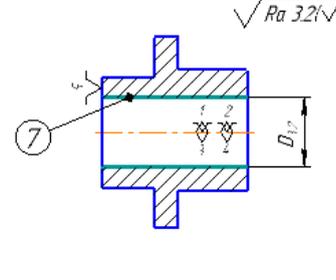
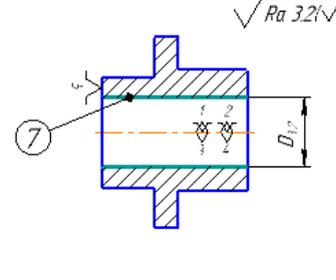
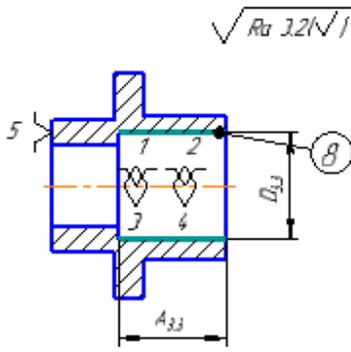
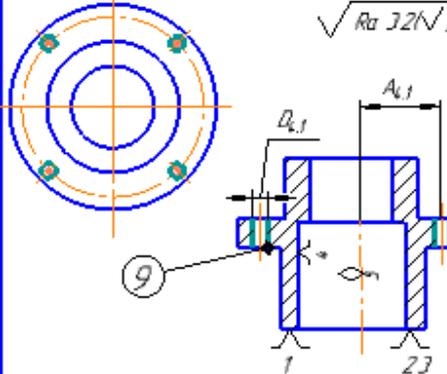
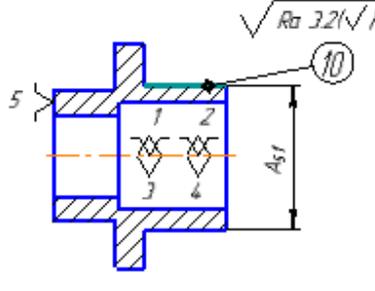
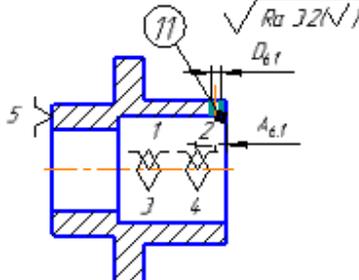


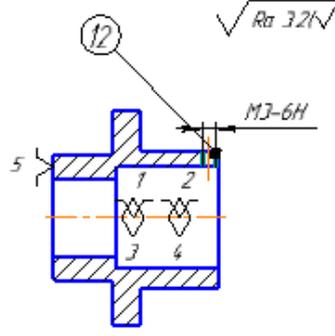
Рис. 2.Эскиз 3

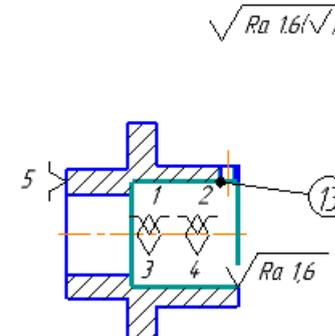
<p>A</p> <p>0</p> <p>1</p>	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Отрезать заготовку, выдерживая размер $A_{0,1}$</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 3,2\sqrt{1}}$</p> 
<p>A</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p><u>Токарная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Точить торец 1, выдерживая размер $A_{1,1}$</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 3,2\sqrt{1}}$</p> 
<p>2</p>	<p>Точить поверхность 2, выдерживая размеры $A_{1,2}$ $D_{1,2}$</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 3,2\sqrt{1}}$</p> 
<p>A</p> <p>2</p> <p>1</p>	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Точить торец 3, выдерживая размер $A_{2,1}$</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 3,2\sqrt{1}}$</p> 

2	<p>Сверлить центральное отверстие, выдерживая размеры $*A_{2,2}$ $*D_{2,2}$</p>	
3	<p>Точить поверхность 4, выдерживая размеры $D_{2,3}$</p>	

4	<p>Точить поверхность 5, выдерживая размеры $A_{2,4}$ $D_{2,4}$</p>	
A	<p>Установить и снять деталь</p>	
3	<p>Сверлить отверстие 6, выдерживая размеры $*D_{3,1}$</p>	
1		
2	<p>расточить отверстие 7, выдерживая размеры $D_{3,2}$</p>	

3	<p>расточить отверстие 8, выдерживая размеры A_{33} D_{33}</p>	
A 4 1	<p>Сверлильная</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Сверлить 4 отверстия 9, выдерживая размеры $A_{4,1}$ $D_{4,1}$</p>	
A 5 1	<p>Фрезерная</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>фрезеровать поверхность 10, выдерживая размеры $A_{5,1}$</p>	
A 6 1	<p>Сверлильная</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Сверлить отверстие 11, выдерживая размеры $A_{6,2}$ $D_{6,2}$</p>	

2	Нарезать резьбу М3-6Н	
---	-----------------------	--

А	<p><u>Круглошлифовальная</u></p> <p>Установить и 7 снять деталь</p> <p>1 Шлифовать поверхность 13, выдерживая размер $D_{7,1}$</p>	
---	---	---

6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия [2, стр. 13].

На основании маршрута изготовления фланца переходного, составляется расчётная схема (представлена на рис. 3), которая содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.

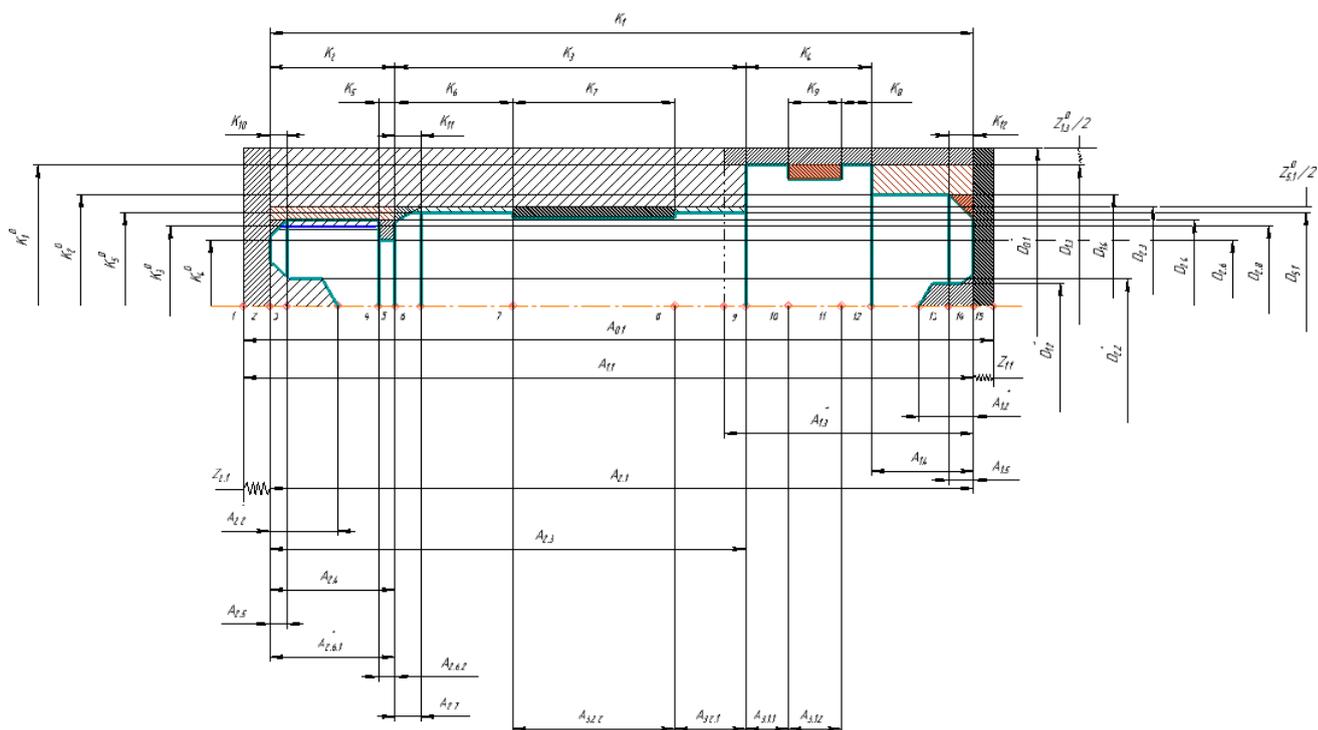
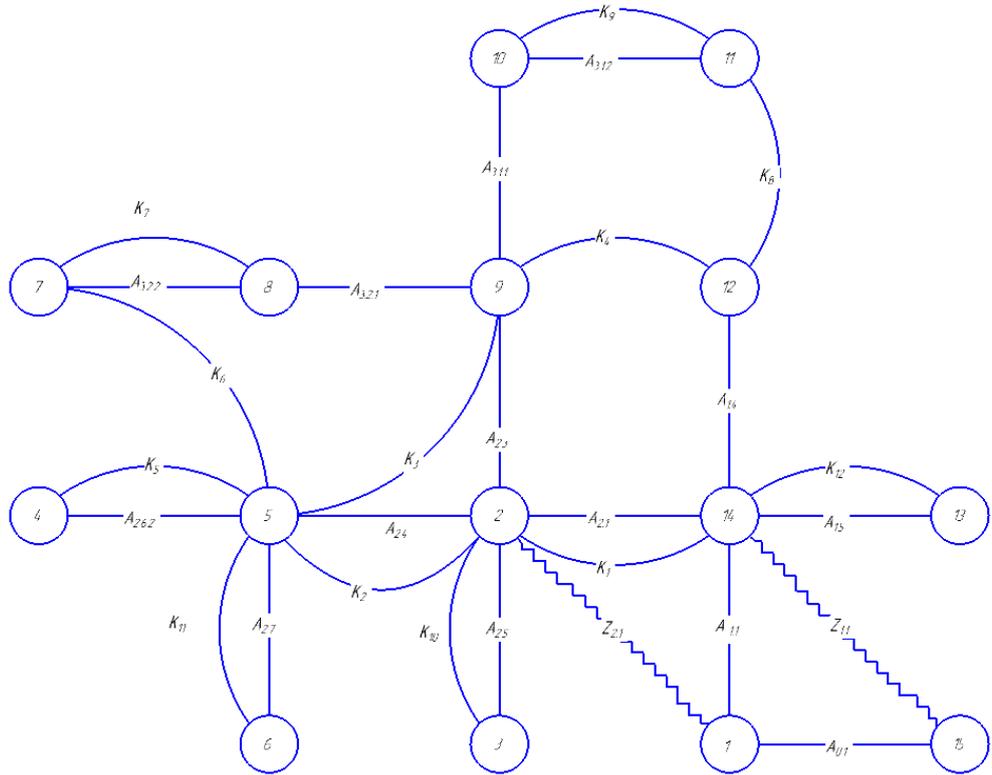


Рис. 3. Размерная схема

В данной размерной схеме число поверхностей – 8, число технологических размеров – 7, число припусков – 2, число конструкторских – 5. Следовательно, размерная схема построена верно. С целью облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Методика построения граф-дерева подробно излагается в [2, стр. 14]. Граф-дерево для расчётной схемы изготовления фланца переходного представлено на рис. 4.



7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

7.1. Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$TK_1 = 42 \pm 0,31 = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 2,5 \pm 0,12 = 0,24 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 20 \pm 0,26 = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 15 \pm 0,21 = 0,42 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 26 \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_1^D = 32_{-0,63} = 0,63 \text{ мм};$$

$$TK_2^D = 50_{-0,62} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_3^D = 36_{-0,02} = 0,02 \text{ мм};$$

$$TK_4^D = 20^{+0,021} = 0,021 \text{ мм};$$

$$TK_5^D = 26^{+0,021} = 0,021 \text{ мм};$$

$$TK_6^A = 35_{-0,02} = 0,02 \text{ мм}$$

Допуски на технологические размеры

7.2.1. Определение допусков на осевые технологическиеразмеры

Допуски на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{pi} + \varepsilon_{\sigma i} \quad (5)$$

Где

ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

ρ_{pi} - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

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

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{0,1} = \omega_c = 2 \text{ мм};$$

$$TA_{1,1} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

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

$$TA_{2,1} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2,3} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2,4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2,6} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2,7} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3,1} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{4,1} = \omega_c = 0,06 \text{ мм};$$

$$TA_{5,1} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

7.2.2. Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными

$$TD_i = \omega_{ci} \quad (6)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

$$TD_{0,1} = 1,6 \text{ мм};$$

$$TD_{2,3} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{2,4} = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{4,1} = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TD_{1,2} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TD_{2,6} = \omega_c = 0,011 \text{ мм};$$

$$TD_{6,1} = \omega_c = 0,011 \text{ мм};$$

7.2.3. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

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

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

1. Рассмотрим размерную цепь для размера K_1 (рис. 3.1).

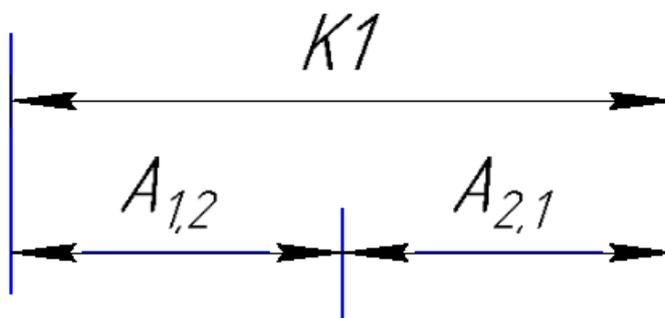


Рис. 3.1. Размерная цепь № 1

$TK_1 = 0,62$ мм; $TA_{1,2} + TA_{2,1} = 0,12 + 0,2 = 0,32$ мм
Размер K_1 выдерживается.

2. Рассмотрим размерную цепь для размера K_2 (рис. 3.2).

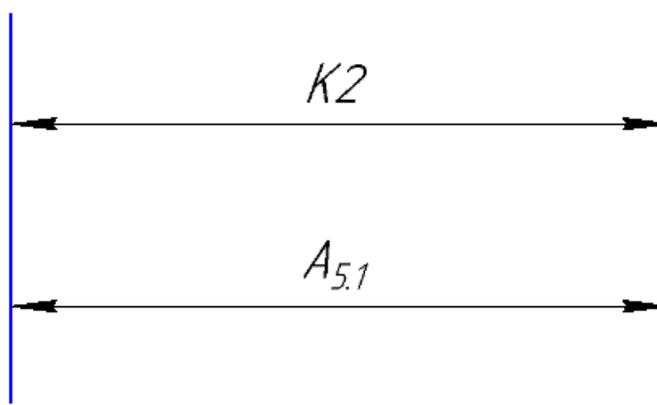


Рис. 3.2. Размерная цепь № 2

$TK_2 = 0,24$ мм; $TA_{5,1} = 0,15$ мм; Размер K_2 выдерживается

3. Рассмотрим размерную цепь для размера K_3 (рис. 3.3).

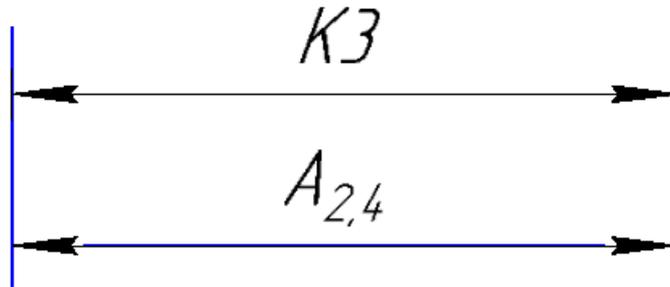


Рис. 3.3. Размерная цепь № 3

$TK_3 = 0,52$ мм; $TA_{2,4} = 0,12$ мм;

Размер K_3 выдерживается

4. Рассмотрим размерную цепь для размера K_4 (рис. 3.4).

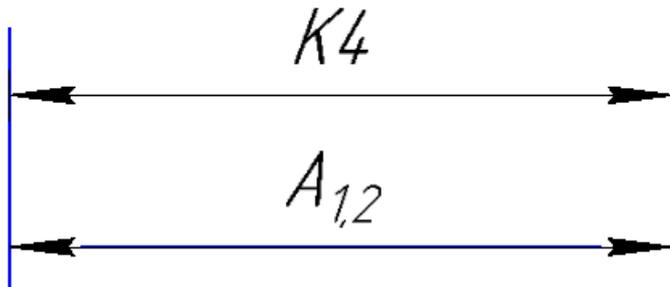


Рис. 3.4. Размерная цепь № 4

$TK_4 = 0,42$ мм; $TA_{1,2} = 0,12$ мм;

Размер K_4 выдерживается

5. Рассмотрим размерную цепь для размера K_5 (рис. 3.5).

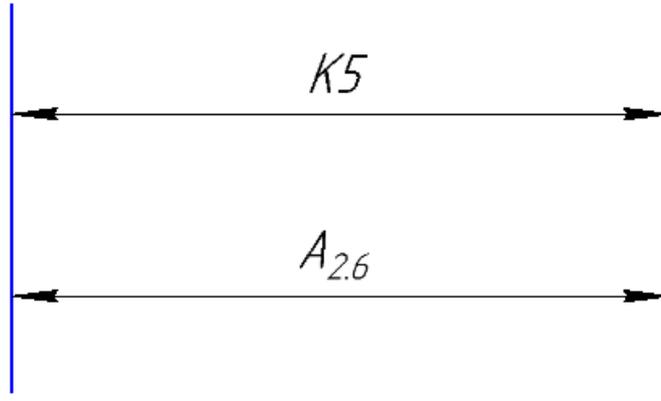


Рис. 3.5. Размерная цепь № 5

$TK_5 = 0,2$ мм; $TA_{2,6} = 0,12$ мм; Размер K_5 выдерживается

6. Рассмотрим размерную цепь для размера K_1^D (рис. 3.6).

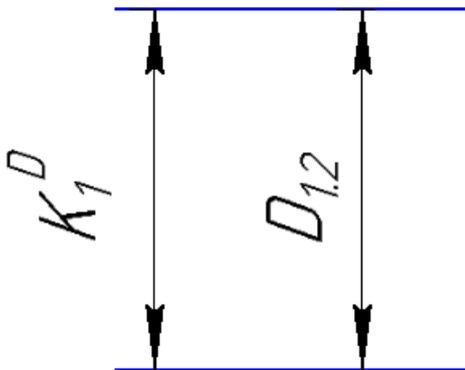


Рис. 3.6. Размерная цепь № 6

$K_1^D = 0,63$ мм; $D_{1,2} = 0,1$ мм; Размер K_1^D выдерживается

7. Рассмотрим размерную цепь для размера K_2^D (рис. 3.7).

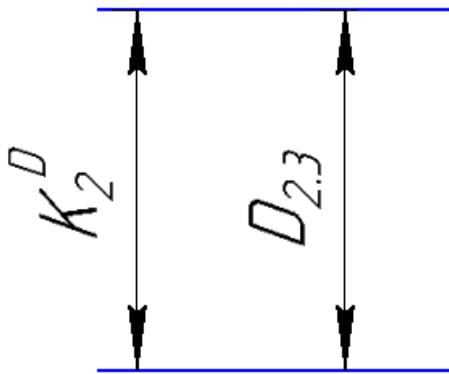


Рис. 3.7. Размерная цепь № 7

$K_2^D = 0,62$ мм; $D_{2,3} = 0,10$ мм; Размер K_2^D выдерживается

8. Рассмотрим размерную цепь для размера K_3^D (рис. 3.8).

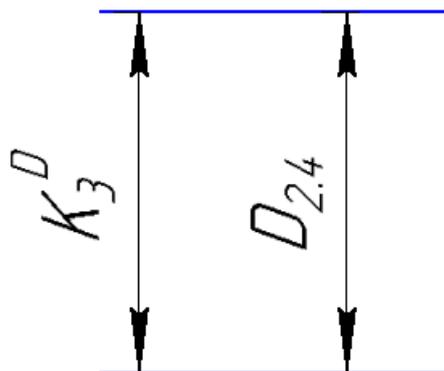


Рис. 3.8. Размерная цепь № 8

$K_3^D = 0,02$ мм; $D_{2,4} = 0,02$ мм; Размер K_3^D выдерживается

9. Рассмотрим размерную цепь для размера K_4^D (рис. 3.9).

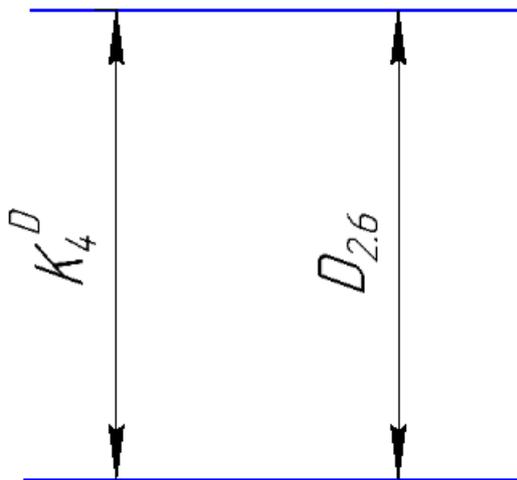


Рис. 3.9. Размерная цепь № 9

$K_4^D = 0,021$ мм; $D_{2,6} = 0,011$ мм; Размер K_4^D выдерживается

10. Рассмотрим размерную цепь для размера K_5^D (рис. 3.10).

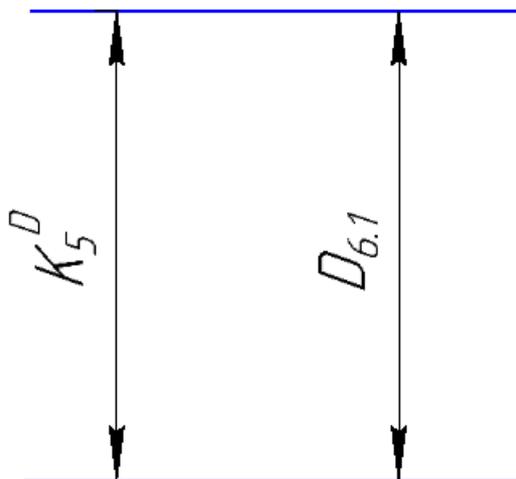


Рис. 3.10. Размерная цепь № 10

$K_5^D = 0,021$ мм; $D_{6,1} = 0,011$ мм; Размер K_5^D выдерживается

11. Рассмотрим размерную цепь для размера K_5^A (рис. 3.11).

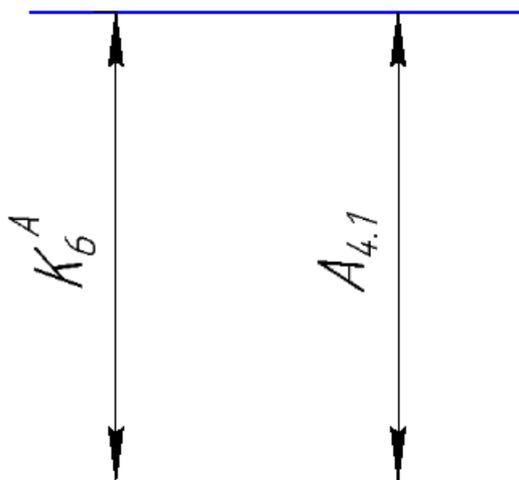


Рис. 3.11. Размерная цепь № 11

$K_6^A = 0,021$ мм; $A_{4.1} = 0,011$ мм; Размер K_6^A выдерживается

7.3. Расчёт припусков на обработку заготовки

Установление оптимальных технологических надбавок и технологических допусков для размеров заготовок для всех переходов имеет важное техническое и экономическое значение при разработке технологических процессов для изготовления деталей машин. Преувеличенные допуски являются причиной перерасхода материала при изготовлении деталей и необходимости дополнительных технологических переходов, увеличения трудоемкости процессов обработки, потребления энергии и режущего инструмента. В результате недостаточных пособий увеличивается количество браков, что повышает стоимость выпускаемой продукции.

На основе оптимальных допусков можно разумно определить массу исходных заготовок. Допуски на обработку заготовки основаны на экономически приемлемом способе обработки, конфигурации продукта и его весе. Расчет пособий может производиться статистическим и аналитическим методом.

Аналитический метод состоит в анализе ошибок производства, возникающих при определенных условиях обработки заготовки. Общее пособие слоя металла для обработки и получения необходимой геометрии и шероховатости продукта. Промежуточное пособие слоя металла для технологического перехода. Размер надбавки должен быть

до статочным для удаления дефектного слоя металла из заготовки, а также для компенсации ошибки при установке и базировании детали.

Расчетно-аналитический метод более приближает заготовку к размерам детали, уменьшая слой металла до уровня допуска до других методов.

7.3.1. Расчет припусков на диаметральные размеры

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

$$z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right); \quad (7)$$

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_{yi} – погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$z_{1.1 \min}^D = 2 \cdot \left(0,1 + 0,1 + \sqrt{(0,04 + 0,06)^2 + 0,25^2} \right) = 1,08 \text{ мм};$$

$$z_{2.5 \min}^D = 2 \cdot \left(0,1 + 0,1 + \sqrt{(0,03 + 0,07)^2 + 0,25^2} \right) = 0,98 \text{ мм};$$

$$z_{6.1 \min}^D = 2 \cdot \left(0,01 + 0,02 + \sqrt{(0,004 + 0,006)^2 + 0,25^2} \right) = 0,56 \text{ мм}$$

7.3.2. Расчет припусков на осевые размеры

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

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

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_{yi} – погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$z_{1.1} = 100 + 150 + 107 + 100 = 457 \text{ мкм}$$

$$z_{2.1} = 100 + 150 + 107 + 100 = 457 \text{ мкм}$$

7.3. Расчёт технологических размеров

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

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{5,1}$ (рис. 4.1).

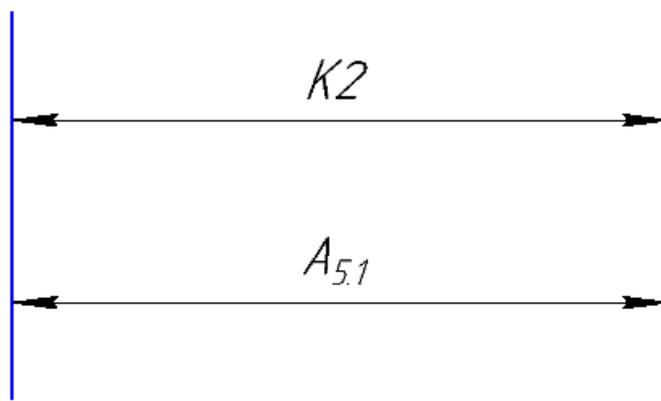


Рис. 4.1. Размерная цепь № 1

$$A_{5,1} = 25 \pm 0,15\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2,4}$ (рис. 4.2).

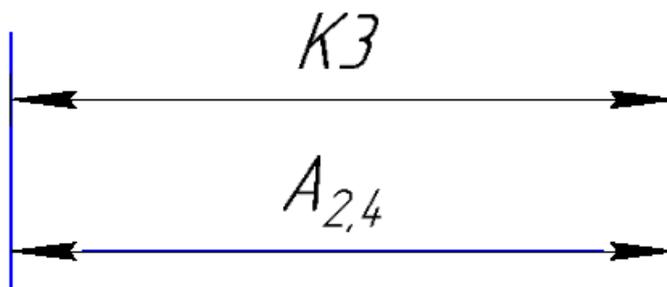


Рис. 4.2. Размерная цепь № 2

$$A_{2.4} = 24 \pm 0,06\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.2}$ (рис. 4.3).

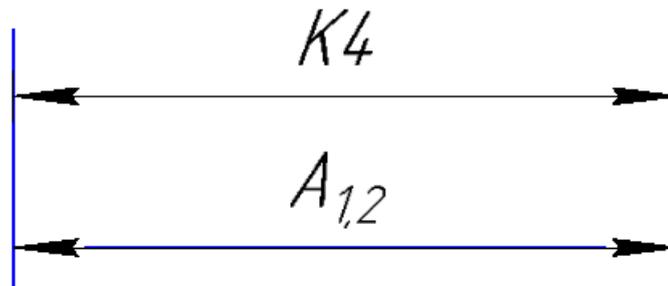


Рис. 4.3. Размерная цепь № 3

$$A_{1.2} = 15 \pm 0,06\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.6}$ (рис. 4.4).

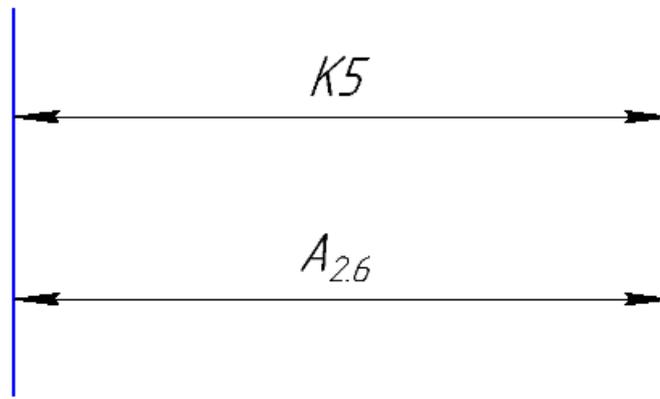


Рис. 4.4. Размерная цепь № 4

$$A_{2.6} = 26 \pm 0,06\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.1}$ (рис. 4.5).

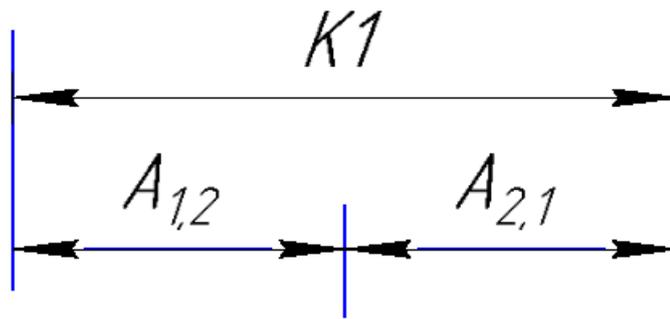


Рис. 4.5. Размерная цепь № 5

$$A_{2,1}^C = K_1^C - A_{1,2}^C = 27,16\text{мм}$$

$$A_{2,1} = 27,16 \pm 0,22\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1,1}$ (рис. 4.6).

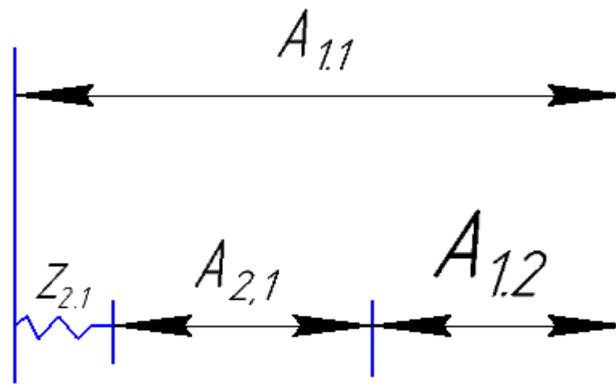


Рис. 4.6. Размерная цепь № 6

$$Z_{2,1}^C = Z_{\min} + \frac{TA_{1,1} + TA_{2,1} + TA_{1,2}}{2} = 0,717$$

$$A_{1,1}^C = A_{2,1}^C + A_{1,2}^C + Z_{2,1}^C = 42,873\text{мм}$$

$$A_{1,1} = 42,873 \pm 0,1\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{0,1}$ (рис. 4.7).

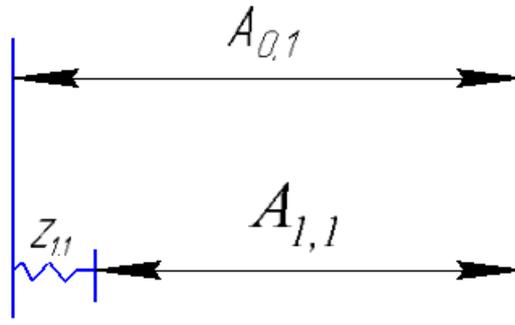


Рис. 4.7. Размерная цепь № 7

$$Z_{1,1}^C = Z_{\min} + \frac{TA_{1,1} + TA_{0,1}}{2} = 1.557\text{мм}$$

$$A_{0,1}^C = A_{1,1}^C + Z_{2,1}^C = 44,43\text{мм}$$

$$A_{0,1} = 44.43 \pm 1\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1,3}$ (рис. 4.9).

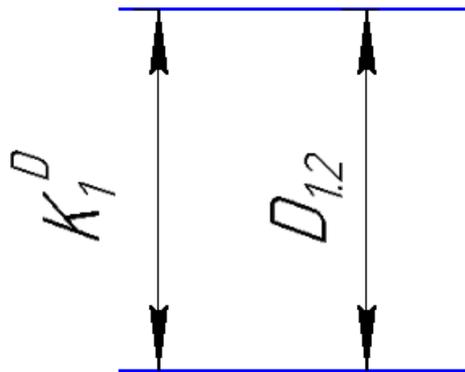


Рис. 4.9. Размерная цепь № 9

$$D_{1,2} = 32 \pm 0,1\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{2,3}$ (рис. 4.10).

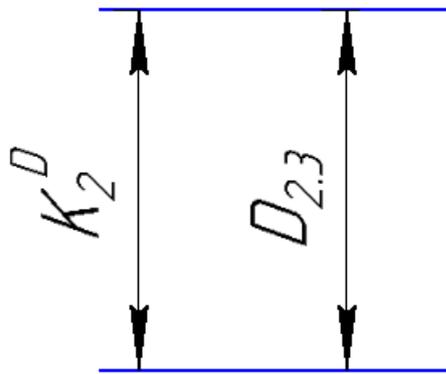


Рис. 4.10. Размерная цепь № 10

$$D_{2,3} = 50 \pm 0,1\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{2.4}$ (рис. 4.11).

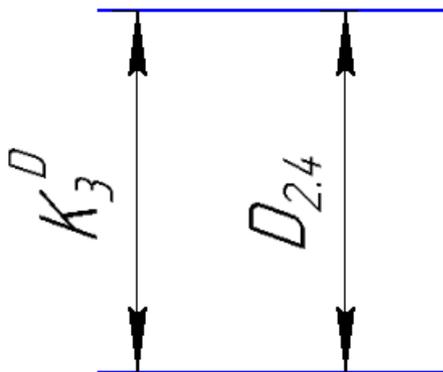


Рис. 4.11. Размерная цепь № 11

$$D_{2,4} = 36_{-0.02}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{2.6}$ (рис. 4.12).

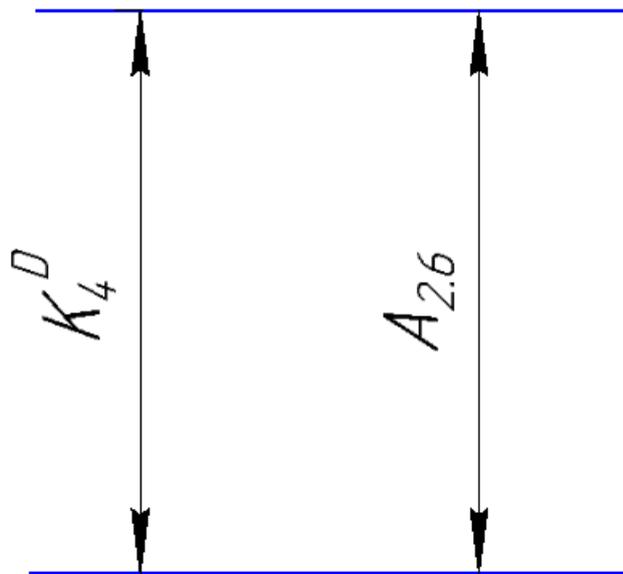


Рис. 4.12. Размерная цепь № 12

$$D_{3,2} = 20^{+0.0.11}_{\text{мм}}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{6.1}$ (рис. 4.13).

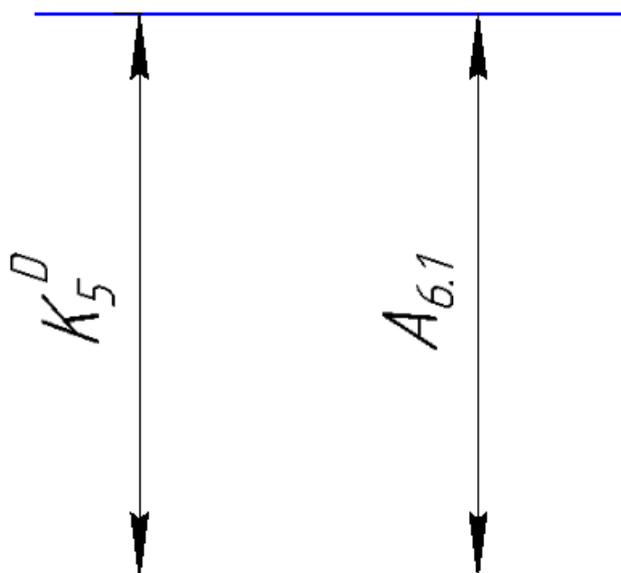


Рис. 4.13. Размерная цепь № 13

$$D_{6,1} = 26^{+0.011}_{\text{мм}}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{4,1}$ (рис. 4.14).

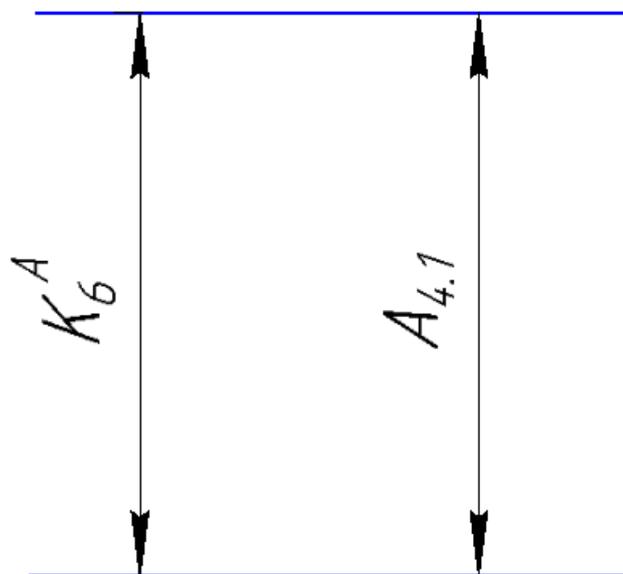


Рис. 4.13. Размерная цепь № 13

$$A_{4,1} = 35_{-0.02}_{\text{мм}}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{0,1}$ (рис. 4.14).

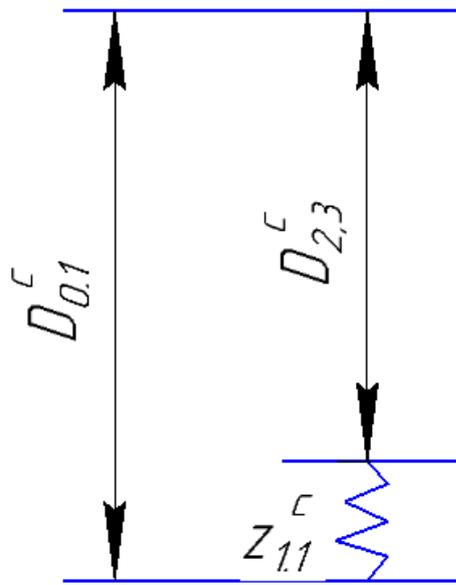


Рис. 4.14. Размерная цепь № 14

$$Z_{1.1}^{DC} = Z_{\min} + \frac{TD_{2.3} + TD_{0.1}}{2} = 1.93\text{мм}$$

$$D_{0.1}^C = D_{2.3}^C + Z_{1.1}^{DC} = 50 + 1.93 = 51.93\text{мм}$$

$$D_{0.1} = 51.93 \pm 0.8\text{мм}$$

Выбирали заготовку ф53

Рассмотрим размерную цепь для размера D_{31} (рис. 4.15).

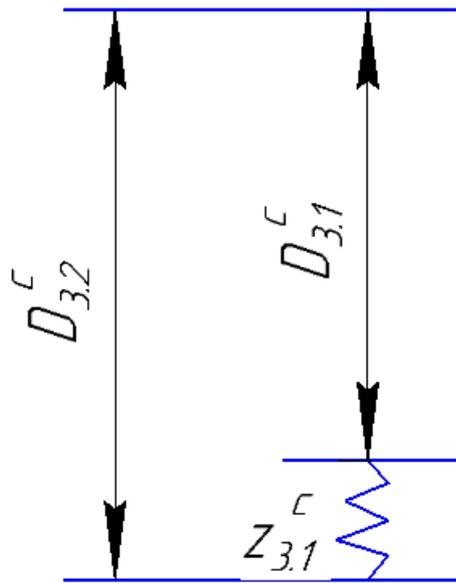


Рис. 4.15. Размерная цепь № 15

$$Z_{3,1}^{DC} = Z_{\min} + \frac{TD_{3,1} + TD_{3,2}}{2} = 1,54\text{мм}$$

$$D_{3,1}^C = D_{3,2}^C - Z_{1,3}^D = 20 - 1,54 = 28,46\text{мм}$$

$$D_{3,1} = 28,46^{+0,011}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{3,3}$ (рис. 4.16).

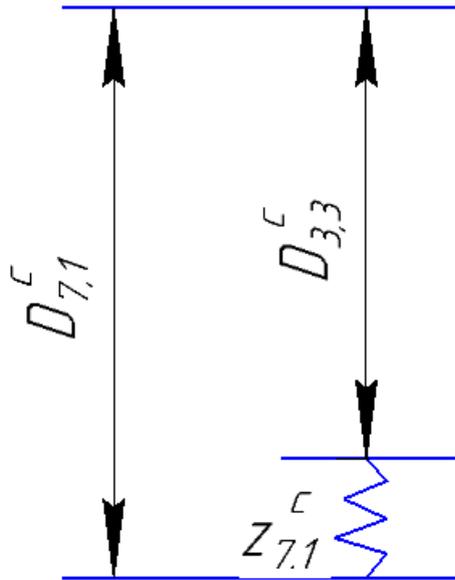


Рис. 4.16. Размерная цепь № 16

$$Z_{7,1}^{DC} = Z_{\min} + \frac{TD_{7,1} + TD_{3,3}}{2} = 1.12 \text{ мм}$$

$$D_{3,3}^C = D_{7,1}^C - Z_{7,1}^{DC} = 26 - 1,12 = 24.88 \text{ мм}$$

$$D_{3,3} = 24.88^{+0.011} \text{ мм}$$

8. Выбор средств технологического оснащения

Для токарных операций выберем горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway серии GA-2000.

Технические характеристики горизонтальных токарно-револьверных станков Goodway серии GA-2000.

Технические характеристики:		Таблица 8-1
Вес, кг		3500
Диаметр патрона		8
Количество позиций в револьверной головке, шт		12 (10-опц.)
Максимальная длина точения, мм		До 624
Максимальный диаметр прутка, мм		До 51
Максимальный диаметр точения, мм		350
Мощность двигателя шпинделя (номинал / 30 мин.), кВт		11 / 15/ 18 (15 / 18,5 / 22 / опц.)
Повторяемость, мм		0.003
Система ЧПУ,		Fanuc 0i-TD (31i - опц.)
Скорость быстрого перемещения по оси X, м/мин		20
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин		24
Скорость вращения шпинделя, об/мин		48 / 4800
Тип направляющих,		Скольжения
Точность позиционирования, мм		0,005

Для фрезерной операций выберем горизонтально-фрезерный станок 6К82Г.

Технические характеристики горизонтально-фрезерного станка 6К82Г.

Технические характеристики:		Таблица 8-2
Наименование параметров		6К82Г
Размеры рабочей поверхности стола, мм		320 x 1250
Наибольшее перемещение стола, мм	Продольное	850
	Поперечное	250
	Вертикальное	400
Ускоренное перемещение стола, мм/мин	Продольное	2900
	Поперечное	2300
	Вертикальное	765
Конус горизонтального шпинделя, ISO		50
Пределы частот вращения горизонтального шпинделя, мин ⁻¹		16...1600 20...2000*
Количество частот вращения горизонтального шпинделя		21
Габаритные размеры станка, мм		2135x1865x1695
Масса станка, кг		2360
Класс точности		H

Технические характеристики Вертикально-сверлильного станка Модель 2Н125

Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	25
Рабочая поверхность стола, мм	400×450
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	700
Вылет шпинделя, мм	250
Наибольший ход шпинделя, мм	200
Наибольшее вертикальное перемещение:	
-сверлильной головки, мм	170
-стола, мм	270
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45 – 2000
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1 – 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2
Габаритные размеры:	915x785x235
	0
Масса, кг	880

Технические характеристики Внутришлифовальных станках с ЧПУ Spitzen. Серия SIMG

Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	25
Рабочая поверхность стола, мм	400×450
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	700
Вылет шпинделя, мм	250
Наибольший ход шпинделя, мм	200
Наибольшее вертикальное перемещение:	
-сверлильной головки, мм	170
-стола, мм	270
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45 – 2000
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1 – 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2
Габаритные размеры:	915x785x235
	0
Масса, кг	880

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.

Заготовительная операция 05: Отрезание

(Переход A0.1, D0.1 отрезать заготовку)

1. Подача на зубьев по таблице: $s = 0,04...0,07 = 0,07$ мм/зуб, $Z=30$
2. Скорость резания $V = 21$ м/мин
3. Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин.
4. Минутная подача $S_m = 25$ мм/мин
5. Ширина полотна $t=3...5=5$ мм

Токарная операция 10: Точение и центровка поверхности

I. Точение поверхности (Переход A1.1)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = z_{1.1}^{min} = 1,42$ мм $\approx 1,4$ мм

Подача по таблице 11 [4, с.364] для данной глубины резания: $s = 0,5$ мм/об

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

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: Определены по таблице 17 [4, с.367].

$$C_v = 328; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

где

K_{Mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

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

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

По табл. 1, 5, 6 [4, с.358]:

$$K_{Mv} = 0.8$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания, формула:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} s^{x_s} y} \cdot K_v = 145 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 145}{3,14 \cdot 53} = 871 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Принимаем число оборотов шпинделя $1000 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$

2. Расчет силы и мощности резания

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z, P_y, P_x).

Рассчитываем главную составляющую силу P_z :

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10 C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p, [\text{Н}],$$

где

C_p — коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

K_p — поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp},$$

где

K_{Mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. поэтому $K_{Mp} = 1$ [4, с. 361];

$K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

K_{Rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с371-372], заносим в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	50	1	0	0	1	1,0	1,0	1,0	0,93	0,93

$$P_z = 10C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 50 \times 1,4^1 \times 0,5^1 \times 1 \times 0,93 = 325,5 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ [кВт]}$$

где

P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{325,5 \cdot 145}{1020 \cdot 60} = 0,77 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.77}{0.75} = 1.02 \text{ кВт.}$$

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

II. точение поверхности

(Переход A1.2 D1.2)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 10$ мм. Подача $s = 0,5$ мм/об $C_V = 328$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{328}{60^{0,2} \cdot 10^{0,15} \cdot 0.5^{0,35}} \cdot 0.72 = 86 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 86}{3,14 \cdot 53} = 516 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	50	1	0	0	1.0	1,0	1,0	1,0	0,93	0.93

$$P_z = 10 C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 50 \times 10^1 \times 0,5^1 \times 1 \times 0,93 = 232.5 \text{ Н;}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{232.5 \cdot 86}{1020 \cdot 60} = 0.32 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.32}{0.75} = 0.4 \text{ кВт.}$$

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

Токарная операция 10: точение поверхности

I. точение поверхности

(Переход А2.1)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 1.4$ мм. Подача $s = 0,5$ мм/об $C_v = 328$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{328}{60^{0,2} \cdot 1.4^{0,15} \cdot 0.5^{0,35}} \cdot 0.72 = 145 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 145}{3,14 \cdot 53} = 871 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	K_{yp}	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	50	1	0	0	1.0	1,0	1,0	1,0	0,93	0.93

$$P_z = 10C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 50 \times 1.4^1 \times 0,5^1 \times 1 \times 0,93 = 325.5 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ [кВт]}$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{325.5 \cdot 145}{1020 \cdot 60} = 0.77 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.77}{0,75} = 1.02 \text{ кВт.}$$

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

(Переход 2.2)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

$$s=0,06; C_v=7 \quad q=0,4; \quad x=0,2; \quad y=0,5; \quad m=0,2; \quad T=15;$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 3.15^{0.4}}{15^{0.2} \cdot 0,06^{0.5}} \cdot 0.67 = 17.6 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17.6}{3,14 \cdot 3.15} = 1779 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

принимаем число оборотов шпинделя $1600 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

2. Расчет крутящий момент и мощности резания

Таблица 1.2. Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_p/C_m	q	y	$K_{M\rho}$	$K_{\varphi\rho}$	$K_{\gamma\rho}$	$K_{\lambda\rho}$	$K_{R\rho}$	K_p
P_o	68	1	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84
M_{kp}	0.0345	2	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_o = 10C_p \times D^q \times s^y \times K_p = 10 \times 68 \times 3.15^1 \times 0,06^{0,7} \times 0,84 = 251\text{H};$$

$$M_{kp} = 10C_m \times D^q \times s^y \times K_p = 10 \times 0.0345 \times 3.15^1 \times 0,06^{0,7} \times 0,84 = 0.13\text{H.M}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}, [\text{кВт}]$$

$$N = \frac{0.13 \cdot 1779}{9750} = 0.02 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.02}{0,75} = 0.03 \text{ кВт.}$$

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

(Переход А2.3)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 1.5$ мм. Подача $s = 0,5$ мм/об $C_v = 328$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{328}{60^{0,2} \cdot 1.5^{0,15} \cdot 0.5^{0,35}} \cdot 0.72 = 142 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 142}{3,14 \cdot 53} = 868 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_p	x	y	n	K_{Mp}	K_{fp}	K_{yp}	K_{lp}	K_{Rp}	K_p
P_z	50	1	0	0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,93	0,93

$$P_z = 10C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 50 \times 1,5^1 \times 0,5^1 \times 1 \times 0,93 = 329,5 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ [кВт]}$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{142 \cdot 868}{1020 \cdot 60} = 0,78 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,32}{0,75} = 1,05 \text{ кВт.}$$

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

(Переход А2.3)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 7$ мм. Подача $s = 0,5$ мм/об $C_v = 328$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{328}{60^{0,2} \cdot 7^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,72 = 97 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 97}{3,14 \cdot 53} = 581 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_p	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_p
P_z	50	1	0	0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,93	0,93

$$P_z = 10C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 50 \times 10^{-1} \times 0,5^1 \times 1 \times 0,93 = 1627,5 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ [кВт]}$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{232,5 \cdot 86}{1020 \cdot 60} = 2,58 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,32}{0,75} = 3,44 \text{ кВт.}$$

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

Сверлить отверстие

(Переход А2.5)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – P6M5.

Режущий инструмент по таблице 44: Сверло центровочное: тип А (ГОСТ 14952-75): $d = 1,25$ мм; $D = 3,15$ мм

1. Глубина резания: $t = 9$ мм;
2. Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

$$S = 0,35 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=45$ мин – определены по таблице 40

Значения коэффициентов: $C_v = 40.7$; $q=0,25$; $m = 0,125$; $y = 0,4$ – определены по таблице 38

Коэффициент K_v определяется по формуле

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

Где K_v – произведение ряда коэффициентов

$K_{mv} = 0.8$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 0.9$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{iv} = 1.0$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

$$K_v=0.72$$

4. Скорость резания:

$$V=20.6 \text{ м/ мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20.6}{3,14 \cdot 18} = 328 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную осевую силу резания. Главная осевую сила резания, H , формула

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

6. Крутящий момент по формуле

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

$$K_p = K_{mp} = 1$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42

Для силы: $C_p=9.8$; $y=0,7$; $q=1,0$

Для крутящего момента: $C_m=0,0005$; $q=2,0$; $y=0,8$.

Осевая сила:

$$P_0 = 10 * 9.8 * 18^{1.0} * 0.35^{0.7} * 0.93 = 874 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0.005 * 18^2 * 0.35^{0.8} * 0.93 = 8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания определяется по формуле

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{8 * 328}{9750} = 0.26 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.26}{0.75} = 0.35 \text{ кВт}.$$

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

(Переход А2.6)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями—Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44: Сверло центровочное: тип А (ГОСТ 14952-75): $d = 1,25 \text{ мм}$; $D = 3,15 \text{ мм}$

1. Глубина резания: $t = 1 \text{ мм}$;
2. Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

$$S = 0,35 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 45 \text{ мин}$ – определены по таблице 40

Значения коэффициентов: $C_v = 40.7$; $q = 0,25$; $m = 0,125$; $y = 0,4$ – определены по таблице 38

Коэффициент K_v определяется по формуле

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

Где K_v – произведение ряда коэффициентов

$K_{mv} = 0.8$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 0.9$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{iv} = 1.0$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

$$K_v=0.72$$

4. Скорость резания:

$$V=22,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 22,5}{3,14 \cdot 18} = 358 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную осевую силу резания. Главная осевую силу резания, H , формула

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

6. Крутящий момент по формуле

$$M_{кр} = 10C_m D^q S^y K_p$$

$$K_p = K_{mp} = 1$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42

Для силы: $C_p=9.8$; $y=0,7$; $q=1,0$

Для крутящего момента: $C_m=0,0005$; $q=2,0$; $y=0,8$.

Осевая сила:

$$P_0 = 10 * 9.8 * 20^{1.0} * 0.35^{0.7} * 0.93 = 928 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0.005 * 20^2 * 0.35^{0.8} * 0.93 = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания определяется по формуле

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{10 * 358}{9750} = 0,35 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.35}{0,75} = 0.47 \text{ кВт}.$$

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

(Переход А2.7)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями—Р6М5.

Режущий инструмент по таблице 44: Сверло центровочное: тип А (ГОСТ 14952-75): d= 1,25 мм; D = 3,15мм

1. Глубина резания: t= 3мм;

2. Подача по таблице 35 [2, с.381] для данной глубины резания:

$$S = 0,35 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=45 мин – определены по таблице 40

Значения коэффициентов: $C_v = 40.7$; $q=0,25$; $m = 0,125$; $y = 0,4$ – определены по таблице 38

Коэффициент K_v определяется по формуле

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

Где K_v – произведение ряда коэффициентов

$K_{mv} = 0.8$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 0.9$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{iv} = 1.0$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

$$K_v=0.72$$

4. Скорость резания:

$$V=62 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 62}{3,14 \cdot 18} = 750 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Где v-скорость резания, d-диаметр инструмента

5. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную осевую силу резания. Главная осевую силу резания, H, формула

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

6. Крутящий момент по формуле

$$M_{кр} = 10C_m D^q S^y K_p$$

$$K_p = K_{mp} = 1$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42

Для силы: $C_p=9.8$; $y=0,7$; $q=1,0$

Для крутящего момента: $C_M=0,0005$; $q=2,0$; $y=0,8$.

Осевая сила:

$$P_0 = 10 * 9.8 * 26^{1.0} * 0.35^{0.7} * 0.93 = 1130 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 * 0.005 * 26^2 * 0.35^{0.8} * 0.93 = 13,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания определяется по формуле

$$N = \frac{M_{kp} * n}{9750} = \frac{13,6 * 750}{9750} = 1,0 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,0}{0,75} = 1,33 \text{ кВт.}$$

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

Операция 15переход 1

1. Диаметр сверла $D = 3,5 \text{ мм}$.
2. Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.
3. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 3,5 = 1,75 \text{ мм}$.
4. Подача по таблице 35 [2, с. 381]: $S=0,15 \text{ мм/об}$.
5. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15 \text{ мин}$ – определены по таблице 40

Значения коэффициентов: $C_v = 7$; $q=0,4$; $m = 0,25$ $y = 0,7$ – определены по таблице 38

Коэффициент K_v определяется по формуле

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

Где K_v – произведение ряда коэффициентов

$K_{mv} = 0.8$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{iv} = 0.9$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{lv} = 1.0$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

$K_v = 0.72$

6. Скорость резания:

$$V = 18,3 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 18,3}{3,14 \cdot 18} = 1665 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента

7. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную осевую силу резания. Главная осевую силу резания, H , формула

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

7. Крутящий момент по формуле

$$M_{кр} = 10 C_m D^q S^y K_p$$

$$K_p = K_{mp} = 1$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42

Для силы: $C_p = 9.8$; $y = 0,7$; $q = 1,0$

Для крутящего момента: $C_m = 0,0005$; $q = 2,0$; $y = 0,8$.

Осевая сила:

$$P_0 = 10 * 9.8 * 3,5^{1.0} * 0.35^{0.7} * 0.93 = 153 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0.005 * 3,5^2 * 0.35^{0.8} * 0.93 = 0,25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

9. Мощность резания определяется по формуле

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{0,25 * 1665}{9750} = 0,04 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.04}{0,75} = 0.07 \text{ кВт}.$$

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

операция 20

Фрезерование шпоночных пазов

I. фрезерование шпоночного паза 1

Характеристика режущего инструмента:

Шпоночная фреза $D_{\text{ф}}=20\text{мм}$, $z = 28$, $B = 1 \text{ мм}$.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 1\text{мм} \quad B=20 \text{ мм}.$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб}.$$

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

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (20)$$

Период стойкости инструмента принимаем:

$$T=90 \text{ мин}.$$

Значения коэффициентов: $C_v = 82$; $q = 0,25$; $x = 0,3$; $m = 0,2$; $y = 0,2$; $u=0,2$; $p = 0,1$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_{Mv} = 0,8; \quad K_{Пv} = 0,9; \quad K_{Иv} = 1,0.$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,72.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{82 \cdot 20^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 1^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 20^{0,2} \cdot 28^{0,1}} \times 0,72 = 35 \text{ м/мин}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 20} = 557 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (21)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 328$; $x = 0,9$; $y = 0,8$; $u = 1,1$; $q = 1,1$; $w = 0,1$ – определены по таблице 41 [4, с.291].

По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = 1.$$

Окружная сила, формула (21):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 328 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 20^{1,1} \cdot 28}{20^{1,1} \cdot 557^{0,1}} \times 1 = 114 \text{ Н.}$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{114 \cdot 557}{1020 \cdot 60} = 1,03 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,03}{0,75} = 1,28 \text{ кВт.}$$

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

Операция 25 переход 1

1. Диаметр сверла $D = 2,5$ мм.
2. Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.
3. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 5 = 2,5$ мм.
4. Подача по таблице 35 [2, с. 381]: $S=0,15$ мм/об.
5. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин – определены по таблице 40

Значения коэффициентов: $C_V = 7$; $q=0,4$; $m = 0,25$ $y = 0,7$ – определены по таблице 38

Коэффициент K_V определяется по формуле

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

Где K_V – произведение ряда коэффициентов

$K_{mv} = 0.8$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 0.9$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{iv} = 1.0$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

$$K_V=0.72$$

6. Скорость резания:

$$V=16 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16}{3,14 \cdot 2,5} = 2038 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента

7. После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную осевую силу резания. Главная осевую силу резания, H , формула

$$P_0 = 10C_P D^q S^y K_P$$

7. Крутящий момент по формуле

$$M_{кр} = 10C_m D^q S^y K_P$$

$$K_P = K_{mp} = 1$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42

Для силы: $C_p=9.8$; $y=0,7$; $q=1,0$

Для крутящего момента: $C_M=0,0005$; $q=2,0$; $y=0,8$.

Осевая сила:

$$P_0 = 10 * 9.8 * 2,5^{1.0} * 0.35^{0.7} * 0.93 = 60 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 * 0.005 * 2,5^2 * 0.35^{0.8} * 0.93 = 0,06 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

9. Мощность резания определяется по формуле

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{0,06 * 2038}{9750} = 0,02 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.02}{0,75} = 0.03 \text{ кВт}.$$

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

Операция 25 переход 2

1. Диаметр сверла $D = 3 \text{ мм}$.
2. Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.
3. Глубина резания $t = 0,25 \cdot D = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ мм}$.
4. Подача по таблице 35 [2, с. 381]: $S=1 \text{ мм/об}$.
5. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=90 \text{ мин}$ – определены по таблице 40

Значения коэффициентов: $C_v = 64.8$; $q=1.2$; $m = 0,9$ $y = 0,5$ – определены по таблице 38

Коэффициент K_V определяется по формуле

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

Где K_v – произведение ряда коэффициентов

$K_{mv} = 0.8$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{uv} = 0.9$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

$K_{lv} = 1.0$ – определены по таблице 41 [2, с.385].

$K_v = 0.72$

6. Скорость резания:

$$V = 4.2 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 4.2}{3.14 \cdot 3} = 445 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

операция 30

Диаметр $D = 26 \text{ мм}$.

$C_N = 1.3$ $r = 0.75$ $V = 20$ $t = 0.2$ $X = 0.85$ $Y = 0.7$ $q = 0.2$ $S = 0.03 \text{ м/мин}$ $v = 12.6 \text{ м/мин}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 12.6}{3.14 \cdot 26} = 154 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$N = C_N * v^t * t^x * s^y * d^q = 0.5$$

Мощность электродвигателя станка 0,6 кВт, она достаточна для выполнения операции

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.5}{0.75} = 0.7 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0.75$.

10. Расчет времени

Основное время определяем по формуле:

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

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

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

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

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

y - величина резания

y_1 -перебег резца (1,0...2,0) мм

Вспомогательное время определяем по формуле;

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

Где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали;

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

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

$T_{изм.}$ - время на промер детали;

$T_{всп}$ - вспомогательное время,

Оперативное время;

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

Время на обслуживание и отдых:

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

Штучное время:

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

Подготовительно -заключительное время
определяем из

таблицы [8 .стр, 215-221]

Штучно-калькуляционное время:

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

где n- количество деталей.

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

Заготовительная операция 05

**горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway
серии GA-2000**

переход – А0,1 отрезать

$$t_o = \frac{l}{S_m} = \frac{26}{25} = 1.04 \text{ мин.}$$

Где - l длина рабочего хода, мм;

S_m -минутная подача, м/мин;

$T_{\text{у.с.}}=0,2$ мин $T_{\text{з.о}}=0,4$ мин $T_{\text{упр.}}=0,24$ мин $T_{\text{изм.}}=0,14$ мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,2+0,4+0,24+0,14=0,98 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время;

$$T_{опер.}=1,04+0,98=2,02 \text{ мин.}$$

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

$$T_{о.о}= 15\% \times 2,02=0,3 \text{ мин}$$

По формуле (1.24) определим штучное время;

$$T_{шт.}=1,04+0,98+0,3=2,32 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{пз.}= 14$

МИН

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к}=2,32+(14 / 10000)= 2,33 \text{ мин.}$$

Токарная операция 10

переход А1.1 подрезать торец

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(26,5 + 5 + 1) \cdot 1}{0,5 \times 871} = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.}=0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о}=0,135 \text{ мин} \quad T_{упр}=0,05$$

МИН

$$T_{изм}=0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0,94+0,575=1,515 \text{ мин.}$$

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

$$T_{o.o.} = 15\% \times 1.515 = 0,2 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,94 + 0,575 + 0,2 = 1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,715 + (24/10000) = 1,72 \text{ мин.}$$

переход А1.2 подрезать торец

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(15 + 6) \cdot 1}{0,5 \times 516} = 0,08 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05$$

МИН

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,08 + 0,575 = 0,635 \text{ мин.}$$

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

$$T_{o.o.} = 15\% \times 0,635 = 0,1 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,08 + 0,575 + 0,1 = 0,755 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,755 + (24/10000) = 0,77 \text{ мин.}$$

Токарная операция 15

переход А2.1 подрезать торец

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(26.5 + 5 + 1) \cdot 1}{0,5 \times 871} = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05$$

МИН

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,94 + 0,575 = 1,515 \text{ мин.}$$

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

$$T_{о.о.} = 15\% \times 1,515 = 0,2 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,94 + 0,575 + 0,2 = 1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=24 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$Тшт.к. = 1,715 + (24/10000) = 1,72 \text{ мин.}$$

переход А2.2

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(4 + 1) \cdot 1}{0,06 \times 1779} = 0,04 \text{ мин.}$$

$$Ту.с.=0,15 \text{ мин.} \quad Тз.о=0,135 \text{ мин} \quad Тупр=0,05$$

МИН

$$Тизм=0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$Твсп=0,15+0,135+0,05+0,04=0,375 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$Топер=0,04+0,375=0,379 \text{ мин.}$$

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

$$То.о.=15\% \times 0,379=0,09 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$Тшт.=0,04+0,375+0,09=0,505 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=20 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,505 + (20/10000) = 0,7 \text{ мин.}$$

переход А2.3 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(27 + 6) \cdot 1}{0,5 \times 867} = 0,08 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05$$

МИН

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,08 + 0,575 = 0,635 \text{ мин.}$$

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

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,635 = 0,1 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,08 + 0,575 + 0,1 = 0,755 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,755 + (24/10000) = 0,87 \text{ мин.}$$

переход А2.4 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(20 + 6) \cdot 1}{0,5 \times 581} = 0,09 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05$$

МИН

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,09 + 0,575 = 0,665 \text{ мин.}$$

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

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,665 = 0,1 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,09 + 0,575 + 0,1 = 0,765 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,765 + (24/10000) = 0,957 \text{ мин.}$$

переход А2.5

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(18 + 14) \cdot 1}{0,35 \times 328} = 0,28 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05$$

МИН

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,28 + 0,575 = 0,855 \text{ мин.}$$

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

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,855 = 0,128 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,855 + 0,575 + 0,128 = 1,558 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное
время:

$$T_{шт.к.} = 1,558 + (24/10000) = 1,79 \text{ мин.}$$

переход А2.6

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(20 + 14) \cdot 1}{0,35 \times 358} = 0,27 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05$$

МИН

Тизм=0,04 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Твсп=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575мин

По формуле (1.21) определим оперативное время:

Топер=0,27+0,575=0,845 мин.

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

То.о.=15% × 0,855=0,126мин

По формуле (1.23) определим штучное время:

Тшт.=0,845+0,575+0,126=1,576 мин.

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=24 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное
время:

Тшт.к. =1,576+(24/10000)=1,76 мин.

переход А2.7

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(26 + 14) \cdot 1}{0,35 \times 750} = 0,15 \text{ МИН.}$$

Ту.с.=0,35 мин. Тз.о=0,135 мин Тупр=0,05

МИН

Тизм=0,04 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Твсп=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575мин

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{\text{пер}}=0,15+0,575=0,735 \text{ мин.}$$

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

$$T_{\text{о.о.}}=15\% \times 0,735=0,112 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=0,735+0,575+0,112=1,422 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{п.з.}}=24 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}}=1,422+(24/10000)=1,43 \text{ мин.}$$

переход А3,1

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(7 + 2,5) \cdot 4}{0,15 \times 1665} = 0,15 \text{ МИН.}$$

$$T_{\text{у.с.}}=0,35 \text{ мин.} \quad T_{\text{з.о.}}=0,135 \text{ мин} \quad T_{\text{упр}}=0,05$$

МИН

$$T_{\text{изм}}=0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{\text{пер}}=0,15+0,575=0,735 \text{ мин.}$$

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

$$T_{\text{о.о.}}=15\% \times 0,735=0,112 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,735 + 0,575 + 0,112 = 1,422 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,422 + (24/10000) = 1,43 \text{ мин.}$$

переход А4,1

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(20 + 2) \cdot 1}{0,06 \times 557} = 0,66 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр.} = 0,05$$

мин

$$T_{изм.} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,66 + 0,575 = 1,235 \text{ мин.}$$

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

$$T_{о.о.} = 15\% \times 1,235 = 0,175 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 1,235 + 0,575 + 0,175 = 1,985 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,985 + (24/10000) = 2 \text{ мин.}$$

переход А5,1

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(2,5 + 2,5) \cdot 1}{0,15 \times 2038} = 0,02 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05$$

мин

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,02 + 0,575 = 0,595 \text{ мин.}$$

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

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,595 = 0,09 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,595 + 0,575 + 0,09 = 1,26 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,26 + (24/10000) = 1,28 \text{ мин.}$$

переход А5,2

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(7 + 6) \cdot 1}{1 \times 445} = 0,03 \text{ МИН.}$$

Ту.с.=0,35 мин. Тз.о=0,135 мин Тупр=0,05

МИН

Тизм=0,04 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Твсп=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575мин

По формуле (1.21) определим оперативное время:

Топер=0,03+0,575=0,605 мин.

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

То.о.=15% × 0,605=0,09мин

По формуле (1.23) определим штучное время:

Тшт.=0,605+0,575+0,09=1,27 мин.

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=24 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

Тшт.к. =1,27+(24/10000)=1,29 мин.

переход А6,1

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(20 + 2) \cdot 1}{0,03 \times 200} = 3,7 \text{ МИН.}$$

Ту.с.=0,35 мин. Тз.о=0,135 мин Тупр=0,05

МИН

Тизм=0,04 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575\text{мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}}=3,7 +0,575=4,275 \text{ мин.}$$

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

$$T_{\text{о.о.}}=15\% \times 4,275=0,64\text{мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=4,275+0,575+0,64=5,49 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{п.з.}}=24 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное
время:

$$T_{\text{шт.к.}} =5,49+(24/10000)=5,51\text{мин.}$$

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 [10, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
<i>Наименование и область применения</i>	<i>Приспособление для установки и закрепления детали «Стакан» на вертикально-сверлильном станке Модель 2Н125.</i>
<i>Основание для разработки</i>	<i>Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Стакан»</i>
<i>Цель и назначение разработки</i>	<i>Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «стакан» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.</i>
<i>Технические (тактико-технические) требования</i>	<i>Тип производства – единичный Программа выпуска - 10000 шт. в год. Входные данные о заготовке, поступающей на сверлильную операцию: 4х-Отвертие Диаметр ф3.5мм. шероховатость поверхность Ra 3,2мкм.</i>
<i>Документация, подлежащая разработке</i>	<i>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.</i>

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).

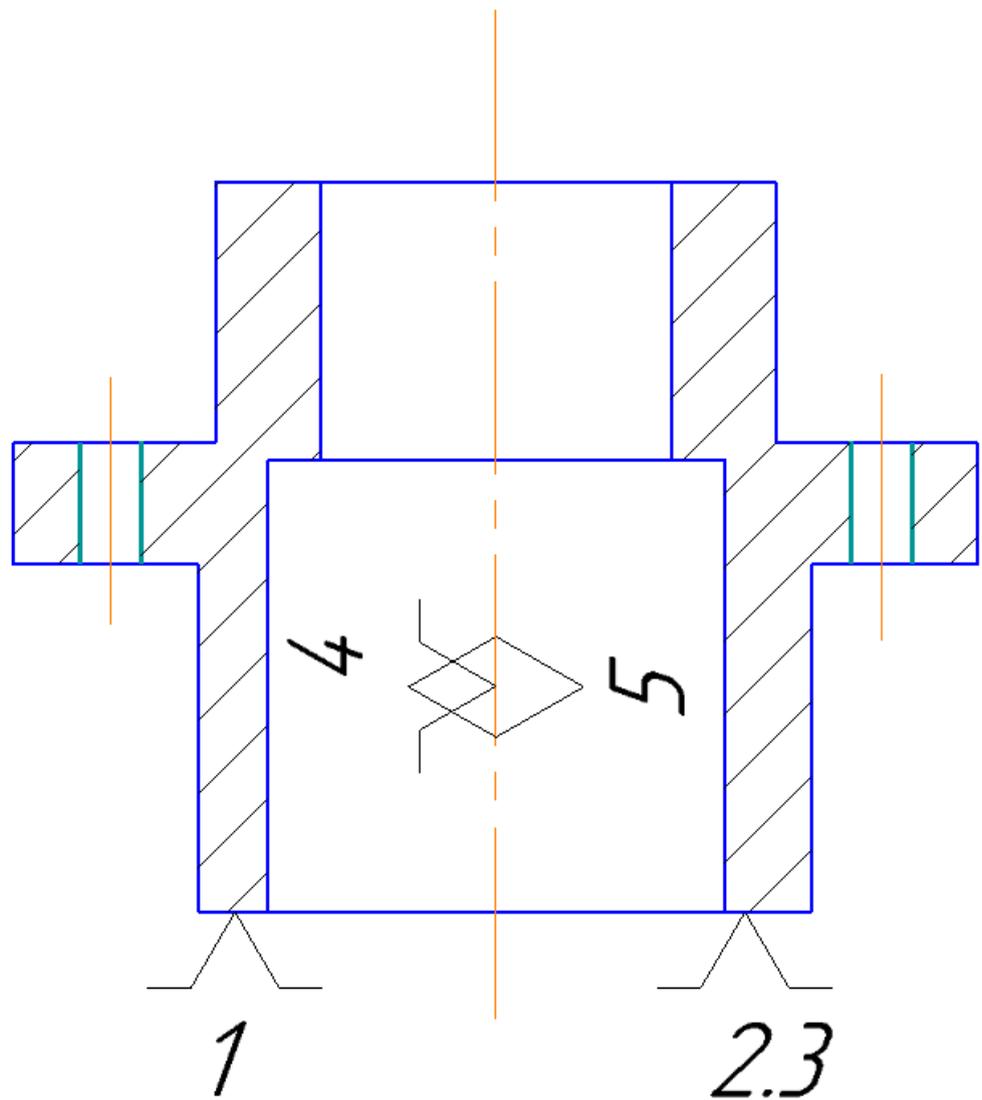


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

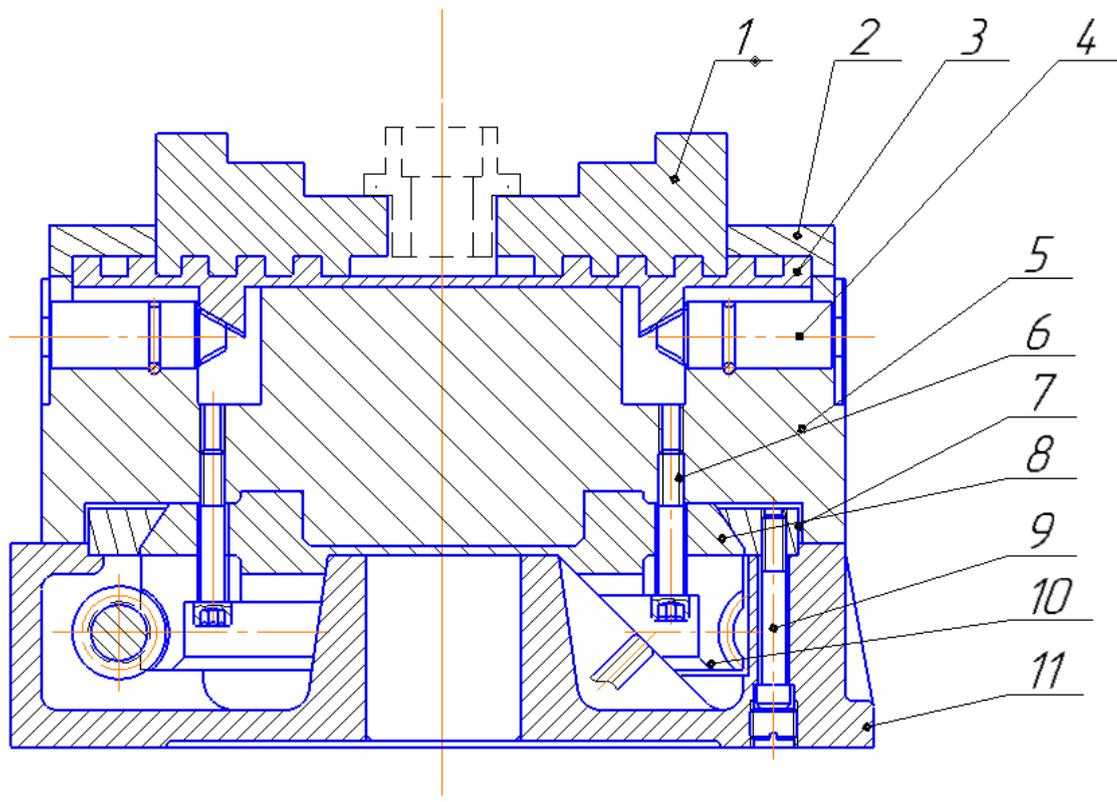


Рис. 2. Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже.

3. 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. благодаря пальцу 10 деталь застрахована от всякого рода прокручиваний при обработке. Цанговый зажим нужен для исключения вибраций, а также для точного базирования детали относительно приспособления.

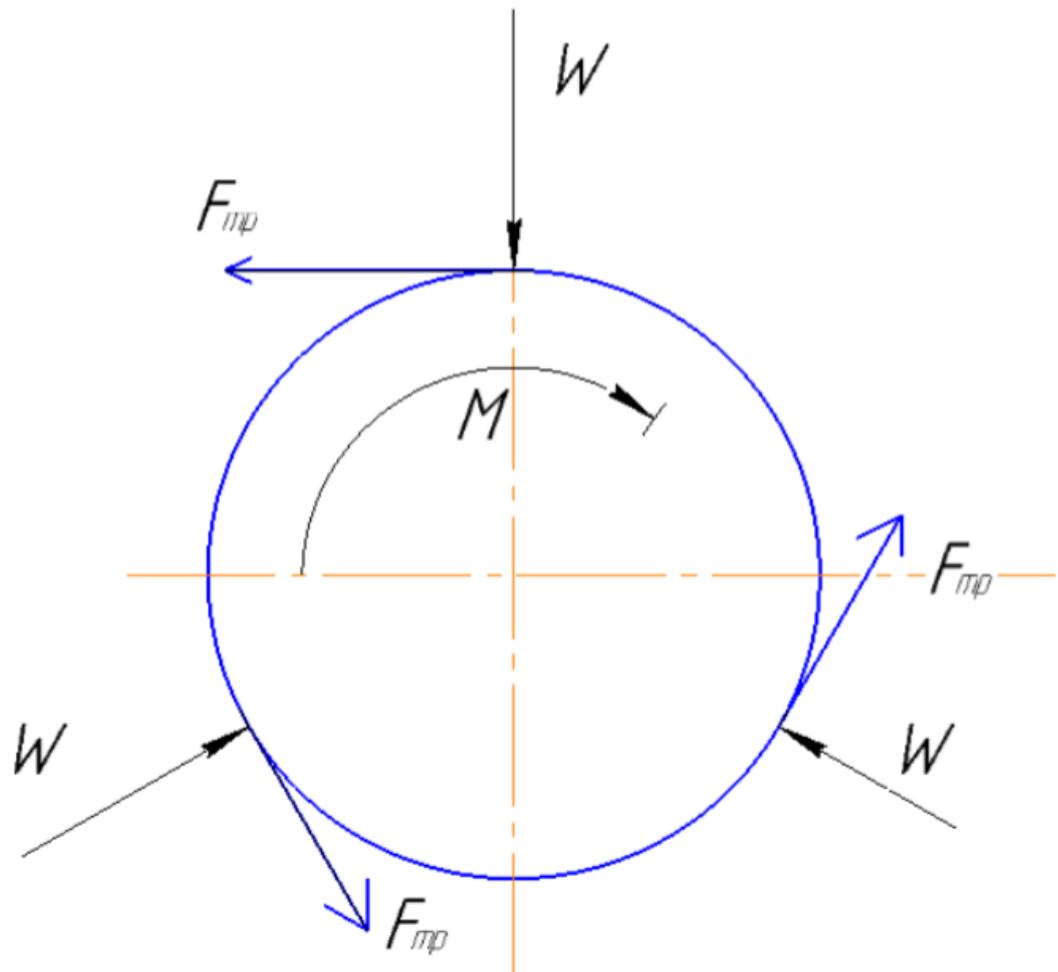


Рис 2. Расчетная схема

Крутящий момент: $M_{\text{резание}} = 24,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$

$$F_{\text{трение}} = W \cdot f_{\text{трение}}$$

$$M = F_{\text{трение}} \cdot R$$

$$M = M_{\text{резание}} \cdot K$$

$$F_{\text{трение}} \cdot R = M_{\text{резание}} \cdot K$$

K: Коэффициент усилия закрепления, принимаем $K=1,5$

$$F_{\text{трение}} = \frac{M_{\text{резание}} \cdot K}{R}$$

$$W = \frac{F_{\text{трение}}}{f_{\text{трение}}} = \frac{M_{\text{резание}} \cdot K}{R \cdot f_{\text{трение}}}$$

$$W = 20108 \text{ Н}.$$

По ГОСТ 1654-71 для диаметр патрона $D=80$ мм, максимальное значение наибольшей суммарной силы зажима на трех кулачках $W=46000 \text{ Н} > 20108 \text{ Н}.$ считаем выбранный трех кулачковый патрон обеспечивает рассчитанное усилие зажима.

4. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

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

Задачей данной работы являлась разработка и конструкторская проработка приспособления. Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. Была проделана следующая работа: разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления; разработана принципиальная схема и компоновка приспособления; расчет исполнительных размеров элементов приспособления; составлена расчетная схема и определена сила зажима.

С учетом того, что приспособление устанавливается на вертикально-сверлильном станке Модель 2Н125., конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью цангового зажима, имеющего механический привод.

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

Студенту:

Группа 158Л51	ФИО Хао Пэнфэй
-------------------------	--------------------------

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Многоугольник конкурентоспособности</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Дерево целей</i>
4. <i>График Ганта</i>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Хао Пэнфэй		

8. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

8.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе работы «Разработка технологии изготовления корпус толкателя». Деталь изготовлена из Д16Т. Деталь имеет относительно сложную конструкцию, лучше используем станок с ЧПУ, обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым.

Объем выпуска продукции 10000 шт. в год. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО “НПФ Мехатроника-Про, г. Томск

Таблица 8.1.1 – Оценка конкурентоспособности

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	0,1	5	3	2	0,5	0,2	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	5	4	5	0,15	0,3	0,1
3. Помехоустойчивость	0,05	2	3	1	0,1	0,25	0,12
4. Энергоэкономичность	0,03	5	2	3	0,15	0,06	0,09
5. Надежность	0,07	5	3	1	0,35	0,01	0,08
6. Уровень шума	0,09	5	3	1	0,45	0,07	0,05
7. Безопасность	0,03	4	5	1	0,2	0,02	0,1
8. Потребность в ресурсах памяти	0,02	1	1	2	0,17	0,5	0,3
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,05	2	1	3	0,13	0,21	0,25
10. Простота эксплуатации	0,03	4	5	2	0,2	0,03	0,15
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,13	2	1	4	0,15	0,02	0,32
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	2	4	3	0,25	0,1	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	2	1	2	0,3	0,15	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	4	1	4	0,25	0,15	0,07
3. Цена	0,01	5	4	2	0,08	0,05	0,06
4. Предполагаемый срок	0,03	4	3	2	0,25	0,2	0,15

эксплуатации							
5. Послепродажное обслуживание	0,04	2	2	2	0,21	0,2	0,15
6. Финансирование научной разработки	0,08	2	1	3	0,28	0,19	0,08
7. Срок выхода на рынок	0,02	4	2	3	0,22	0,05	0,04
8. Наличие сертификации разработки	0,05	3	2	2	0,2	0,13	0,07
Итого	1	68	51	48	4,33	2,86	2,98

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:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 68 \cdot 4,33 = 294,44$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum V_i \cdot B_i = 51 \cdot 2,86 = 145,86$$

$$K2 = \sum V_i \cdot B_i = 48 \cdot 2,98 = 143,04$$

В ходе оценки конкурентоспособности проекта было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим характеристикам (масса, обслуживание, цена, дизайн), но при этом имеет свои преимущества перед ними (частотный диапазон, время срабатывания). В целом проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями виброустройств.

8.2 SWOT-анализ проекта

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 8.2.1).

Задача SWOT-анализа — дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Выводы, сделанные на его основе, носят описательный характер без рекомендаций и расстановки приоритетов.

Таблица 8.2.1 – SWOT-анализ проекта

		Внутренние факторы	
		Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
Внешние факторы		<p>1. Использование современного оборудования</p> <p>Маленький срок поставок материалов</p> <p>2. Использование современного оборудования</p> <p>3. Наличие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>4. Наличие новых технологий</p> <p>5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями</p> <p>6. Наличие бюджетного финансирования.</p>	<p>1. Высокая стоимость оборудования</p> <p>2. Низкая уровень материалоемкости разработки</p> <p>3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
	<p>Возможности:</p> <p>1. Отсутствие аналогов</p> <p>2. Новые технологии сейсморазведки</p> <p>3. Отсутствие выброса в окружающую среду вредных веществ</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области металлообработки и улучшения технологий в данной отрасли. -При наличии вышеперечисленных</p>	<p>-Понижение цен на металлообрабатывающее оборудование; -</p> <p>Повышение уровени материалоемкости разработки -</p> <p>Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>

		достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.	
	Угрозы: 1. Малый спрос 2. Узкоспециализированное направление	- Наличие неустойчивого спроса на рынке может ограничить развития современных технологий. -Введение дополнительных государственных требований может тормозить развития современного оборудования	- Расширение области применения за счет развития новых технологий.

8.3 Планирование проекта

Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок.

Составим дерево целей проекта, учитывая все этапы работ, входящие в его реализацию (рисунок 8.3.1).

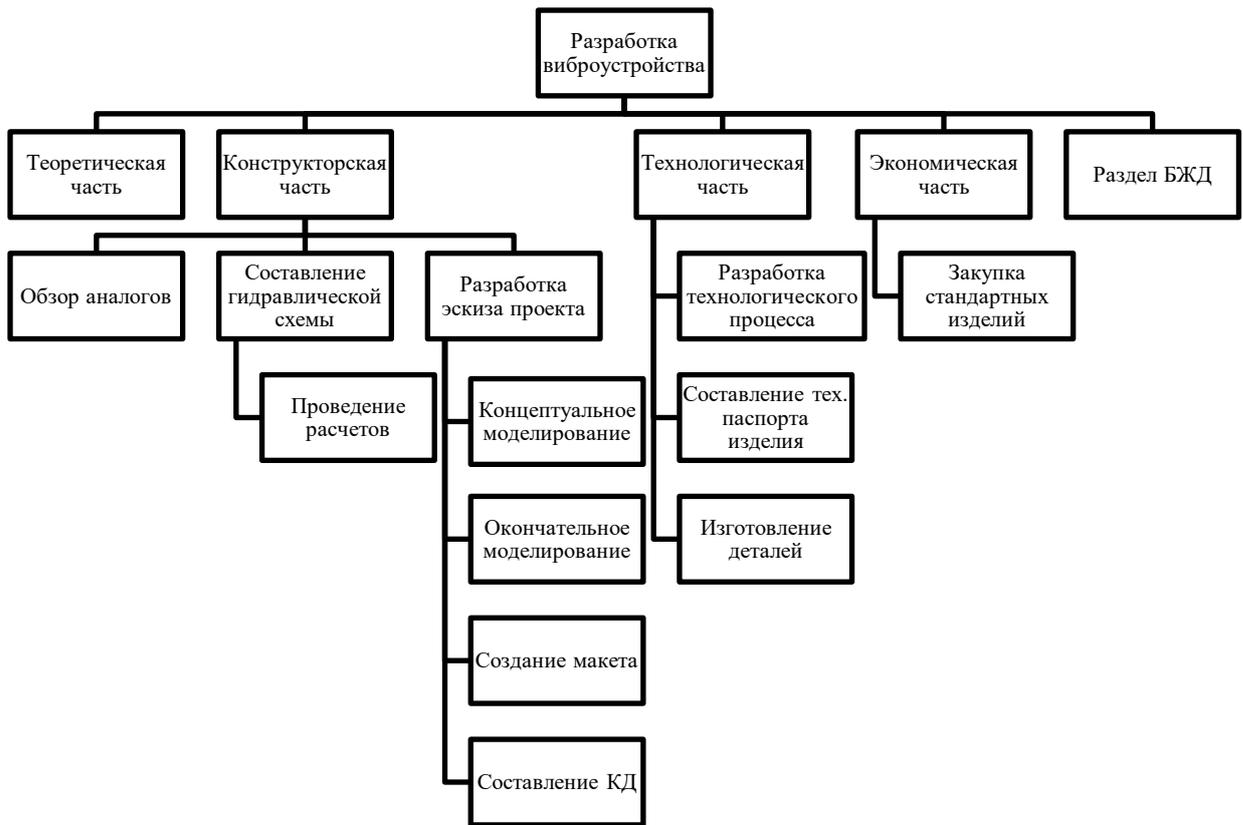


Рисунок 8.3.1 – Дерево целей

На основании дерева целей проекта составим табличную модель, определим основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения (таблица 8.3.1).

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

Таблица 8.3.1 – Работы при реализации проекта

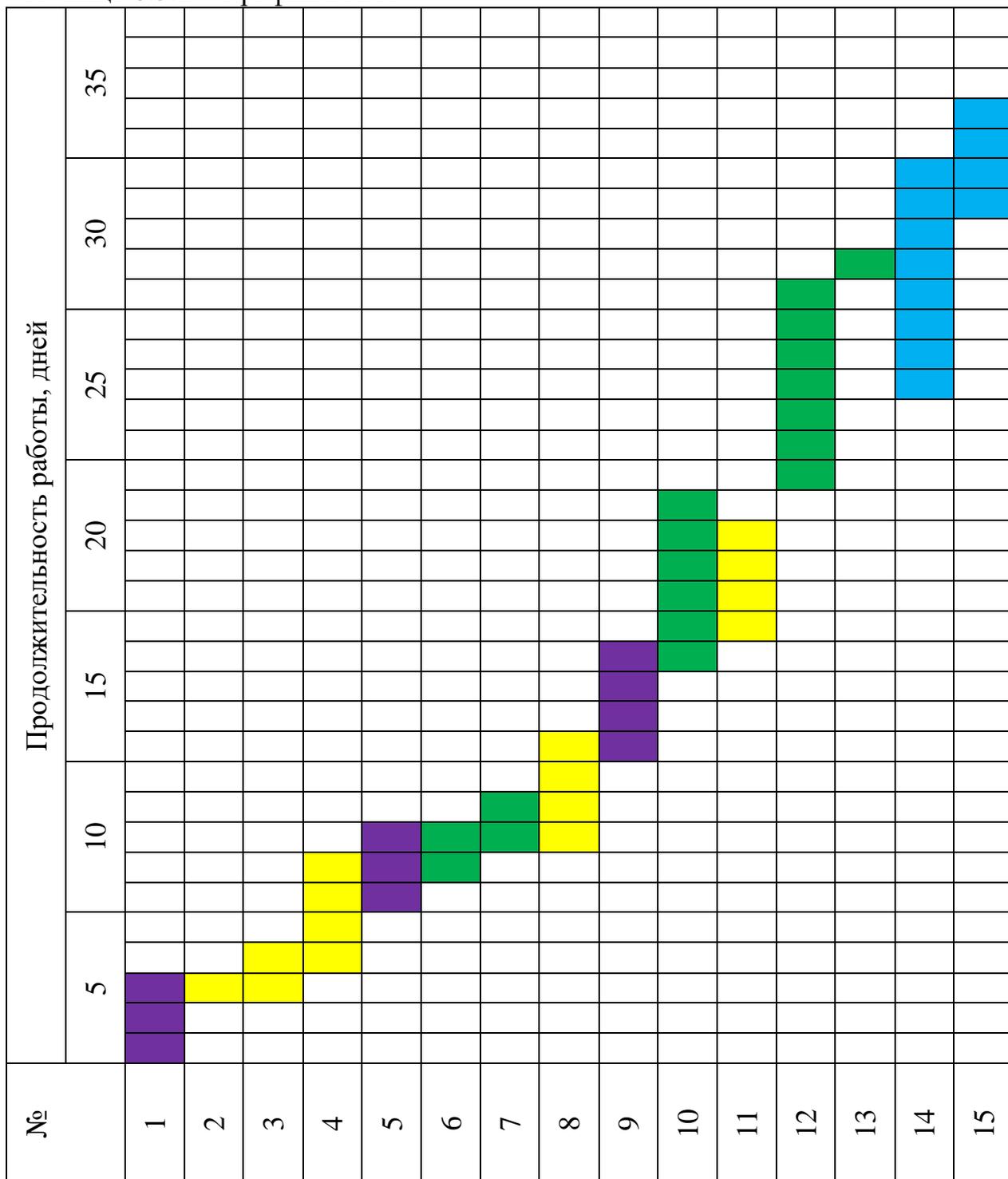
Номер	Наименование	Продолжительность, дней	Исполнители
1	Составление и утверждение технического задания	3	Руководитель темы, Студент-дипломник
2	Подбор и изучение материалов по тем	2	Руководитель темы, Студент-дипломник
3	Проведение патентных исследований	12	Студент-дипломник
4	Выбор направления исследований	8	Руководитель темы, Студент-дипломник
5	Календарное планирование работ по теме	5	Студент-дипломник
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	3	Студент-дипломник
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	12	Студент-дипломник
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	8	Руководитель темы, Студент-дипломник
9	Оценка эффективности полученных результатов	9	Руководитель
10	Определение целесообразности проведения ОКР	6	Руководитель
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	11	Руководитель темы, Студент-дипломник
12	Выбор и расчет конструкции	5	Руководитель темы, Студент-дипломник
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	12	Руководитель темы, Студент-дипломник
14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	12	Студент-дипломник
15	Лабораторные испытания макета	8	Студент-дипломник
16	Составление пояснительной записки	5	Студент-дипломник
17	Оформление патента	12	Руководитель темы, Студент-дипломник

18	Размещение рекламы	9	Студент-дипломник
----	--------------------	---	-------------------

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 8.3.2).

График Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работы.

Таблица 8.3.2 – График Ганта



	Менеджер
	Конструктор
	Технолог
	Рабочие

По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 142 дня.

8.4 Бюджет затрат на реализацию проекта

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

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

8.4.1 Расчет материальных затрат проекта

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

Таблица 8.4.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы Z_m , руб
Краска для принтера	шт.	1	550	550
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	240	480
Универсальная токарная ALX1500	шт.	1	636800	636800
Долбежный станок 7А420	шт.	1	100000	100000
Прецизионный токарный станок Primus VCD	шт.	1	152000	
Штангенциркуль	шт.	5	280	1400
Внутренний микрометр	шт.	5	1500	7500
Итого, руб				746730

В сумме материальные затраты составили 746730 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

8.4.2 Заработная плата исполнителей проекта

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

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

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

Основная заработная плата работника:

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

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

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

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

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

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

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

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

Расчет заработной платы конструктора (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35100 \text{ руб.};$$

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

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

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

Расчет заработной платы технолога (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 19000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 37050 \text{ руб.};$$

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

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

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

Таблица 8.4.2.1 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$k_{\text{д}}$	$Z_{\text{доп}}$, руб.	Итого, руб.
руководитель	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1755	13	22815	0,135	3080	25895
студент	19000				37050	1852,5	17	31495,5		4251,5	35747

8.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

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

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

Таблица 8.4.3.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, <i>руб.</i>	Дополнительная заработная плата, <i>руб.</i>
Руководитель	22815	3080
Студент	31495,5	4251,5
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Руководитель	7768,5	
Студент	10724,1	

8.4.4 Накладные расходы

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

Накладные расходы

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

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

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

$$Z_{\text{нак}} = (746730 + 61642 + 18492,6) \cdot 0,16 = 132298 \text{ руб.}$$

8.5 Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 8.5.1.

Таблица 8.5.1 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	747320	82
2. Затраты по основной зарплате	54310,5	5,98
3. Затраты по дополнительной зарплате	4331,5	0,47
4. Отчисления во внебюджетные фонды	18492,6	2,03
5. Накладные расходы	132298	9,52
Бюджет затрат на проектирование	907752,6	100

Бюджет всех затрат проекта равен 907752,6 рублей. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (82 %).

8.6 Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

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

Таблица 8.6.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

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

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

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

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

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 142 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 907752,6 рублей.

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

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

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Хао Пэнфэй

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Объектом исследования является участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>-специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p><i>Оценка рабочего места на наличие вредных факторов. Действие фактора на организм человека. Приведение допустимых норм с ссылкой на соответствующий нормативнотехнический документ. Предлагаемые методы снижения воздействия вредных факторов. Оценка помещения по электробезопасности. Меры по защите от поражения.</i></p>
<p><i>2. Экологическая безопасность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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><i>В данном разделе производится анализ влияния производственных факторов на</i></p>
<p><i>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i></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; 	<p><i>В данном разделе приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации. Разработан ряд действий в результате возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий. В помещении имеется порошковый огнетушитель ОП - 4, и</i></p>

– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	разработан план эвакуации
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</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. 	Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л151	Хао Пэнфэй		

Социальная ответственность

введение

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды. В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК). Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса. При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест. При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства. Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

1. 1. Производственная безопасность

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием некоторых опасных и вредных факторов (ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»), которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизиологические (ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»). На работающего за ЭВМ инженера-технолога могут негативно действовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

1) Физические: повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, излучения, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны, повышенная яркость света, повышенная контрастность, прямая и отраженная блескость, чрезмерная запыленность, опасность поражения электрическим током, шум от работы оборудования.

2) Химические: повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода.

3) Психофизические: напряжение зрения и внимания; интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки; монотонность труда; большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; нерациональная организация рабочего места. При работе на ЭВМ к концу рабочего дня возникают типичные ощущения: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

1.1 Производственный шум

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума [выше 80 дБА] на слух человека приводит к его частичной или полной потере. Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40 дБА. По СанПиН 2.2.2.542-96 при выполнении основной работы на ЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами.

1.2 Электромагнитное и ионизирующее излучения

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных

относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются. Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в табл. 4.1.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10мкбэр/ч, а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10...100мВт/м².

Таблица 1 - Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений

(в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м

Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха.

2. Экологическая безопасность

2.1 Микроклимат

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. табл. 2).

Таблица 2 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24°C
	Относительная влажность	40...60% до
	Скорость движения воздуха	0,1м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25°C
	Относительная влажность	40...60%
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2м/с

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше 19,5м³ /человека с учетом максимального числа одновременно работающих всмену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 3. Таблица 3 - Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ /на одного человека в час
Объем до 20м ³ на человека	Не менее 30
20...40м ³ на человека	Не менее 20
Более 40м ³ на человека	Естественная вентиляция

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система).

2.2 Эргономические требования к рабочему месту

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники. Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места инженера-технолога должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения. Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места. Главными элементами рабочего места инженера-технолога являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя. Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление инженера-технолога. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства. Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека. Максимальная зона досягаемости

рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при вижении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

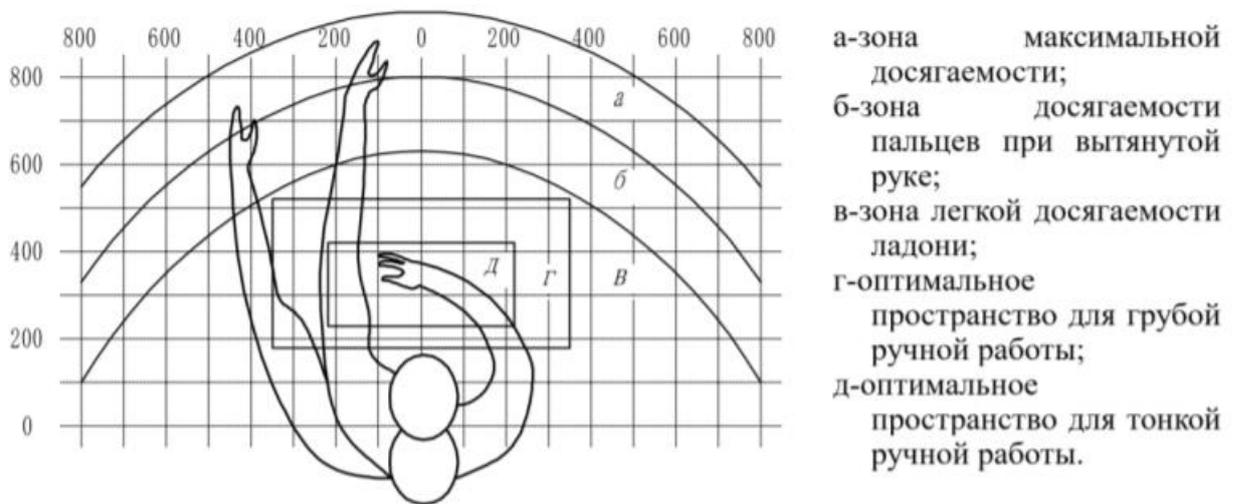


Рис. 1- Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости. Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

ДИСПЛЕЙ размещается в зоне а(в центре);

СИСТЕМНЫЙ БЛОК размещается в предусмотренной нише стола;

КЛАВИАТУРА - в зоне г/д;

МЫШЬ - в зоне справа;

СКАНЕР в зоне а/б (слева);

ПРИНТЕР находится в зоне а (справа);

ДОКУМЕНТАЦИЯ: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони – в, а в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

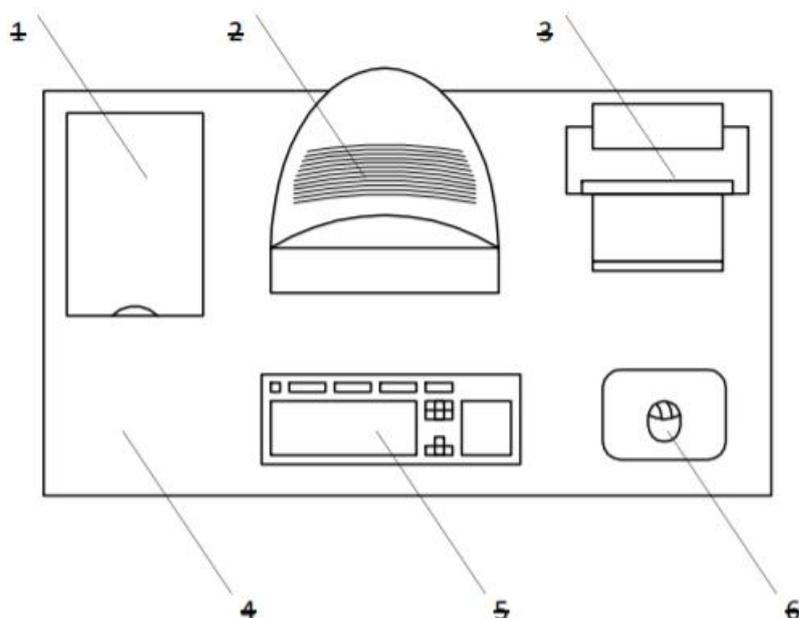


Рис. 2 - Размещение основных и периферийных составляющих ПК. На рис.2 показан пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста. 1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола, 5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь». Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- 1) высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- 2) нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- 3) поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- 4) конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).
- 5) высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420- 550мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700мм), чем расстояние от глаза до документа (300- 450мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

- 1) расстоянием считывания (0,6...0,7м);
- 2) Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:
- 3) по высоте +3 см;
- 4) в левом и правом направлениях

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

- 1) плечи должны быть расслаблены,
- 2) предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится слишком высоко, а документы - низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и экрана, а также подставка для рук.

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет 60...80 см, то высота знака должна быть не менее 3мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние

между знаками – 15...20% их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.1 Специальные

Пожар в кабинете, может привести к очень неблагоприятным последствиям (потеря ценной информации, порча имущества, гибель людей и т.д.), поэтому необходимо: выявить и устранить все причины возникновения пожара; разработать план мер по ликвидации пожара в здании; план эвакуации людей из здания.

Причинами возникновения пожара могут быть:

- 1) неисправности электропроводки, розеток и выключателей которые могут привести к короткому замыканию или пробое изоляции;
- 2) использование поврежденных (неисправных) электроприборов;
- 3) использование в помещении электронагревательных приборов с открытыми нагревательными элементами;
- 4) возникновение пожара вследствие попадания молнии в здание;
- 5) возгорание здания вследствие внешних воздействий;
- 6) неаккуратное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

4. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом. Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточно много времени и внимания. Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

Создание условий для улучшения экологической обстановки - процесс долгий, требует согласованности и последовательности действий. Приоритетными в экологической политике РФ сегодня следующие вопросы:

- 1) обеспечение экологически безопасных условий для проживания;
- 2) рациональное использование и охрана природных ресурсов;
- 3) обеспечение экологической и радиационной безопасности (ПДВ);
- 4) экологизация промышленности;
- 5) Повышение экологической культуры общества и формирование экологического сознания у людей.

Немаловажную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнений. К ним относятся:

- 1) вынесение промышленных предприятий из крупных городов и сооружение новых в малонаселенных районах с непригодными и малопригодными для сельскохозяйственного использования землями;
- 2) оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров;
- 3) установление санитарных охранных зон вокруг промышленных предприятий;
- 4) рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая оптимальные экологические условия для человека и растений.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды. Полученная информация о загрязнениях позволяет

быстро выявлять причины повышения концентраций вредных веществ в окружающей среде и активно их устранять.

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий ученых многих специальностей. Особое значение имеет количественная оценка последствий загрязнения окружающей среды и, в первую очередь, ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением атмосферы. Защита окружающей среды от загрязнений на современном этапе помимо экономической задачи - повышения общественной производительности труда включает также и социально-экономическую задачу - улучшение условий жизни человека, сохранение его здоровья.

Чтобы максимально снизить уровень загрязнений, выбрасываемых предприятиями, необходимо производить следующие обязательные меры по охране окружающей природной среды (ООС). Мероприятия по охране окружающей среды заключаются в:

- 1) Выявлении, оценке, постоянном контроле и ограничении вредных выбросов в окружающую среду, создании природоохранных и ресурсосберегающих технологий и техники.
- 2) Разработке юридических законов, правовых актов по охране окружающей природной среды, а также материальном стимулировании выполнения требований данных законов и природоохранных мероприятий.

Безотходная технология является наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий. Под понятием «безотходная технология» следует понимать комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до использования готовой продукции, в результате чего сокращается до минимума количество вредных выбросов и уменьшается воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят:

- 1) создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием наименьшего количества отходов;
- 2) разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе способов очистки сточных вод;

До всестороннего внедрения безотходной технологии важными направлениями экологизации промышленного производства следует считать:

1) совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;

2) замена токсичных отходов на нетоксичные;

Пассивные методы защиты окружающей среды включают комплекс мероприятий по ограничению выбросов промышленного производства с последующей утилизацией или захоронением отходов. К их числу относятся:

-очистка сточных вод от примесей;

-очистка газовых выбросов от вредных примесей;

-рассеивание вредных выбросов в атмосфере;

-глушение шума на путях его распространения;

-мероприятия по снижению уровней инфразвука, ультразвука и вибраций на путях их распространения;

-экранирование источников энергетического загрязнения окружающей среды.

Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющиеся источниками негативного воздействия на среду обитания и здоровье человека, необходимо отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта с обязательным обозначением границ специальными информационными знаками. Устанавливаем следующие размеры санитарно-защитной зоны: Предприятия четвертого класса - 100 м (Машиностроительные предприятия с металлообработкой, покраской без литья.)

Вывод:

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению детали, в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

При проектировании технологического процесса было уделено внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства. Также учитывалась возможность чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. ммммммммм2003. -912 с, илл.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
3. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 1. 543 с.: ил. ISBN 5-181-03288-6.
4. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 2. 448 с.: ил. ISBN 5-181-03289-6.
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: Альянс, 2015. – 256 с. ISBN 978-5-91872-082-0.
6. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ 2009 -91с. ISBN 5-98298-450-7.
7. Д.В.Кожевников, С.В.Кирсанов. Резание материалов: учебник для вузов / под. общ. ред. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2012 – 304 С.: ил. ISBN 978-5-94275-657-4.
8. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г. Режущий инструмент: учебник для вузов / под. общ. ред. С.В. Кирсанова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2014 – 520 С.: ил. ISBN 978-5-94275-713-7.
9. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ 2013 -310с. ISBN 978-5-4387-0235-1.
10. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. 3-е изд., стереотип. – М.: Л.: Машиностроение, 1966. – 652 с.