

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

Институт: Электронного обучения

Специальность 15.03.01 “Машиностроение “

Кафедра: Технологии автоматизированного машиностроительного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления ось и оснастки

УДК _621

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л11	Усаров Хуршид Абдусаламович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бознак Алексей Олегович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова Ольга Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов Алексей Юрьевич	к.т.н. доцент		

Томск – 2016 г.

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

Институт: Электронного обучения

Направление подготовки (специальность): 15.03.01 “Машиностроение”

Кафедра: Технологии автоматизированного машиностроительного производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Арляпов А.Ю.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л11	Усарову Хуршиду Абдусалямовичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления Ось и оснастки

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	<i>Чертеж детали, готовая программа выпуска</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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,</i>	<i>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута, размерный анализ технологического процесс, расчет припусков и технологически размер, расчет режимов резания и нормирования операция технологического процесса, конструирование станочного приспособления.</i>

конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Чертеж детали, чертеж заготовки, размерный анализ технологического процесс, карта технологического процесс, чертеж приспособления, схема сборки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологический, конструкторский	Бознак А. О.
Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение	Шулинина Ю.И.
Социальная ответственность	Кирмакова О.С
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бознак А. О.	-----		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л11	Усаров Хуршид Абдусаламович		

РЕФЕРАТ

Тема выпускной квалификационной работы: “Проектирование технологического процесса изготовления Ось и оснастки” Объем дипломной работы 92 страница, на которых размещены 10 рисунков и 22 таблицу. При написании диплома использовалось 12 источников.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, оснастка, размерный анализ.

Объектом исследования при написании работы была деталь Ось и технологический процесс ее изготовления.

В дипломную работу входит введение, четыре раздела, итоговое заключения.

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, цель и задачи исследования.

В разделе первом проектируется технологический процесс изготовления детали.

В разделе втором проектируется станочное приспособление, которое будет использовано на одной из операций технологический процесс.

В разделе третьем рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности научной разработки.

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего место на механическом участке, промышленного предприятия по изготовления детали Ось

Заключение посвящено основным выводам

Оглавление

Введение.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	2
Техническое задание	
1.1 Анализ технологичности детали.....	3
1.2. Определение типа производства.....	8
1.3. Разработка маршрута изготовления детали.....	11
1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	15
1.4.1 Определение допусков на технологические размеры.....	15
1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	16
1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	21
1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров.....	22
1.4.5 Расчет осевых технологических и диаметральных размеров.....	24
1.5 Расчет режимов и мощности резания переходов.....	25
1.6 Нормирование технологических операций.....	33
1.6.1 Расчет основного времени.....	33
1.6.2 Расчет вспомогательного времени.....	35
1.6.3 Расчет оперативного времени.....	36
1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места.....	36
1.6.5 Расчет времени на отдых.....	36
1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени.....	37
1.6.7 Расчет штучного времени.....	37
1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени.....	38
1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.....	38
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	45
2.1 Расчет силы закрепления.....	45
2.2 Расчет приспособления на точность.....	48

2.2.1	Анализ технологичности конструкции.....	50
2.3	Описание работы приспособления.....	51
3.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	52
3.1.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение....	52
3.1.1	Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось».....	52
3.1.2	Определение качества технологического процесса изготовления детали «Ось» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD.....	54
3.1.3	Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось» посредством SWOT-анализа.....	55
3.2.	Планирование научно-исследовательской работы.....	58
3.2.1	Структура работы в рамках научного исследования.....	58
3.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	59
3.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	62
3.2.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	65
3.2.5	Расчет материальных затрат НТИ.....	65
3.2.6	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	66
3.2.7	Основная заработная плата исполнителей темы.....	67
3.2.8	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	70
3.2.9	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	70
3.2.10	Накладные расходы.....	71
3.2.11	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	71
3.3	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	72
4.	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	76
4.1	Анализ вредных факторов производственной среды.....	77

4.2.Микроклимат.....	79
4.2.1. Анализ опасных факторов производственной среды.....	81
4.2.2. Экологическая безопасность.....	82
4.2.3. Защита гидросферы.....	83
4.2.4. Защита литосферы.....	84
4.3.ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ.....	87
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	88
Заключение.....	91
Список литературы.....	92

Введение.

Сущностью технологии машиностроения является учение о способах и процессах промышленного производства продукции заданного качества и в требуемом количестве. Современное развитие технологии машиностроения представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов совершенствования прежде всего методов обработки материалов, технологического оборудования, обрабатывающего и измерительного инструментов, а также теоретических и практических основ процессов обработки. Оно стимулируется усложнением конструкции изделий, повышением требований к качеству их изготовления и стремлением снизить себестоимость продукции, а также частой сменой объектов производства. Использование много инструментальных станков с ЧПУ, оснащенных средствами механизации и автоматизации, позволяет проектировать технологические процессы обработки деталей с укрупненными насыщенными переходами операциями, уменьшить трудоемкость их изготовления и существенно сократить время технологической подготовки производства при частой смене номенклатуры выпускаемых изделий.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «ось». Для этого необходимо рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка. Кроме того, необходимо рассчитать время, требуемое для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали «ось». Чертёж детали представлен на рис.1. Годовая программа выпуска: 9000 шт.

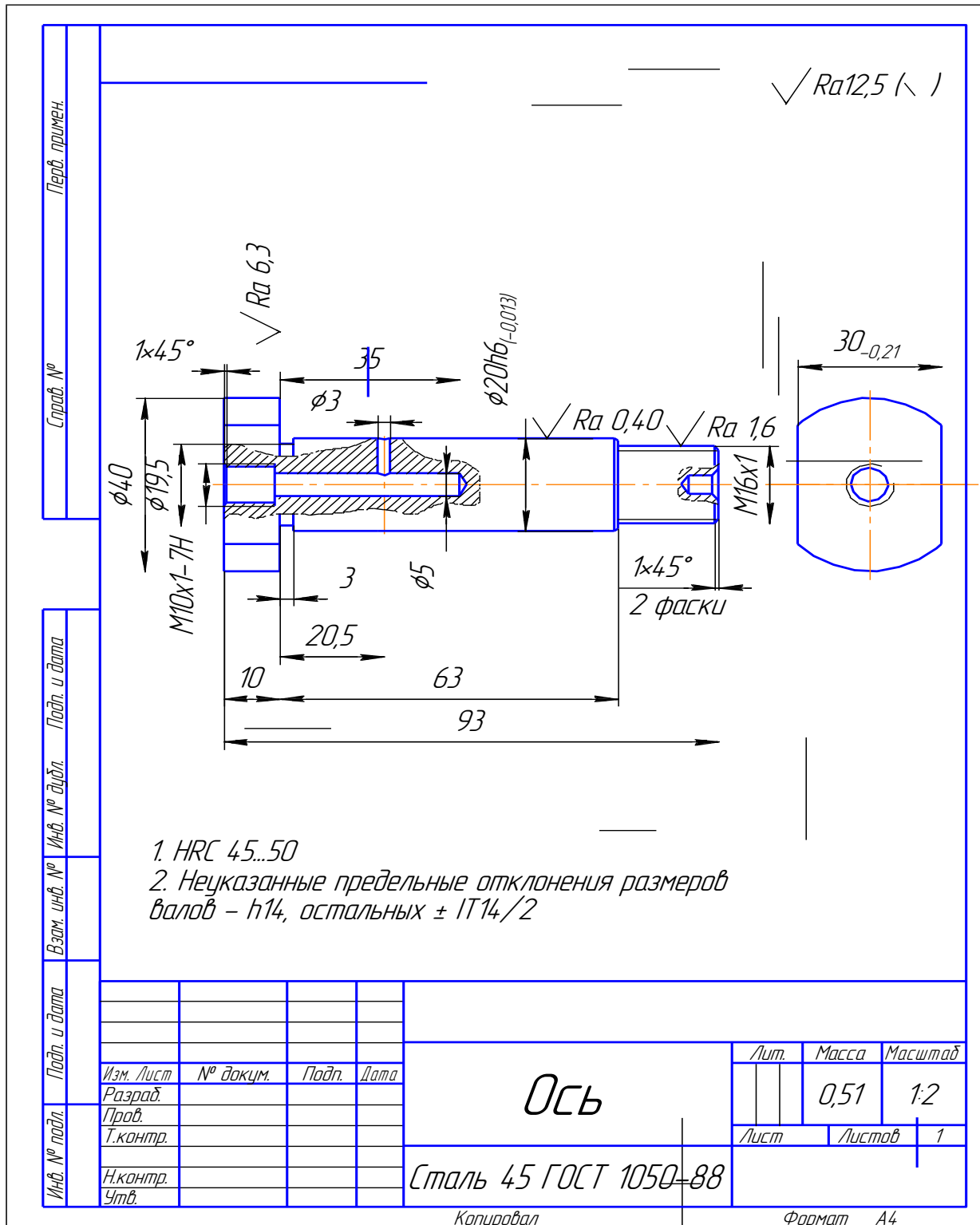


рис. 1 Чертеж детали

1.1. Анализ технологичности детали

Анализируя параметры точности размеров детали, можно заметить, что почти на все поверхности назначены относительно грубые допуски, что позволяет использовать неточное оборудование и простой измерительный инструмент. Наличие точной поверхности $\varnothing 20h6^{-0.013}$ подразумевает использование операции, обеспечивающей высокую точность размера, например – шлифования.

Параметры шероховатости Ra 12,5 мкм для всех поверхностей, а также Ra6,3 для торцевой поверхности может быть выдержаны непосредственно при токарной обработке.

В детали есть осевое ступенчатое отверстие, в котором нарезана резьба M10x1 на длине 10 мм. Также в детали имеется наружная резьба M16x1.

На $\varnothing 40$ снята лыска в размер $30^{-0.21}$ мм.

В детали также присутствует отверстие $\varnothing 3$

Также на чертеже обозначена твердость HRC 45...50, которая достижима при закалке стали 45 и дальнейшем отпуске. Программа выпуска деталей составляет 9000 штук.

Назначение и конструкция детали.

Длина оси выполнена с точностью по h14, посадки с точностью по h6.

Сталь 45 ГОСТ 1050-88 легко поддаётся обработке резанием.

Химический состав сталь Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Таблица 1

Химический состав в % стали 45		
C	0,42 - 0,5	
Si	0,17 - 0,37	
Mn	0,5 - 0,8	
Ni	до 0,25	
S	до 0,04	
P	до 0,035	
Cr	до 0,25	
Cu	до 0,25	
As	до 0,08	
Fe	~97	

Метод выполнения заготовок деталей машин определяется назначением конструкции детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку - значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления. От правильного выбора заготовки зависит трудоемкость и себестоимость обработки.

Исходные данные:

деталь – Ось;

материал - сталь 45 ГОСТ 1050-88

масса – 0,51 кг;

Согласно рекомендациям [7]. Для определения возможных методов получения заготовки определяем коды показателей:

для стали марки 40Х определяем код материала – 6;

определяем код конструктивной формы – 4;

определяем: для заготовок, полученных давлением, и для проката и массе 0,75 кг код серийности производства – 3;

определяем код массы заготовки – 2

код диаметра проката – 4.

определяем коды возможных способов получения заготовки для данной детали:
7...10.

В соответствии с таблицей 12 к числу возможных способов относятся:

7 – штамповка на молотах и прессах;

8 – штамповка на горизонтально-ковочных машинах;

9 – свободная ковка;

10 – прокат.

Т. к. анализировать четыре возможных варианта нецелесообразно, то по рекомендациям литературы [7], учитывая небольшой годовой объем выпуска и достаточно простую конфигурацию детали, в качестве наиболее рациональных выбираем следующие варианты получения заготовок:

1. горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машинах

2. получение заготовки из проката.

Наиболее рациональными методами получения заготовки из вышеперечисленных для данной детали, с учетом материала, массы, конфигурации, габаритов детали и годовой программы выпуска, являются горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ)

Себестоимость тонны заготовок после предварительной механической

обработки можно определить по формуле:

$$C_{зпп} = \frac{C_3}{K_{имп}} + \left(\frac{1}{K_{имп}} - 1 \right) \cdot A - \left(\frac{1}{K_{имп}} - 1 \right) \cdot mB$$

где: $C_{зпп}$ - Себестоимость тонны заготовок после предварительной механической обработки, тыс. руб.

C_3 — Себестоимость тонны заготовок, тыс. руб.

$K_{им}$ - коэффициент использования материала при изготовлении детали:

$$K_{им} = M_d / M_3$$

$M_{зпп}$ - масса заготовки после предварительной обработки, кг

M_3 — масса заготовки, кг

$K_{имп}$ - Коэффициент использования материала при изготовлении заготовки с предварительной обработкой.

$$K_{имп} = M_{зпп} / M_3$$

A — Стоимость снятия тонны стружки при предварительной обработке заготовки, тыс. руб.

$$A \approx 2C_3$$

m - Коэффициент полноты сдачи стружки.

B - Заготовительная цена на тонну стружки, тыс. руб.

$C_{шт}$ - себестоимость одной заготовки

$$C_{шт} = \frac{C_3 \cdot M_3}{1000}$$

Производим вычисления:

$$M_{31} = 0.75 \text{ кг}; \quad M_{32} = 0.94 \text{ кг}; \quad M_d = 0.51 \text{ кг}; \quad m = 0.85; \quad B = 4500.$$

$$K_{им1} = M_d / M_3 = 0.51 / 0.75 = 0.68$$

$$K_{им2} = M_d / M_3 = 0.51 / 0.94 = 0.54$$

$$C_{31} = 82000 \text{ руб.}, \quad C_{32} = 32500 \text{ руб.},$$

$$A_1 = 2 \cdot C_{31} = 82000 \cdot 2 = 164000 \text{ руб.} \quad A_2 = 2 \cdot C_{32} = 32500 \cdot 2 = 65000 \text{ руб.}$$

$$C_{зпп1} = \frac{C_3}{K_{имп}} + \left(\frac{1}{K_{имп}} - 1 \right) \cdot A - \left(\frac{1}{K_{имп}} - 1 \right) \cdot mB =$$

$$= \frac{82000}{0,8} + \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) \cdot 164000 - \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) \cdot 0,85 \cdot 4500 = 142544 \text{ руб.}$$

$$C_{зп2} = \frac{32500}{0,5} + \left(\frac{1}{0,5} - 1 \right) \cdot 65000 - \left(\frac{1}{0,5} - 1 \right) \cdot 0,85 \cdot 4500 = 126175 \text{ руб.}$$

$$C_{шт1} = \frac{C_{з1} \cdot M_{з1}}{1000} = \frac{142544 \cdot 0,75}{1000} = 107 \text{ руб.}$$

$$C_{шт2} = \frac{C_{з2} \cdot M_{з2}}{1000} = \frac{126175 \cdot 0,94}{1000} = 119 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по данной зависимости представлены

Технико-экономическое обоснование способа получения заготовки

Таблица 2

№	Показатель	Обозначение	Единицы измерения	Вариант	
				1	2
1	Масса заготовки	M_3	кг	0,75	0,94
2	Коэффициент использования материала	$K_{им} = M_д / M_3$		0,68	0,54
3	Себестоимость тонны заготовок	C_3	тыс.руб.	82000	32500
4	Стоимость снятия тонны стружки при предварительной обработке заготовки	A	тыс.руб.	164000	65000
5	Коэффициент полноты сдачи стружки	M		0,85	0,85
6	Заготовительная цена на тонну стружки	B	тыс.руб.	4500	4500
7	Себестоимость тонны заготовок после предварительной обработки	$C_{зп}$	тыс.руб.	142544	126175
8	Себестоимость одной заготовки	$C_{шт}$	руб.	107	119

Выбирая метод в каком способа получения заготовки горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машин, т.к. Себестоимость одной заготовки $C_{шт}$, ниже и лучше коэффициент использования материала $K_{им}$; класс точности поковки T_4 , группа материала $M1$, степень сложности $C1$.

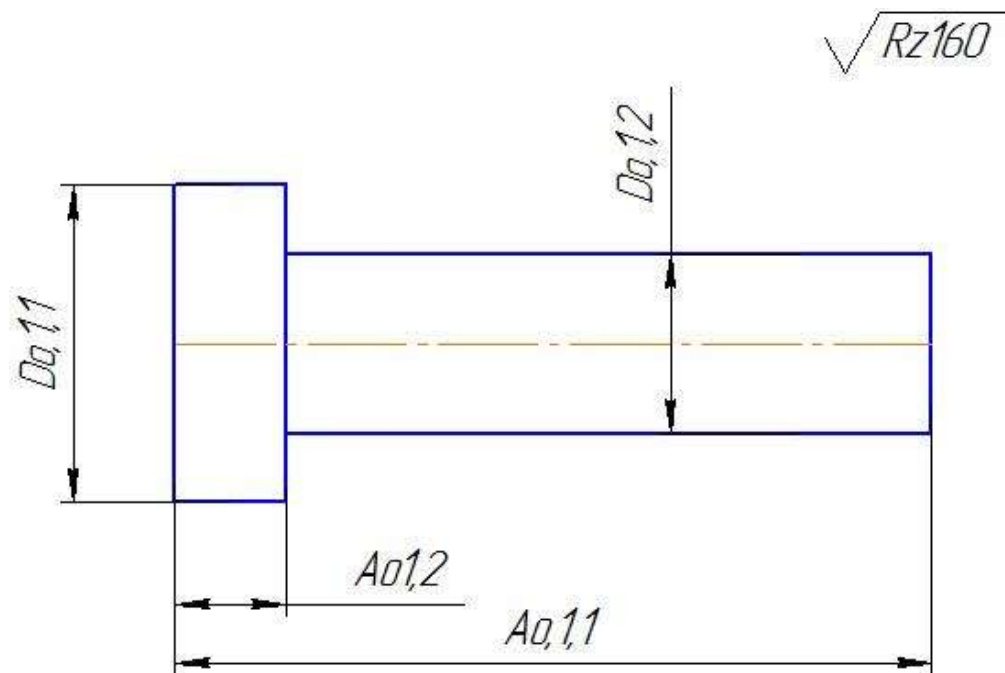


Рисунок 2 -Заготовка

1.2. Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

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

где $t_{\text{с}}$ – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}},$$

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

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

Годовой фонд времени работы оборудования определяем [5,стр.22] при односменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 2030$ ч.

Тогда

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{с}}}{N_{\text{с}}} = \frac{2030 \times 60}{9000} = 13.5 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

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

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

n – количество основных операций.

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

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5,стр.147]:

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

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

$T_{\text{о } i}$ – основное технологическое время i - ой операции, мин.

Для первой операции (токарная с ЧПУ): $\varphi_{\text{к.1}} = 2,14$;

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

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

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов: наружное точение, подрезка торца.

$$T_{\text{о1}} = (0,18 \cdot d \cdot l + 0,052(D^2)) \cdot 10^{-3}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$T_{01} = (0,18 \cdot 20 \cdot 53 + 0,052 \cdot (40^2)) \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ мин};$$

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

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 0,9 = 1,9 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй операции (см. чертеж детали)

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

где B – ширина обрабатываемой поверхности.

Тогда
$$T_{02} = (0,034 \cdot 30 \cdot 10) \cdot 10^{-3} = 0,01 \text{ мин}$$

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

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к2} \cdot T_{0.2} = 1,73 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для третьей, шлифовальной операции (см. чертеж детали):

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

тогда

$$T_{03} = (0,1 \cdot 20 \cdot 60) \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ мин},$$

Штучно – калькуляционное время данной операции так же определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к3} \cdot T_{0.3} = 2,1 \cdot 0,12 = 0,25 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{1,9 + 0,02 + 0,25}{3} = 0,72 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$K_{з.о.} = \frac{t_b}{T_{cp}} = \frac{13.5}{0,72} = 18.7 \text{ мин.}$$

Так как $K_{з.о} = 18.7$, то тип производства - Среднесерийное.

1.3. Разработка маршрута изготовления детали

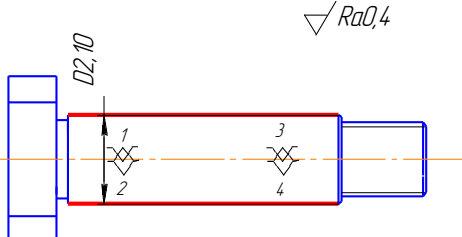
Маршрут технологии изготовления детали типа «ось» представлен в таблице 3. Предварительный маршрут включает в себя заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

Таблица 3- Маршрут обработки.

№ оп	Уст	Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
0		<u>Заготовительная</u> 1.Штамповать выдерживая размеры A0.1, A0.2 и D0.1, D0.2	
1	А	Установить и снять деталь 1.Подрезать торец выдерживая размер A1.1.	
		2.Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры D1.2 и A1.2.	
		3.Точить, выдерживая размеры D1.3 и A1.3	

		4.Точить, выдерживая размеры $D_{1,4}$, $A_{1,4}$	Technical drawing of a shaft with a diameter $D_{1,4}$ and length $A_{1,4}$. The drawing shows a cross-section with dimensions 12, 4, 5, and 3. A surface finish symbol is present.
		5. Точить фаску, выдерживая размеры A_{15} , A_{16}	Technical drawing of a shaft with a diameter $D_{1,4}$ and length $A_{1,4}$. The drawing shows a cross-section with dimensions 12, 4, 5, and 3. A surface finish symbol is present.
		6. Точить канавку выдерживая размер $A_{2,6,1}$, $A_{2,6,2}$ и $D_{2,6}$	Technical drawing of a shaft with a diameter $D_{2,6}$ and length $A_{2,6,1}$ and $A_{2,6,2}$. The drawing shows a cross-section with dimensions 12, 4, 5, and 3. A surface finish symbol is present.
		7.Нарезать резьбу $D_{2,7}$.	Technical drawing of a shaft with a diameter $D_{2,7}$ and length $A_{2,6,1}$ and $A_{2,6,2}$. The drawing shows a cross-section with dimensions 12, 4, 5, and 3. A surface finish symbol is present.
	Б	Установить и снять деталь.	Technical drawing of a shaft with a diameter $D_{2,7}$ and length $A_{2,6,1}$ and $A_{2,6,2}$. The drawing shows a cross-section with dimensions 12, 4, 5, and 3. A surface finish symbol is present.
		8. Подрезать торец выдерживая размер $A_{2,8}$	Technical drawing of a shaft with a diameter $D_{2,7}$ and length $A_{2,6,1}$ and $A_{2,6,2}$. The drawing shows a cross-section with dimensions 12, 4, 5, and 3. A surface finish symbol is present.
		9. Точить, выдерживая размер $D_{2,9}$	Technical drawing of a shaft with a diameter $D_{2,9}$ and length $A_{2,6,1}$ and $A_{2,6,2}$. The drawing shows a cross-section with dimensions 12, 4, 5, and 3. A surface finish symbol is present.
		10. Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры $D_{2,7,1}$	Technical drawing of a shaft with a diameter $D_{2,7,1}$ and length $A_{2,6,1}$ and $A_{2,6,2}$. The drawing shows a cross-section with dimensions 12, 4, 5, and 3. A surface finish symbol is present.

		11.Сверлить отв., выдерживая размеры $D_{2,11}$ и $A_{2,11}$.	
		12.Рассверлить отв., выдерживая размеры $D_{2,12}$ и $A_{2,12}$.	
		13.Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,13}$.	
		14.Нарезать резьбу, выдерживая размеры $D_{2,14}$	
2	А	<u>Фрезерная</u> Установить и снять деталь. Фрезеровать в размер $A_{3,1}$	
	Б	<u>Фрезерная</u> Фрезеровать в размер $A_{3,2}$	
3		<u>Сверлильная</u> Установить, и снять деталь. 1.Сверлить отв. выдерживая размеры $D_{2,11}$ и $A_{3,3}$	
4		<u>Термическая</u> 1.Закалить.	

		2.Отпустить до твердости HRC40...45.	
5		<u>Круглошлифовальная</u> Установить и снять деталь. Шлифовать выдерживая размер $D_{2,10}$	

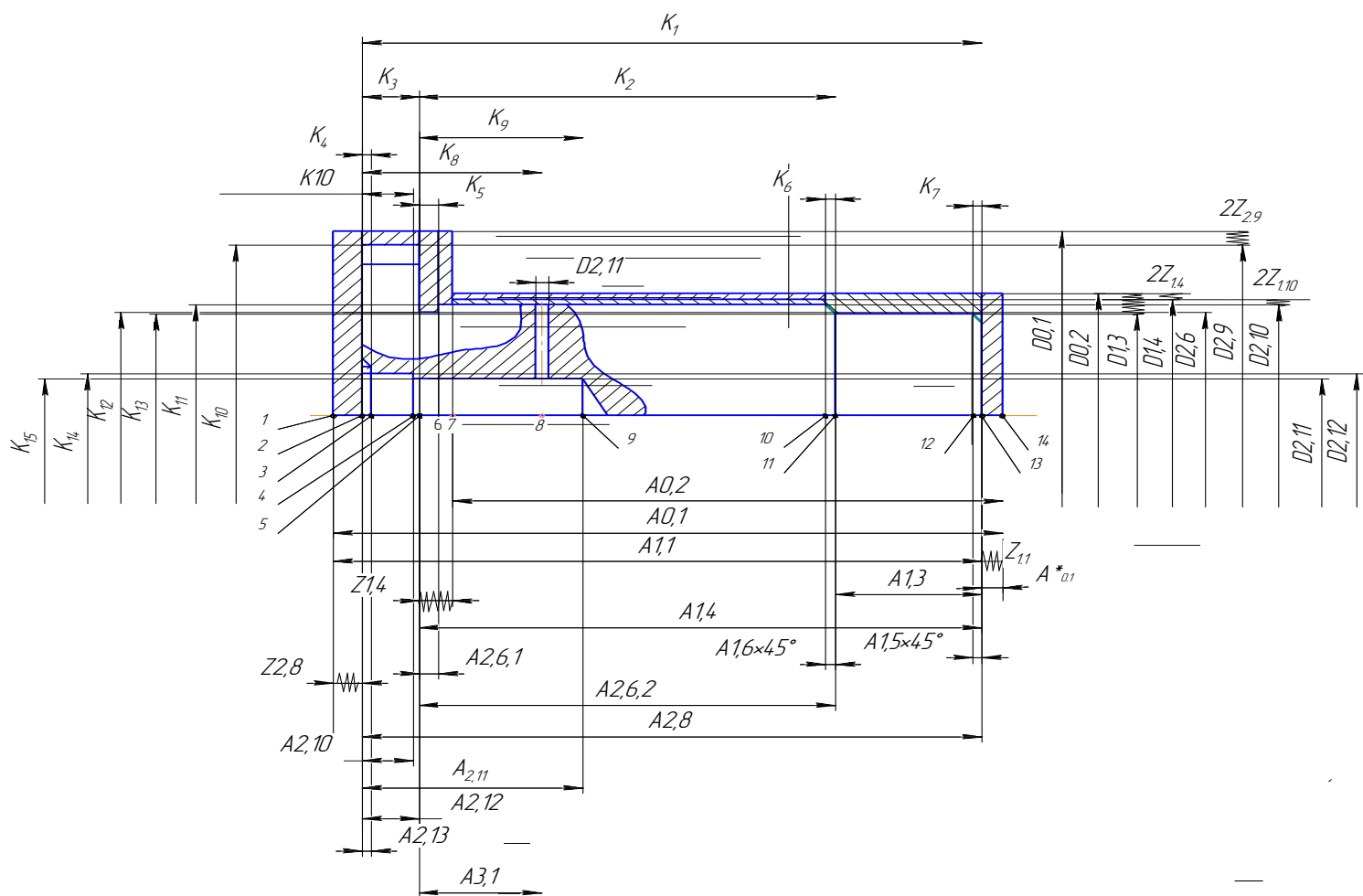


рис. 3 Размерная схема

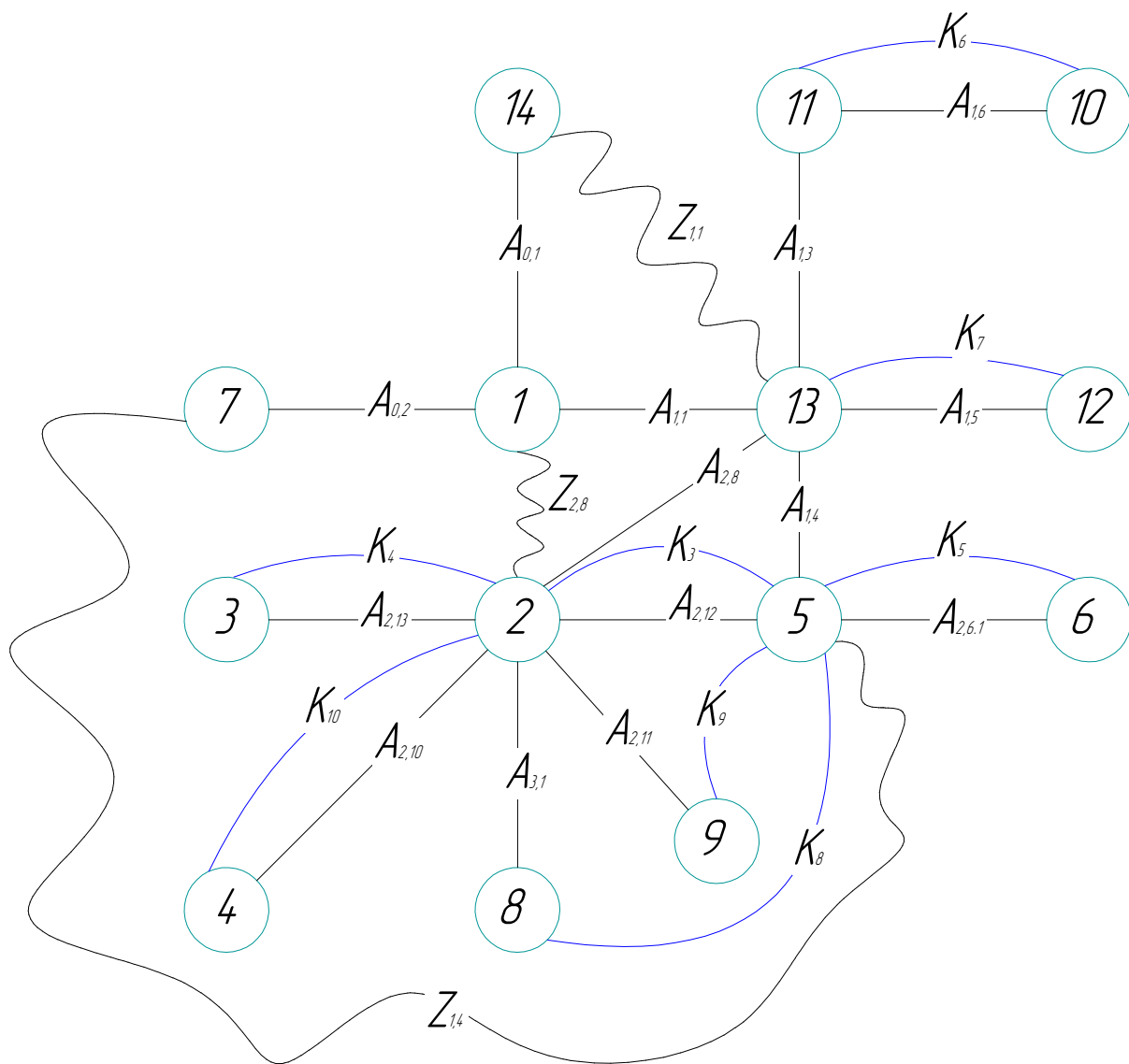


рис. 4 Граф технологических размеров

1.4. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовление детали

1.4.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях

механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размерам заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Допуски

на осевые размеры, мм.

$$TA_{01} \omega_c = 0,40$$

$$TA_{02} \omega_c = 0,30$$

$$TA_{2,8} \omega_c = 0,40$$

$$TA_{1,1} = 0,40$$

$$TA_{1,3} = 0,20$$

$$TA_{1,4} = 0,40$$

$$TA_{1,5} = 0,10$$

$$TA_{1,6} = 0,10$$

$$TA_{2,6,1} = 0,25$$

$$TA_{2,6,2} = -0,74$$

$$TA_{2,10} = 0,87$$

$$TA_{2,11} = -0,62$$

$$TA_{1,12} = -0,36$$

$$TA_{3,1} = -0,52$$

Допуски

на диаметральные размеры, мм.

$$TD_{0,1} = -0,62$$

$$TD_{0,2} = -0,52$$

$$TD_{1,3} = +0,43$$

$$TD_{01} = -0,52$$

$$TD_{2,9} = -0,52$$

$$TD_{2,10} = -0,013$$

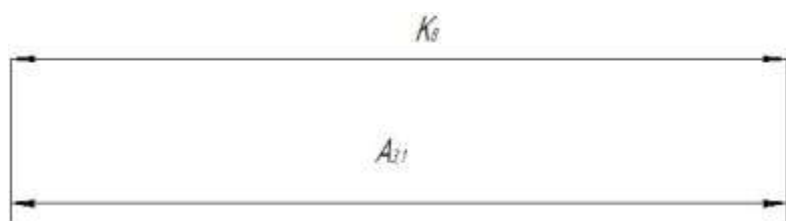
$$TD_{2,11} = -0,36$$

1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

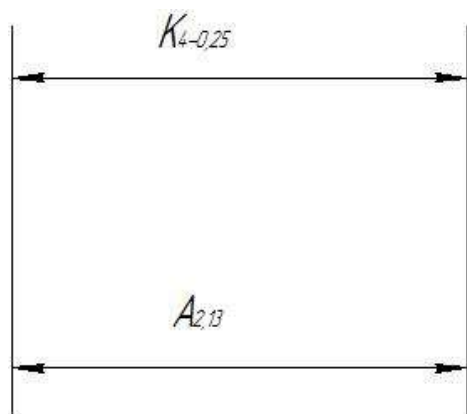
Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров необходимо построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. На

данную схему наносят все технологические размеры, припуски на обработку, а так же конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы выделяют размерные цепи, замыкающими звеньями в которых являются конструкторские размеры и припуски на обработку.

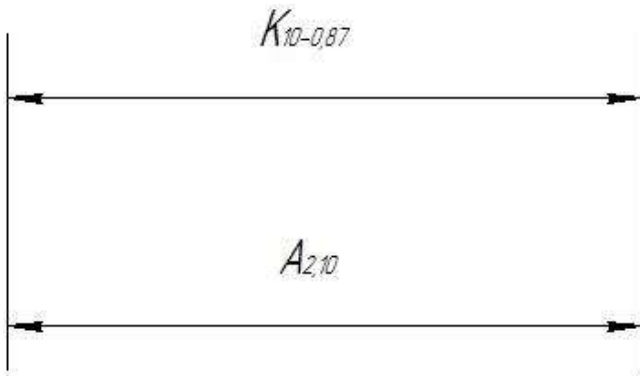
Конструкторские размеры выдерживаемые непосредственно:



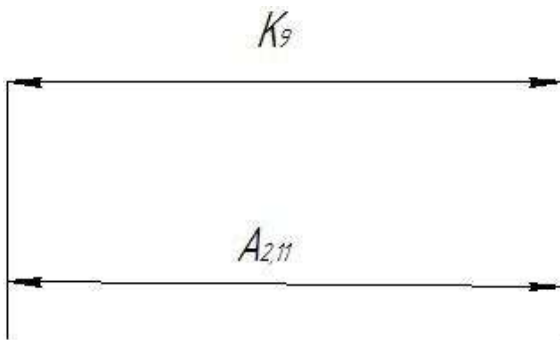
$$1.A_{3,1}=K_8=20,5_{-0,52}$$



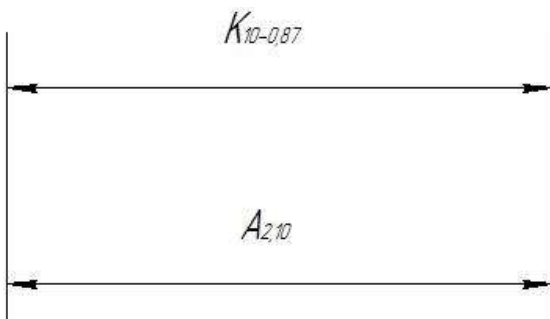
$$2.A_{2,13}=K_4=1\pm 0,125\text{мм}$$



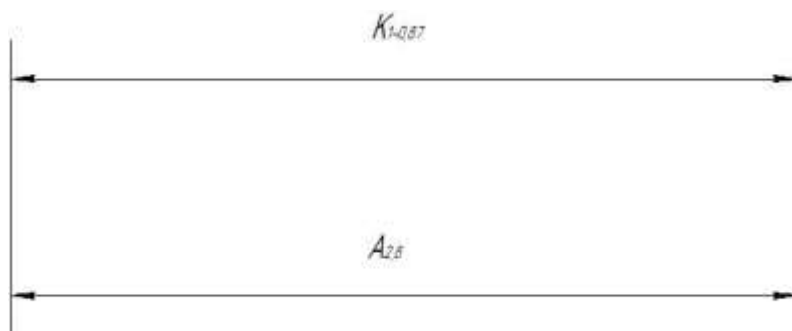
$$3.A_{2,12}=K_{10}=10_{-0,87}\text{MM}$$



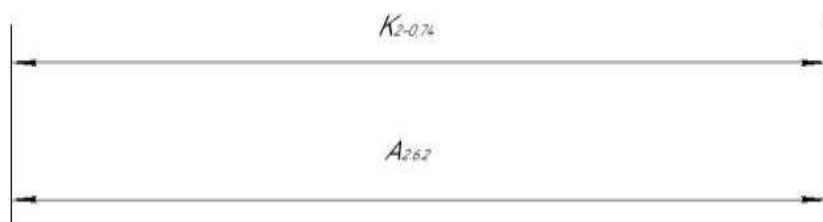
$$4.A_{2,11}=K_9=35_{-0,62}\text{MM}$$



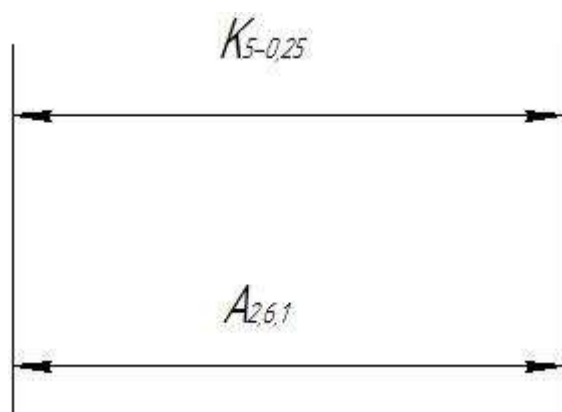
$$5.A_{2,10}=K_{10}=10_{-0,36}\text{MM}$$



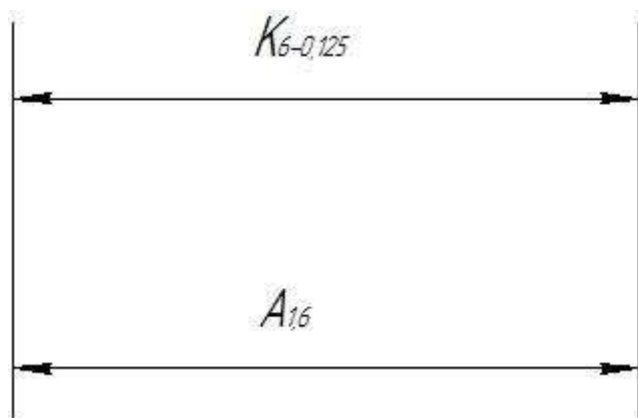
$$6.A_{2.8}=K_1=93_{-0.87}\text{MM}$$



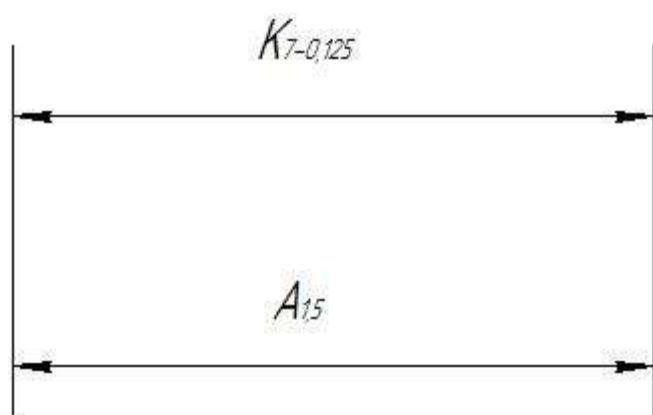
$$7.A_{2.6.2}=K_2=63_{-0.74}\text{MM}$$



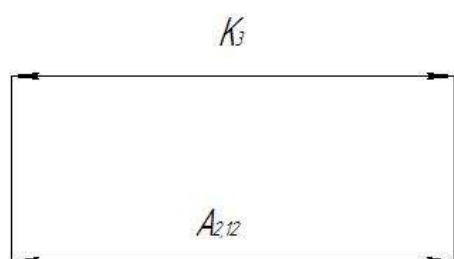
$$8.A_{2.6.1}=K_5=3_{-0.25}\text{MM}$$



$$9.A_{1.6}=K_6=1\pm0.125\text{mm}$$



$$10.A_{1.5}=K_7=1\pm0.125\text{mm}$$



$$11.A_{2.12}=K_3=10_{-0.87}$$

$$12.A_{1.4}=83\pm0.1$$

$$13.A_{1.3} = 20 \pm 0.1$$

1.4.3. Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический [7].

При нормативном методе значения $z_{i \min}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе $z_{i \min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

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

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

$R_{z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2}, \quad (5)$$

где: $\rho_{\phi_{i-1}}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

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

$$Z_{min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

$$Z_{min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i = 100 + 300 + 120 + 500 = 1020$$

$$Z_{min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i = 120 + 300 + 110 + 500 = 1030$$

$$Z_{min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i = 200 + 300 + 140 + 500 = 1140$$

$$Z_{min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

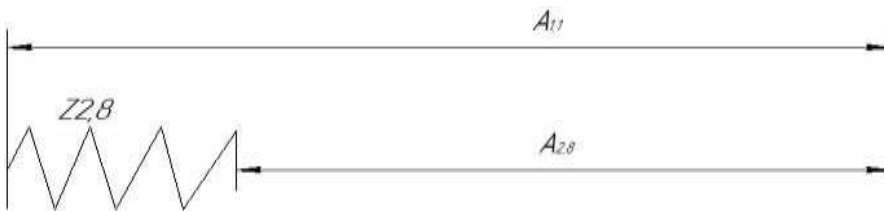
$$Z_{min} = 2(175 + 300 + \sqrt{110^2 + 500^2}) = 1085 \times 2 = 2170$$

$$Z_{min} = 2(200 + 400 + \sqrt{16,6^2 + 500^2}) = 1116 \times 2 = 2232$$

$$Z_{min} = 2(200 + 400 + \sqrt{56^2 + 500^2}) = 1156 \times 2 = 2312$$

$$Z_{min} = 2(50 + 50 + \sqrt{30^2 + 0^2}) = 130 \times 2 = 260$$

1.4.4. Расчет осевых технологических размеров



$$A_{1.1}^{cp} = Z_{2.8}^{cp} + A_{2.8}^{cp}$$

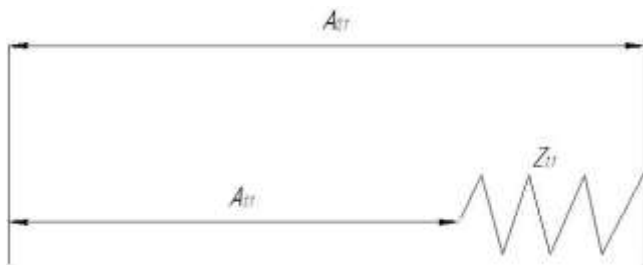
$$Z_{2.8}^{cp} = \frac{Z_{2.8}^{max} + Z_{2.8}^{min}}{2} = \frac{Z_{min}^{2.8} + TA_{2.8} + TA_{1.1} + Z_{min}^{2.8}}{2} =$$

$$= \frac{2Z_{min}^{2.8} + TA_{2.8} + TA_{1.1}}{2} = \frac{2 \cdot 1020 + 0.4 + 0.4}{2} = \frac{2,040 + 0.8}{2} = \frac{2.84}{2} = 1.42 \text{ мм}$$

$$A_{2.8}^{cp} = 92.565 \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^{cp} = 1.42 + 92.565 = 93.985 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 93.985 \pm 0.2 = 94.185_{-0.4} = 94.2_{-0.4} \text{ мм}$$



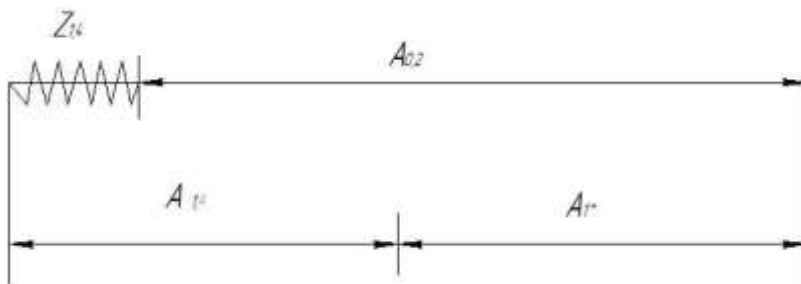
$$A_{0.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} + Z_{1.1}^{cp}$$

$$A_{1.1}^{cp} = 94 \text{ mm}$$

$$Z_{1.1}^{cp} = \frac{Z_{min}^{1.1} + TA_{0.1} + TA_{1.1}}{2} = \frac{2 \cdot 1030 + 0.4 + 0.4}{2} = \frac{2,060 + 0.8}{2} = \frac{2.86}{2} = 1.43 \text{ mm}$$

$$A_{0.1}^{cp} = 94 + 1.43 = 95.43$$

$$A_{0.1} = 95.43 \pm 0.2 = 95.63_{-0.4} = 95.7_{-0.4} \text{ mm}$$



$$A_{0.2}^{cp} = A_{1.4}^{cp} + A_{1.1}^{cp} - Z_{1.4}^{cp}$$

$$A_{1.4}^{cp} = 84 \text{ mm}$$

$$A_1^{*cp} = 1.43$$

$$Z_{1.4}^{cp} = \frac{Z_{min}^{1.4} + TA_{0.2} + TA_{1.4}}{2} = \frac{2 \cdot 1140 + 0.3 + 0.2}{2} = \frac{2,78}{2} = 1.39 \text{ mm}$$

$$A_{0.2}^{cp} = 83 + 1.43 - 1.39 = 83.04$$

$$A_{0.2} = 83.04 \pm 0.15 = 83.1 \pm 0.15 \text{ mm}$$

1.4.5. Расчет диаметральных технологических размеров

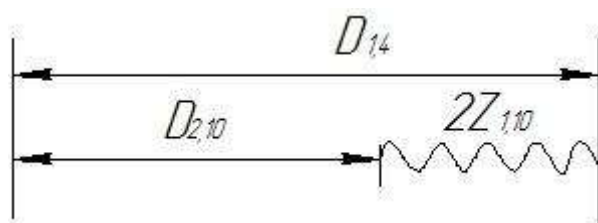
$$1. D_{2.11} = K_{15}$$

$$2. D_{2.12} = K_{14}$$

$$3. D_{2.6} = K_{12}$$

$$4. D_{1.3} = K_{13}$$

5.



$$D_{1,10}^{cp} + 2Z_{1,10}^{cp} = D_{1,4}^{cp}$$

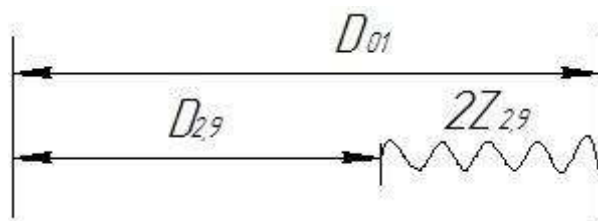
$$D_{1,10}^{cp} = 19,935 \text{ мм}$$

$$2Z_{1,10}^{cp} = \frac{2Z_{1,10}^{мин} + TD_{1,4}TD_{1,10}}{2} = \frac{2 \times 0,26 + 0,52 + 0,013^2}{2} = 0,5265 \text{ мм}$$

$$D_{1,4}^{cp} = 19,935 + 0,5265 = 20,4615$$

$$D_{1,4} = 20,4615 \pm 0,26 = 20,7215_{-0,52} = 20,8_{-0,52}$$

6.



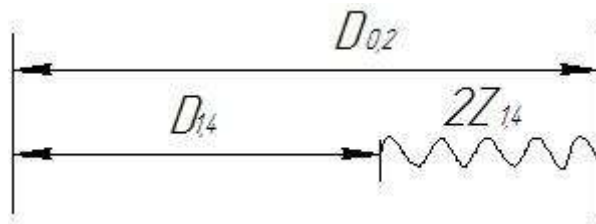
$$D_{2,9}^{cp} + 2Z_{2,9}^{cp} = D_{0,1}^{cp}$$

$$2Z_{2,9}^{cp} = \frac{2 \times Z_{2,9}^{мин} + TD_{0,1}TD_{2,9}}{2} = \frac{2 \times 2,312 + 0,62 + 0,52}{2} = 2,882 \text{ мм}$$

$$D_{2,9}^{cp} = 39,69 + 2,882 = 42,572$$

$$D_{2,9} = 42,572 \pm 0,31 = 42,882_{-0,52} = 43_{-0,52}$$

7.



$$D_{1,14}^{cp} + 2Z_{1,14} = D_{0,2}^{cp}$$

$$D_{1,4}^{cp} = 20,54$$

$$2Z_{1,14}^{cp} = \frac{2 \cdot 2Z_{1,14}^{мин} + TD_{1,4} + D_{0,2}}{2} = \frac{2 \times 2,232 + 0,52 + 0,52}{2} = 2,752 \text{ мм}$$

$$D_{1,14}^{cp} = 20,54 + 2,752 = 23,292 \text{ мм}$$

$$D_{1,4} = 23,292 \pm 0,26 = 23,552_{-0,52} = 23,6_{-0,52} \text{ мм}$$

1.5. Расчет режимов и мощности резания переходов

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка [6].

1. Токарная операция с ЧПУ.

Выполняется на токарном станке с ЧПУ Hundai L300LA. со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя 0-3000 об/мин регулируется бесступенчато, что позволяет использовать почти любую частоту.
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 7.5

Установ А.

1) Подрезка торца 1.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава T15K6

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

Глубина резания:

проход: $t=2$ мм

Подача: $S=0,2$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

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

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

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

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

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

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

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.56^{0.15} \cdot 0.49^{0.35}} \cdot 0.93 = 120 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{120 \cdot 1000}{3.14 \cdot 21.3} = 1794 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

где K_P - поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания. $K_P=K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}$;

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

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 0.94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.79$$

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

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 181,84^{-0,15} \cdot 0,79 = 437,9\text{Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 167,5^{-0,15} \cdot 0,79 = 359,5\text{Н}$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,56$$

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

$$P_{y1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 181,8^{-0,3} \cdot 0,56 = 140,9\text{Н}$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0,56^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 167,52^{-0,3} \cdot 0,56 = 116,45\text{Н}$$

$$3) K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,99$$

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

$$P_{x1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 181,84^{-0,4} \cdot 0,99 = 232\text{Н}$$

$$P_{y2} = 10 \cdot C_P \cdot t_2^x \cdot S_2^y \cdot V_2^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,56^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 167,52^{-0,4} \cdot 0,99 = 168,4\text{Н}$$

2) Рассверлить отверстия до $\varnothing 9^{+0,35}$ мм.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\phi=60^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=2$ мм

Глубина резания:

За один проход: $t=2$ мм.

Подача: $S=0,3$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

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

$$C_V = 290, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,93 = 20 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{20 \cdot 1000}{3,14 \cdot 10} = 636 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

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

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

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 141,9^{-0,15} \cdot 0,79 = 773,6 \text{ Н}$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,56$$

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

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 141,9^{-0,3} \cdot 0,56 = 229,6 \text{ Н}$$

$$3) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,99$$

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

$$P_x = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 141,9^{-0,4} \cdot 0,99 = 369,8 \text{ Н}$$

3) Наружное точение до $\varnothing 40_{-0,2}$

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

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

Глубина резания:

За два прохода: $t = 0,75$ мм,

Подача: $S = 0,2$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

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

$$1) C_V = 290, \ x = 0,15, \ y = 0,35, \ m = 0,2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,49^{0,35}} \cdot 0,93 = 158,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{158,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 40} = 1263 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

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

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

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 158,7^{-0,15} \cdot 0,84 = 502,4 \text{ Н}$$

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

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

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 158,7^{-0,3} \cdot 0,74 = 190,9 \text{ Н}$$

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

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

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 158,7^{-0,4} \cdot 0,9 = 211,4 \text{ Н}$$

4) Фрезерование лысок

Инструмент:

Дисковая фреза

Параметры инструмента: D=63 мм, B=6мм, z=16

Глубина резания:

t=5 мм,

Подача: S=0.12 мм/зуб.

Скорость резания.

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

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

$$1) C_v = 690 \ x = 0,3, \ y = 0,4, \ u = 0,1 \ p = 0 \ m = 0,35 \ T = 120 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{690 \cdot 40^{0,2}}{120^{0,35} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 6^{0,1} \cdot 16^0} \cdot 0,93 = 80 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = \frac{80 \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = 404 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_p = 261, x = 0,9, y = 0,8, u = 1,1, q = 1,1, w = 0,1, K_{MP} = 0,96$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,12^{0,8} \cdot 6^{1,1} \cdot 16}{40^{1,1} \cdot 1540^{0,1}} = 1230,8 \text{ Н}$$

$$P_h = 0,8 \cdot P_z = 0,8 \cdot 1230,8 = 870,61 \text{ Н}$$

$$P_v = 0,7 \cdot P_z = 0,7 \cdot 1230,8 = 810,3 \text{ Н}$$

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 1230,8 = 520,8 \text{ Н}$$

$$P_x = 0,2 \cdot P_z = 0,2 \cdot 1230,8 = 245,18 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1230,8 \cdot 63}{200} = 362,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1230,8 \cdot 331,7}{61200} = 6,2 \text{ кВт.}$$

Необходимую мощность оборудования производим по наибольшему значению P_z .

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{870,61 \cdot 141,2}{1020 \cdot 60} = 2,5 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

2. Сверлильная операция.

Выполняется на вертикально- сверлильном станке 2Н135 со следующими характеристиками:

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

1) Сверление отверстия $\varnothing 3^{+0,1}$ мм.

Инструмент:

Спиральное сверло из быстрорежущей стали $\varnothing 3$ мм.

Глубина резания:

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ мм.}$$

Подача: $S = 0,27$ мм/ об.

Скорость резания:

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

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

$$C_V = 9.8 \quad q = 0.4, \quad y = 0.5, \quad m = 0.2 \quad T = 45 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_V = \frac{9.8 \cdot 3^{0.4}}{45^{0.2} \cdot 0.27^{0.5}} \cdot 1.09 = 18 \text{ м/мин}$$

Расчет крутящего момента:

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

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

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.0345 \cdot 3^2 \cdot 0.27^{0.7} \cdot 0.9 = 21.5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет осевой силы:

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_P = 68, \quad y = 0.7, \quad q = 1, \quad K_p = K_{MP} = 0.9$$

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 3 \cdot 0.27^{0.7} \cdot 0.9 = 3183 \text{ Н}$$

Расчет требуемой мощности:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{28 \cdot 1000}{3.14 \cdot 3} = 855 \text{ об/мин}$$

Принимаем по паспорту станка: $n_\phi = 800 \text{ об/мин}$,

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{n_\phi \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{800 \cdot 3.14 \cdot 3}{1000} = 25.1 \text{ м/мин}$$

2) Нарезание резьбы М10 в отверстиях.

Инструмент:

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

Параметры: $D = 10 \text{ мм}$.

Глубина резания: $t = 0.5$

Подача: $S = 2.5 \text{ мм/об}$.

Скорость резания:

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

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

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

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

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

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

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{64,8 \cdot 10^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 2,5^{0,5}} \cdot 1 = 32 \text{ м/мин}$$

Расчет крутящего момента:

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

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

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0270 \cdot 10^{1,4} \cdot 2,5^{1,5} \cdot 1 = 54,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{54,4 \cdot 414}{9750} = 2,7 \text{ кВт.}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{26 \cdot 1000}{3,14 \cdot 10} = 414 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 300 \text{ об/мин}$,

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{n_\phi \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{355 \cdot 3,14 \cdot 10}{1000} = 18,3 \text{ м/мин}$$

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

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

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

2 Круглошлифовальная операция.

Выполняется на круглошлифовальном ОШ-660 станке со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин: 1260.
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 13

1) Наружное шлифование до $\varnothing 20_{-0,013}$

Инструмент: Шлифовальный круг.

Параметры: Ширина (В) = 16 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга: $V_k = 30 \text{ м/с}$,

Скорость заготовки: $V_3 = 20 \text{ м/мин}$,

Глубина шлифования: $t = 0,01 \text{ мм}$,

Продольная подача: $S = 0,2B = 0,7 \cdot 16 = 3,2 \text{ мм/об}$.

Расчет эффективной мощности:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

где d – диаметр шлифования.

$C_N = 2,65$, $r = 0,5$, $x = 0,5$, $y = 0,55$, q -

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,65 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 20^{0,55} = 4,4 \text{ кВт}$$

1.6. Нормирование технологических операций

1.6.1. Расчет основного времени

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

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

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

где L – расчетная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

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

здесь l – размер детали на данном переходе, мм;

l_1 – величина подвода инструмента, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм.

l_3 – величина перебега инструмента, мм.

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

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

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

где t – глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

1. Токарная операция с ЧПУ .

1.1 Для подрезки торца 1.

$$1) \quad t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(95 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 470} = 0,8 \text{ мин};$$

$$2) \quad t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123 + 1 + 0,32 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 434} = 0,6 \text{ мин}$$

1.2 Расточка отверстия до $\varnothing 10^{+0,35}$ мм.

$$1) \quad t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 494} = 0,24 \text{ мин}$$

$$2) \quad t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,24 + 1) \cdot 1}{0,32 \cdot 700} = 0,31 \text{ мин}$$

1.3 Точение поверхности 5 до $\varnothing 20,9_{-0,3}$ мм с подрезкой торца.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(62,81 + 1 + 0,75 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 411} = 0,94 \text{ мин}$$

1.4 Снятие фаски .

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

2. Сверлильная операция.

2.1 Сверление отверстия $\varnothing 5^{+0,3}$.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(45,6 + 1 + 5,3 + 1) \cdot 2}{0,27 \cdot 500} = 0,7 \text{ мин}$$

2.2 Нарезание резьбы в отверстии.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(10 + 1 + 0 + 1) \cdot 2}{2,5 \cdot 355} = 0,15 \text{ мин}$$

3.Круглошлифовальная операция.

Наружное шлифование до $\varnothing 20_{-0,013}$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(63 + 0 + 10 + 0) \cdot 35}{3,2 \cdot 1260} = 0,6 \text{ мин}$$

1.6.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали [8].

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

Где $t_{\text{уст}}$ - время на установку и снятие детали;

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

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

1. Токарная операция с ЧПУ.

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

Первый установ.

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

Второй установ.

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

2. Сверлильная операция.

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

3.Круглошлифовальная операция

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,3 + 0,6 + 0,38 = 1,28 \text{ мин};$$

1.6.3 Расчет оперативного времени

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} \quad (11)$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

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

Установ Б.

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

2. Сверлильная операция.

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

3. Круглошлифовальная операция.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 10,1 + 1,28 = 11,38 \text{ мин}$$

1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} \quad (12)$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} = 0,03 * 5,53 = 0,2 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} = 0,03 * 7,17 = 0,2 \text{ мин;}$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} = 0,02 * 1,21 = 0,024 \text{ мин;}$$

3. Круглошлифовальная операция.

$$t_{\text{обс}} = 0,08 \text{ мин;}$$

1.6.5 Расчет времени на отдых

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}} \quad (13)$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

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

Установ Б.

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

2. Сверлильная операция.

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

3. Круглошлифовальная операция.

$$t_{отд} = \beta * t_{оп} = 0,06 \cdot 11,38 = 0,68 \text{ мин.}$$

1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени.

1.Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{пз} = 12 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{пз} = 12 \text{ мин}$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{пз} = 9 \text{ мин}$$

3. Круглошлифовальная операция.

$$t_{пз} = 8 \text{ мин}$$

1.6.7 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} \quad (14)$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 4,7 + 0,53 + 0,2 + 0,22 = 5,65 \text{ мин};$$

Установ Б.

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

2. Сверлильная операция.

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

3. Круглошлифовальная операция.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 10,1 + 1,28 + 0,08 + 0,68 = 12,14 \text{ мин};$$

1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{\text{шт.к}} = \sum t_{\text{шт}} + \frac{\sum t_{\text{пз}}}{N}, \quad (15)$$

где N – объем партии деталей.

$$t_{\text{шт.к}} = 25,7 + \frac{40,5}{9000} = 25,7 \text{ мин.}$$

1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки



Рисунок 5 - Токарный центр с ЧПУ. Hyundai L300LA.

Токарные станки с ЧПУ с наклонной станиной многофункциональны, обладают высокой точностью и скоростью обработки. Предназначены для изготовления высокоточных и сложных деталей на предприятиях различных отраслей промышленности с применением современных инструментов. Наклонная станина обеспечивает свободный сход стружки и удобный доступ к обрабатываемой детали. Конструкция станины изготовлена по современной технологии с наклоном 60 или 45 градусов в зависимости от модели станка, что способствует сокращению времени простоя оборудования. Наклонная станина занимает меньшую площадь, что позволяет легко убирать стружку и очищать станок. В стандартном варианте установлена 12-ми позиционная револьверная головка, система ЧПУ FANUC 0i-Mate, сервоприводы FANUC, двигатель шпинделя с частотным преобразователем, гидравлический патрон. Пиноль задней бабки с гидравлическим приводом. Она легко передвигается и фиксируется.

Технические характеристики: токарного станка с ЧПУ L300LA Таблица 4

Параметры	Единица измерения	Величина
Мах диаметр обрабатываемой детали над станиной	мм	Ø400
Мах диаметр обрабатываемой детали над суппортом	мм	Ø260
Мах длина обрабатываемой детали	мм	400
Мах диаметр обраб. детали	мм	Ø285
Мах диаметр прутка	мм	Ø42
Диаметр гидравлического патрона	мм	Ø165
Тип переднего конца шпинделя		A2-5
Диаметр отверстия в шпинделе	мм	Ø57
Скорость вращения шпинделя	Об/мин	70-3000
Мощность привода шпинделя	кВт	7.5
Диаметр пиноли задней бабки	мм	Ø70
Ход пиноли задней бабки	мм	80
Конус пиноли		No.4
Угол наклона станины	°	45
Перемещения X/Z	мм	165/410
Скорость перемещений X/Z	м/мин	12/16
Число резцов, одновременно устанавливаемых в резцедержателе	шт.	8

Станок фрезерный 6P12

Горизонтальные консольно-фрезерные станки имеют горизонтально расположенный, не меняющий своего места шпиндель. Стол может перемещаться перпендикулярно к оси шпинделя в горизонтальном и вертикальном направлениях и вдоль оси, параллельной ей.

Станки предназначены для обработки всевозможных деталей из стали, чугуна, труднообрабатываемых и цветных металлов, главным образом торцовыми и концевыми фрезами. На станках можно обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы, углы, рамки, криволинейные поверхности.



Рисунок 6 - Фрезерный станок 6P12

Таблица 5 - Технические характеристики 6P12

Наименование параметра	6P12
Размеры поверхности стола, мм	1250x320
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	250
Наибольший продольный ход стола (X), мм	800
Наибольший поперечный ход стола (Y), мм	250
Наибольший вертикальный ход стола (Z), мм	420
Мощность привода главного движения, кВт	7,5

Частота вращения шпинделя, об/мин	40-2000
Количество скоростей шпинделя	18
Перемещение пиноли шпинделя, мм	70
Пределы продольных и поперечных подач стола (X. Y), мм/мин	12.5-1600
Пределы вертикальных подач стола (Z), мм/мин	4,1-530
Количество подач продольных/ поперечных/ вертикальных	22
Скорость быстрых перемещений X, Y/Z поперечных, м/мин	4/1,330
Масса станка, кг	3120

Универсальный сверлильный станок 2Н135



Рисунок 7- Сверлильный станок 2Н135

Станок предназначен для черновой и чистовой обработки сверлом, либо фрезой незакаленных деталей различной формы и конфигурации. Полуавтомат имеет компоновку с горизонтальной тарелкой изделия.

Технические характеристики:

Таблица 6- Технические характеристики станка 2Н135

Наибольший диаметр обработки, мм	620
Наибольшая длина	800

заготовки, мм	
Наибольшая ширина венца, мм	250
Модуль, мм	8
Наибольший номинальный делительный диаметр, мм	250
Наибольшая ширина, мм	40
Посадочный диаметр, мм	63,5
Наибольший угол поворота головки от среднего положения, град	30
Наибольшее продольное перемещение стола, мм	250
Наибольшее поперечное перемещение стола, мм	65
Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм	225
Расстояние между осями шпинделей инструмента и изделия, мм	120 285
Наибольший угол поворота направляющих стола от среднего положения, град	-30...+90
Наибольшая величина перемещения копира от нулевого положения мм	15
Наибольший угол поворота копира, град	45
Диапазон частоты вращения шпинделя инструмента, мин-1	56... 60
Диапазон скоростей горизонтальных перемещений стола, мм/мин	15...300
Значения радиальных подач стола, мм	0,02, 0,04
» Наибольшее значение снимаемого припуска, мм	
при обычном шевинговании	0,4
при врезном шевинговании	3

Величины разгружающ го отскока, мм	0,02, 0,04
Суммарная мощность, кВт	6,7
Габариты, мм (длина x ширина x высота)	1750x2200x2120
Масса, кг	4700
Класс точности полуавтомата по ГОСТ 8-82	B

Круглошлифовальный ОШ600

Станок круглошлифовальный ОШ-600Ф3 - полуавтомат с ЧПУ - для шлифования кулачков распределительных валов.

Полуавтомат с ЧПУ ОШ-600Ф3 предназначен для чернового и чистового шлифования кулачков распределительных валов с выпуклым профилем, а также для обработки деталей аналогичного типа с закреплением в центрах или патроне и шлифовки наружных цилиндрических и конических поверхностей гладких и ступенчатых изделий.

Формообразование профиля кулачка осуществляется программно, а изменение размеров профиля кулачка - перепрограммированием системы ЧПУ.



Рисунок 8 - Круглошлифовальный станок ОШ-660

Таблица 7 - Технические характеристики универсального круглошлифовального станка ОШ-660

Наименование параметров	Значение параметров
	ОШ-660
Длина шлифования / диаметр шлифования, мм	1100/240
Шлифовальный круг DxdxH, мм	500x203x50
Мощность привода шлифовального круга, кВт	5,0(3,0)
Управляемые от командоконтроллера линейные координаты	
Наибольшее перемещение:	
- продольное (Z), мм	1380
- поперечное (X), мм	340
Масса станка с приставным оборудованием, кг	8000

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Технологическо-конструкторская часть

На формате А4 приведен технологический эскиз маршрутного технологического процесса механической обработки, выполняемой на вертикально-сверлильном станке модели 2Н135. За один рабочий ход получаем одно отверстие Ø3 мм.

На чертеже указаны все необходимые размеры, технические требования, шероховатость обрабатываемых поверхностей, места приложения усилий (для фиксации детали) в соответствии с ГОСТ 3.1107-81 [1, с. 237], проставлены базы [7, с. 9]. Показан режущий инструмент (в конце рабочего хода) и траектории его движения.

2.1. Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления.

Расчет усилия зажима заготовки.

Закрепление заготовки осуществляется силой W .

Базовым поверхностям обрабатываемой детали соответствуют установочные поверхности приспособления.

Детали приспособлений, несущие установочные поверхности, применяют в виде опорных штырей, пластин, призм, установочных пальцев и т.п. В ряде случаев в установочную систему входят ориентирующие или центрирующие механизмы и механизмы опор.

Установочные детали и механизмы делятся на основные и вспомогательные.

Основные предусматриваются схемой базирования и определяют положение детали в соответствии с правилом шести точек.

Вспомогательные вводятся иногда в установочную систему не для целей базирования, а лишь для повышения устойчивости и жесткости обрабатываемой детали и противодействия силам резания.

В нашем случае торцовая поверхность детали, несущая одну опорную точку. Две цилиндрических поверхность несущие по две опорные точки, является центрирующими базами. Конструкции и размеры установочных деталей должны

выбираться по ГОСТ или нормам машиностроения, т.к. большинство из них гостированы или нормализованы .

В нашем случае конструкции и размеры установочных деталей (элементов) используемые в приспособлении не гостятся, поэтому их размеры назначаем конструктивно.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойкостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 – 1,2 мм. и с последующей закалкой до твердости HRC 45...50.

составление расчетной схемы и определение силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную расчетную схему , учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств, вид и конструкцию направляющих элементов.

Определяем усилия возникающие при сверлении

1. Глубина резания: $t_{3,1} = 7,5$ мм.

2. Подача: 0,13-0,19 мм/об, но с учётом имеющихся подач принимаем:

$S_{3,1} = 0,15$ мм/об.

3. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p, \quad (10)$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2$; $y = 0,8$

Коэффициент K_p : $K_p = K_{MP} = 0,647$.

Крутящий момент, формула (10):

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 5^2 * 0,15^{0,8} * 0,647 = 1,22 \text{ Н*м.}$$

4. Определяем осевую силу по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1$; $y = 0,7$ – определены

Осевая сила:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 5^1 * 0,15^{0,8} * 0,647 = 482,23 \text{ Н.}$$

По полученной схеме определяем силу зажима заготовки:

$$W = R_p \times \sin \alpha, H;$$

$$W = R_{M_{кр}} \times \sin \alpha, H;$$

R_p - реакция от осевой силы, H ;

$R_{M_{кр}}$ - реакция от момента трения, H ;

Определим реакции

$$R_p = \frac{P}{\cos 30} = \frac{482.23}{0.866} = 556.84 H$$

$$R_{M_{кр}} = \frac{M_{кр}}{x \times \cos 15} = \frac{1.22}{11.36 \times 0.965} = 0.11 H$$

$$W = R_p \times \sin 30 = 556.84 \times 0.5 = 278.42 H;$$

$$W = R_{M_{кр}} \times \sin 30 = 0.11 \times 0.5 = 0.065 H;$$

Принимаем большую $W = 278.42 H$;

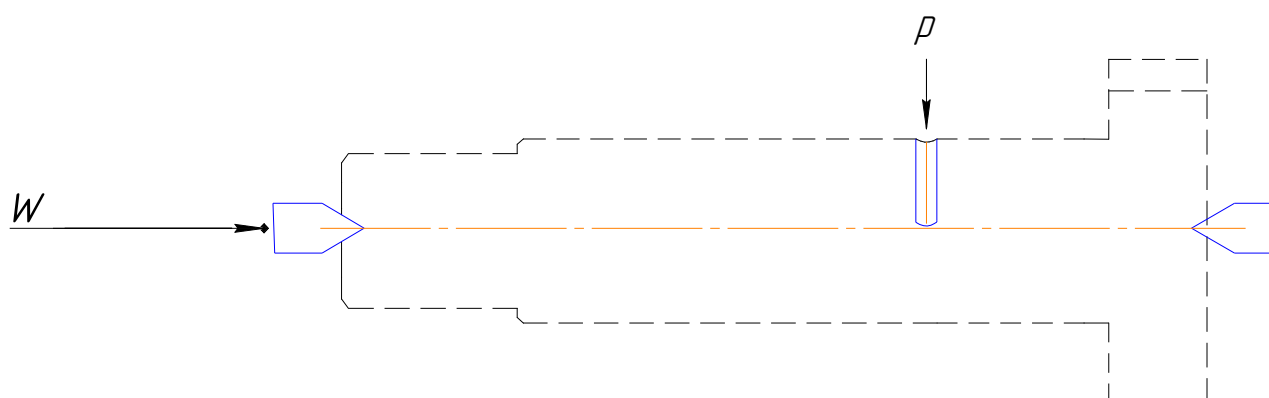


Рис. 9. Принципиальная расчетная схема для сверления отверстий

выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр.

Определяем усилия на штоке пневмоцилиндра:

$$W = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times p \times \eta = \frac{3.14}{4} \times 50^2 \times 0.4 \times 0.85 = 667,25 \text{ Н}.$$

Где:

D - диаметр поршня пневмоцилиндра, мм

p - давление сжатого воздуха, МПа

η - КПД

Выбираем диаметр поршня равный 50 мм.,

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, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

2.2. Расчет точности приспособления

При выполнении операции (сверлильная) определить необходимую точность приспособления для обеспечения следующих требований и размеров:

- отклонение диаметра центров двух отверстий диаметром 3 мм. относительно торца детали не более 0,34 мм.;
- диаметр отверстий 3 мм.;

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_0 \leq \delta$.

1. Определить необходимую точность приспособления для обеспечения отклонения диаметра центров двух отверстий диаметром 3 мм. относительно оси детали не более 0,34 мм.;

Для расчета точности приспособления $\varepsilon_{пр}$ следует пользоваться формулой

$$\varepsilon_{пр.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \text{ где:}$$

δ – допуск выполняемого размера, $\delta = 0,34$ мм.;

k_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, $k_T = 1,2$

k_{T1} – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, $k_{T1} = 0,8$

k_{T2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, $k_{T2} = 0,6$

ε_B – погрешность базирования заготовки в приспособлении, $\varepsilon_B = 0$, т.к. в данном случае нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, $\varepsilon_3 = 0,075$ мм.

ε_Y – погрешность установки приспособления на станке, $\varepsilon_Y = 0,02$ мм ;

ε_{II} – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, $\varepsilon_{II} = 0,013$ мм.

ε_{II} – погрешность от перекоса (смещения) инструмента,

$$\varepsilon_{II} = s_1 + 2 s_1 m/l = 0,012 + 2 \cdot 0,012 \cdot 5/10 = 0,024$$

где: l – длина направляющего элемента

m – зазор между обрабатываемой поверхностью и торцом

s_1 – односторонний максимальный зазор

ω – экономическая точность обработки, $\omega = 0,4$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{np.} &\leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2} = \\ &= 0,34 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0,075^2 + 0,02^2 + 0,013^2 + 0,024^2 + (0,6 \cdot 0,4)^2} = 0,035 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Это значение допуска должно соответствовать техническому требованию 1 на чертеже приспособления.

1. Диаметр отверстий 3 мм.

Предельные отклонения диаметра инструментов (сверл) для обработки отверстий принимаем в соответствии с диаметр сверл $3_{-0,018}$ мм.

2. Расстояние от торца до оси отверстия 30,5 мм.

С учетом погрешности базирования данный размер выполняется.

При сверлении распространенной погрешностью является так называемый увод сверла, т.е. смещение и перекося оси обработанного отверстия по отношению к оси вращения оси шпинделя. Удельный увод сверла $\Delta_{уд}$ (на 1 мм. длины отверстия) и начальное смещение C_0 можно оценить с помощью следующих эмпирических формул

$$\Delta_{уд} = 0,66 + 2,06 \exp(-0,99 \cdot d); \text{ где :}$$

d , мм. – диаметр сверла.

$$\Delta_{уд} = 0,66 + 2,06 \exp(-0,99 \cdot d) = 0,66 + 2,06 \exp(-0,99 \cdot 5) = 0,674 \text{ мкм.}$$

$$C_0 = 5\sqrt{d} = 5\sqrt{5} = 11,18 \text{ мкм.}$$

Определяем полный увод сверла

$$\Delta = \sqrt{(L \cdot \Delta_{уд})^2 + C_0^2}, \text{ где :}$$

L , мм. – длина сверления.

$$\Delta = \sqrt{(L \cdot \Delta_{уд})^2 + C_0^2} = \sqrt{(2 \cdot 0,66)^2 + 11,18^2} = 11,26 \text{ мкм.} = 0,011 \text{ мм.}$$

Расчет точности показывает, что данное приспособление обеспечивает заданную точность при обработке заготовки.

2.2.1. анализ технологичности конструкции

Сконструированное приспособление сверлильное достаточно технологично.

Основание приспособления поз. 1 изготавливается сварной листа Ст. 45 (по ГОСТ 8240-72), с приваренными сверху стойками., для дальнейшего закрепления в них (для точной установки приспособления относительно рабочего стола станка).

Т.к. диск поз. 2 и направляющая поз. 14 являются установочными элементами приспособления, то в соответствии с рекомендациями их поверхности изготавливают из сталей 15, 20 с цементацией на глубину 0,8 – 1,2 мм. и с последующей закалкой до твердости HRC 45...50.

Наиболее сложным в изготовлении является толкатель поз. 16, для обработки которого понадобится специальное приспособление.

При зажиме заготовка сама устанавливается в приспособлении, что дает возможность избежать дополнительной коррекции положения заготовки в приспособлении

Разработанное нами приспособление облегчает зажим заготовки и ускоряет в 2,85 раза обработку отверстий.

Недостатком приспособления является то, что область его применения ограничена, т. к. в приспособление можно устанавливать заготовки определенных размеров и с внутренним диаметром равным наружному диаметру направляющей. Данное приспособление целесообразно применять только в серийном или массовом производстве.

С учетом того, что приспособление устанавливается на вертикально-сверлильный станок модели 2Н135 конструктивно проработали компоновку приспособления. В качестве привода зажимного устройства, с учетом рекомендаций, применяем пневмокамеру.

Данное решение позволяет снизить время на обработку в четыре раза.

Расчет экономической эффективности от применения приспособления показывает, что его использование целесообразно, т.к. годовая экономия больше, чем годовые затраты, связанные с ним.

2.3. Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для сверления в заготовке отверстия диаметром 3 мм, глубиной 7,5 мм с на вертикально-сверлильном станке модели 2Н135 .

Компоновка приспособления, оно состоит из следующих основных элементов: основания 1, пневмоцилиндр (состоит из корпуса 6 и 3, между которыми цилиндр 4, шток 11 с поршнем 5), поворотный механизм, кондуктор.

Основание 1 представляет собой сварную конструкцию, выполненную из листа Ст45, с приваренными сверху стойками для кондукторной втулки и поворотного механизма. Снизу в основании приспособления про фрезерованы пазы, для дальнейшего закрепления в них (для точной установки приспособления относительно рабочего стола).

Приспособление работает следующим образом: сжатый воздух (под давлением 0,4 МПа) поступает через штуцер 10 в в полость цилиндра 4, давит на поршень 5 и за

счет создаваемого давления он перемещается со штоком 11. На резьбовой конец штока навинчивается гайка упорная 12, которая перемещается со штоком, воздействуя на заготовку, в результате осуществляют зажим заготовки 1

3.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки. Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось»

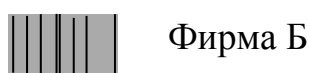
Для анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – «Ось», используемый тип производства – Среднесерийное производство.

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось» представленная на рисунке 1.



Рисунок 10 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось»:



В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «валик передний» при крупносерийном производстве. Несмотря на наличие на данной нише высокого уровня конкуренции, разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «Ось» ориентирован на реализацию в машиностроительных компаниях с крупносерийным производством. Преимущество разработанного технологического процесса перед уже существующими на рынке заключается в низкой металлоемкости и трудоемкости, в финансовой эффективности разработанного технологического процесса.

В будущем при совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия оставшихся ниш (машиностроительные компании со среднесерийным и мелкосерийным производством).

3.1.2 Определение качества технологического процесса изготовления детали «Ось» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD

С целью измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющих принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект, применена технология QuaD. Результаты применения указанной технологии представлены в таблице 1.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,04	85	100	0,85	0,034
2. Надежность	0,02	90	100	0,90	0,018
3. Унифицированность	0,02	55	100	0,55	0,011
4. Уровень материалоемкости разработки	0,3	75	100	0,75	0,22
5. Уровень шума	0,02	45	100	0,45	0,009
6. Безопасность	0,03	50	100	0,50	0,015
7. Простота эксплуатации	0,02	55	100	0,55	0,011
8. Повышение производительности труда	0,2	80	100	0,80	0,16
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособность продукта	0,10	80	100	0,80	0,08
10. Уровень проникновения на рынок	0,02	45	100	0,45	0,009

11. Перспективность рынка	0,03	75	100	0,75	0,022
12. Цена	0,20	90	100	0,90	0,18
13. Финансовая эффективность научной разработки	0,2	85	100	0,85	0,17
14. Срок выхода на рынок	0,03	45	100	0,45	0,0135
Итого	1				0.9525

Значение $P_{cp} = 95,25$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «Ось» на рынке является перспективной.

3.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось» посредством SWOT-анализа

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT–анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Высокая производительность труда. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Низкая металлоемкость. С5. Конкурентоспособность проекта.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.
Возможности: В1. Занятие дополнительных ниш на		

рынке за счет усовершенствовании технологии. В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологии. У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.		

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 10.

Таблица 10– Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	0	+	0	+
	В2	+	-	+	0	+
	В3	+	0	+	+	-
	В4	+	+	0	+	-
	В5	+	-	+	0	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	+	+	+	-	0
	В2	+	+	+	-	0
	В3	0	+	+	-	0
	В4	+	0	+	-	-
	В5	+	+	0	-	0
Сильные стороны проекта						
		С1	С2	С3	С4	С5

Угрозы проекта	У1	+	0	+	+	-
	У2	-	0	+	+	+
	У3	-	0	+	-	+
	У4	+	-	+	-	0
	У5	+	0	+	+	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	-	0
	У2	+	+	+	-	0
	У3	-	-	0	-	0
	У4	+	+	+	-	0
	У5	0	+	+	+	-

Результаты третьего этапа SWOT-анализа приведены в таблице 11.

Таблица 11 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Высокая производительность труда. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Низкая металлоемкость. С5. Конкурентоспособность проекта.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.
Возможности: В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствовании технологии. В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. Использование	В1В2В5С1С3С5 В3С1С3С4 В4С1С2С4	В1В2Сл1Сл2Сл3 В3Сл2Сл3 В4Сл1Сл3 В5Сл1Сл2

инновационной инфраструктуры ТПУ. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологии. У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.	У1С1С3С4 У2С3С4С5 У3С3С5 У4С1С3 У5С1С3С4С5	У1У2У4Сл1Сл2Сл3 У5Сл2Сл3Сл4

Анализ интерактивных таблиц выявил сильно коррелирующие стороны и возможности, стороны и угрозы, каждая из представленных записей представляет собой направление реализации проекта.

3.2. Планирование научно-исследовательской работы

Важное значение для рациональной организации научно-исследовательской работы имеет ее планирование. Планирование научно-исследовательской работы заключается в определении структуры работы, ее трудоемкости, а также в формировании бюджета затрат.

3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)
	4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)
	8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценена экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ использована следующая формула:

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

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

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{\text{ож}1} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1.4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{\text{ож}2} = \frac{3*8 + 2*10}{5} = 9 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{\text{ож}3} = \frac{3*1 + 2*1}{5} = 1 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы $t_{\text{ож}4}$ составило:

$$t_{\text{ож}4} = \frac{3*1 + 2*1}{5} = 1 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож}5} = \frac{3*15 + 2*30}{5} = 21 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож}6} = \frac{3*15 + 2*25}{5} = 19 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3*1 + 2*1}{5} = 1 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1.4 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож}9} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определена продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

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

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

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

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{p_1} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p_2} = \frac{9}{1} = 9 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p_3} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p_4} = \frac{1}{1} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p_5} = \frac{21}{1} = 21 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p_6} = \frac{19}{1} = 19 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p_7} = \frac{1}{1} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p_8} = \frac{1.4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p_9} = \frac{1,4}{2} = 0.7 \text{ раб. дн.}$$

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

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

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

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

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

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

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

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2016 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к1}} = 1,4 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к2}} = 9 \cdot 1,48 = 13 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к3}} = 0,5 \cdot 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к4}} = 1 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к5}} = 21 \cdot 1,48 = 31 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к6}} = 19 \cdot 1,48 = 28 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к7}} = 1 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к8}} = 1,4 \cdot 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{\text{к9}} = 0,7 \cdot 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 13.

Таблица 13– Временные показатели проведения научного исследования

Название	Трудоёмкость работ	Исполнители	Длительность работ в рабочих	Длительность работ в календарных днях,
----------	--------------------	-------------	------------------------------	--

					днях, T_{pi}	T_{ki}
	t_{min} чел-дни	t_{max} чел-дни	$t_{ожі}$ чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	8	10	9	Инженер (дипломник)	9	13
Выбор направления исследований	1	1	1	Руководитель, инженер (дипломник)	0,5	1
Календарное планирование работ по теме	1	1	1	Инженер (дипломник)	1	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	15	30	21	Инженер (дипломник)	21	31
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	15	25	19	Инженер (дипломник)	19	28
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	1	1	1	Инженер (дипломник)	1	2
Контроль результатов исследований	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,4	Руководитель, инженер (дипломник)	0.7	1

На основе таблицы 6 построен календарный план-график представленный в таблице 14.

Таблица 14 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ рабо т	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				янв		февр			март			апрель			май			июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	4																		
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)	18																		

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Ось», представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Ось»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ($З_m$), руб.
Ручка	шт.	4	30,0	120,0
Карандаш	шт.	2	10,0	20,0
Ластик	шт.	3	10,0	30,0
Бумага офисная	л.	400	0,4	160,0
Итого				330,0

3.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Для выполнения научно-технического исследования специальное оборудование не приобреталось, а использовалось оборудование, имеющееся в наличии. Амортизационные отчисления оборудования, используемого при выполнении научно-технического исследования инженером (дипломником) (персональный компьютер), определены линейным методом начисления амортизации основных средств по формуле:

$$A = \text{Стоимость ОС} * \text{Норма амортизации} / 100\%,$$

где А – амортизация основного средства;

Стоимость ОС – стоимость основного средства при принятии на учет;

Норма амортизации = 100%/ срок полезного использования.

Норма амортизации персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составляет 10% в год (норма амортизации = 100%/10).

Амортизация персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составила:

А годовая=40000*10%/100%=4000 руб.

А в период выполнения НТИ = 4000/12*4,4=1466.66 руб.

3.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата руководителя темы и инженеров (дипломников)-3-х человек, непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось» (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя темы, инженеров (дипломников) рассчитана по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}},$$

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

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

при отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

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

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{м}} = 14584,32 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 30335,3$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{м}} = 14584,32 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 26543,5$$

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	105	105
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	15	5

Действительный годовой фонд рабочего времени	204	214
--	-----	-----

Среднедневная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{30335,3 * 10,4}{204} = 1546,50$$

Среднедневная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{26543,5 * 11,2}{214} = 1389,20$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$З_{\text{осн}} = 1546,50 * 6,7 = 10361,55 \text{руб.}$$

Основная заработная плата инженера (дипломника) составила:

$$З_{\text{осн}} = 1389,20 * 83,7 = 116275,40 \text{руб.}$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблицах 16 и 17.

Таблица 16 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось»

Исполнители	З _{тс} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель темы	14584,32	0,3	0,3	1,3	30335,3	1546,50	6,7	10361,55
Инженер (дипломник)	14584,32	0,2	0,2	1,3	26543,5	1389,20	83,7	116275,40
Итого З _{осн}								126636,95

Таблица 17 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось» (поэтапный)

№ п/п	Наименование этапов	Трудоемкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.	
		Руководитель темы	Инженер (дипломник)	Руководитель темы	Инженер (дипломник)	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
1	Разработка технического задания	2,4		1546.50	1389,20	3711.6	0,0
2	Выбор направления исследований	0,7	14,1	1546.50	1389,20	1082,55	19587,61
3	Теоретические и экспериментальные исследования	2,4	68,4	1546.50	1389,20	3711.6	95020,77
4	Обобщение и оценка результатов	1,2	1,2	1546.50	1389,20	1855.8	1667,03
Итого:						10361.55	116275,40

3.2.8 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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 (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы произведен по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принят равным 0,12).

Дополнительная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 10361.55 = 1243.38$$

Дополнительная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 116275,4 = 13953,05$$

3.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина обязательных отчислений по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников определена исходя из следующей формулы:

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

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 год установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	10361.55	1243.38
Инженер (дипломник)	116275,4	13953,05
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого	42550	

3.2.10 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, электроэнергия, размножение материалов и т.д. Их величина определена по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр},$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$З_{накл} = 195535,9 \cdot 0,16 = 31285,75 \text{ руб.}$$

3.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	330,0
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1466.66
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	10361.33
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	15196.43
5. Отчисления во внебюджетные фонды	42550
6. Накладные расходы	31285,75
7. Бюджет затрат НТИ	101190.17

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

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования. Интегральный финансовый показатель разработки определен как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована оценка бюджета затрат вариантов исполнения технологического процесса изготовления детали «Ось» (базового технологического процесса, применяемого на машиностроительных предприятиях по изготовлению детали «Ось» в настоящее время, и технологического процесса, разработанного в рамках данного научного исследования). Экспертная оценка бюджета затрат исполнения базового технологического процесса составляет 299,0 тыс. руб.

Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{101190.17}{101190.17} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{299000}{101190.17} = 2.9$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает численное превышение бюджета затрат разработки в размах базового технологического процесса.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определен следующим образом:

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

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	2
3. Безопасность	0,15	5	3
4. Энергосбережение	0,20	4	3
5. Надежность	0,25	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1		

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

$$I_{p-исп2} = 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,25;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определен на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}}$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,15}{1} = 4,15$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,25}{2,9} = 1,12$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта (таблица 21). Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

/п	Показатели	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
	Интегральный финансовый показатель разработки	1	2.9
	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,15	3,25
	Интегральный показатель эффективности	4,15	1.12
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,66	0,60

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило выбрать более эффективный вариант исполнения научного исследования с позиции финансовой и ресурсной эффективности – разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «Ось».

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Ось» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой металлоемкостью, высокой производительностью труда, в связи с чем, считаю, данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным.

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

В разделе производственная и экологическая безопасность проанализированы возможные опасные и вредные факторы воздействия на человека на участке производства по изготовлению Ось. Также рассмотрены разделы пожарной безопасности, охраны окружающей среды и техники безопасности.

Основные принципы государственной политики в области охраны труда определены Федеральным законом «Об основах охраны труда в Российской Федерации».

Ими являются:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности организации;
- координация деятельности в области охраны труда, в других областях экономической и социальной политики, а также в области охраны окружающей природной среды;
- установление единых нормативных требований по охране труда для организаций всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчинённости;
- государственное управление деятельностью в области охраны труда, включая государственный надзор и контроль за соблюдением законодательных и нормативных актов об охране труда;
- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве или получивших профессиональные заболевания, а также их семей;
- подготовка специалистов в области охраны труда, в том числе в образовательных учреждениях высшего и среднего профессионального образования;
- установление государственной статистической отчётности об условиях труда, о несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях;
- информирование работников о состоянии условий и охраны труда в организациях;
- международное сотрудничество в области охраны труда;
- общественный контроль за соблюдением законных прав и интересов работников в области охраны труда на производстве, осуществляемый работниками через профессиональные союзы в лице соответствующих органов и иные уполномоченные работниками представительные органы;
- взаимодействие и сотрудничество органов государственного управления, надзора и контроля с работодателями, профессиональными союзами в лице их соответствующих органов и иными уполномоченными работниками представительными органами, заинтересованными в разработке и практической реализации государственной политики в области охраны труда;

- проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание безопасных условий труда, разработку и внедрение безопасной техники, технологий, средств коллективной и индивидуальной защиты работников;
- применение экономических санкций в целях соблюдения организациями и работниками нормативных требований по охране труда;
- обеспечение работников специальной одеждой, специальной обувью, средствами коллективной и индивидуальной защиты, лечебно-профилактическим питанием, необходимыми профилактическими средствами за счёт средств работодателей;
- обязательное расследование каждого несчастного случая и профессионального заболевания на производстве;
- установление компенсаций и льгот за тяжёлые работы и работы с вредными или опасными условиями труда, неустранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда.

Также в данном разделе выпускной квалификационной работы рассмотрены вопросы, связанные с особенностями производственного процесса при изготовлении детали ось на предприятии ООО НПО «Сибирский машиностроитель»: проведен анализ возможного появления опасных и вредных производственных факторов и их влияние на условия работы; разработаны мероприятия по технике безопасности, направленные на снижение или устранение этих факторов, произведен расчет освещения производственного помещения; а также изучены вопросы пожарной безопасности, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

4. Производственная безопасность

4.1 Анализ вредных факторов производственной среды

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1. Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала.

По природе образования пыли делятся на две группы: органическую и неорганическую. К первой относятся: пыли растительного происхождения (древесины, хлопка, льна, различных видов муки и др.), животного (шерсти, волоса, размолотых костей и др.), химического (пластмасс, химических волокон и других

органических продуктов химических реакций). В группу неорганических пылей входят пыль металлов и их окислов, различных минералов, неорганических солей и других химических соединений. В процессы обточки, шлифовки, полировки сопровождаются пылевыведением, интенсивность которого зависит от вида обрабатываемого металла, используемого абразивного или другого инструмента, сухого или влажного метода обработки, наличия и конструкции пылеотсасывающих устройств.

Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания (пневмокониозы), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания

Средства защиты от пыли:

- внедрение непрерывных технологий с закрытым циклом (использование закрытых конвейеров, трубопроводов, кожухов);
- автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами (особенно при погрузо-разгрузочных и фасовочных операциях);
- замена порошкообразных продуктов брикетами, пастами, суспензиями, растворами;
- смачивание порошкообразных продуктов при транспортировке (душевание);
- переход с твердого топлива на газообразное или электроподогрев;
- применение общей и местной вытяжной вентиляции помещений и рабочих мест;
- применение индивидуальных средств защиты (очков, противогазов, респираторов, спецодежды, обуви, мазей).

2. Монотонный шум, вызванный работой станков.

При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам.

Для снижения производственного шума используют различные методы: устранение причин или ослабление шума в источнике его возникновения, снижение шума на пути его распространения и применение индивидуальных средств защиты рабочих. СИЗ включают в себя противοшумные вкладыши (беруши), наушники, шлемы и каски, специальные костюмы.

3. Плохая освещенность. При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего. При определении нормы освещенности необходимо учитывать ряд условий, вызывающих необходимость повышения уровня освещенности, выбранного по точности зрительной работы. Повышение освещенности следует предусматривать также в помещениях с недостаточным по нормам естественным светом, который при боковом освещении составляет менее 80% нормируемого значения, а при верхнем менее 60%. В некоторых случаях необходимо уменьшать нормируемые освещенности, например, при кратковременном пребывании людей в помещении. Для защиты от лучистой энергии, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, яркого света применяют очки со специальными светофильтрами типа «ТИС». При газосварке применяют защитные очки с желто-зелеными светофильтрами различной насыщенности в зависимости от яркости пламени горелки.

4. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей. Используется СОЖ на водной основе: растворы минеральных электролитов, эмульсии, растворы мыл; Работающие с СОЖ и ТС должны быть обеспечены спецодеждой, обувью, средствами индивидуальной защиты в соответствии с "Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты", утвержденными Государственным комитетом

5 Должен быть обеспечен и использовать бесплатную спецодежду и средства индивидуальной защиты, согласно установленным нормам:

4.2.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 СН-245-71 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. табл. 1).

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше $19,5 \text{ м}^3/\text{человека}$ с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 2.

Таблица 22- Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	$22 \dots 24^\circ\text{C}$
	Относительная влажность	$40 \dots 60\%$
	Скорость движения воздуха	до $0,1 \text{ м/с}$
Теплый	Температура воздуха в помещении	$23 \dots 25^\circ\text{C}$
	Относительная влажность	$40 \dots 60\%$
	Скорость движения воздуха	$0,1 \dots 0,2 \text{ м/с}$

Таблица 23- Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение
Объем до 20 м^3 на человека	Не менее 30
$20 \dots 40 \text{ м}^3$ на человека	Не менее 20

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).

4.2.1. Анализ опасных факторов производственной среды

1. При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова.

2. При работе на токарных, шлифовальных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход. По этому при работе на станке волосы должны быть убраны под головным убором и спец одежда должна быть застегнута а сам станочник не должен наклоняться на станок.

По мере предосторожности станок должен быть, обеспечен защитой кожухам.

3. Разрыв шлифовального круга, а также выкрашивание круга может привести к различным травмам у шлифовщика. Для защиты в шлифовальном круге, должно быть защитный кожух и зазор с кругом и подножкой не должен, превышать не более 3 мм. Шлифовщик должен работать в защитных очках.

5. Наличие разветвленной цепи электропроводки, некачественная изоляция, неправильная эксплуатация электрооборудования могут привести к электротравмам или травмам со смертельным исходом. По этому каждая оборудования должно быть заземлено, и каждая электропроводка крепко закреплена. Станочник перед началом работы должен проверить все эти места, если узнает неполадки, то надо немедленно сообщить мастеру и пока не устраняет неполадку, не должен приступить к работе.

6. Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов и переломов) станочника.

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Все помещения делятся по степени поражения людей электрическим током на три класса: помещения без повышенной опасности, помещения с повышенной опасностью и особо опасные.

Особо опасными помещениями является большая часть производственных помещений, в том числе все цехи машиностроительных заводов, испытательные станции, гальванические цехи, мастерские и т.п.

4.2.2. Экологическая безопасность

Защита атмосферы

Атмосфера — газовая оболочка небесного тела, удерживаемая около него гравитацией.

Обычно атмосферой принято считать область вокруг небесного тела, в которой газовая среда вращается вместе с ним как единое целое.

Глубина атмосферы некоторых планет, состоящих в основном из газов (газовые планеты), может быть очень большой.

Атмосфера Земли содержит кислород, используемый большинством живых организмов для дыхания, и диоксид углерода потребляемый растениями, водорослями и цианобактериями в процессе фотосинтеза.

Атмосфера также является защитным слоем планеты, защищая её обитателей от солнечного ультрафиолетового излучения.

Основные загрязнители атмосферного воздуха

Основными загрязнителями атмосферного воздуха, образующимися как в процессе хозяйственной деятельности человека, так и в результате природных процессов, являются:

- диоксид серы SO_2 ,
- диоксид углерода CO_2 ,
- оксиды азота NO_x ,
- твердые частицы – аэрозоли.

Доля этих загрязнителей составляет 98% в общем объеме выбросов вредных веществ.

Основные загрязнители атмосферы

Источники загрязнения атмосферы проявляются практически во всех видах хозяйственной деятельности человека. Их можно разделить на группы стационарных и подвижных объектов.

К первым относятся промышленные, сельскохозяйственные и другие предприятия, ко вторым - средства наземного, водного и воздушного транспорта.

Среди предприятий наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят:

- теплоэнергетические объекты (тепловые электрические станции, отопительные и производственные котельные агрегаты);
- металлургические, химические и нефтехимические заводы.

Экологические последствия загрязнения атмосферы

К важнейшим экологическим последствиям глобального загрязнения атмосферы относятся:

возможное потепление климата (парниковый эффект);

нарушение озонового слоя;

выпадение кислотных дождей;

ухудшение здоровья.

4.2.3. Защита гидросферы

Методы и технологическое оборудование для очистки гидросферы можно выбрать, зная виды примесей, а также допустимые концентрации этих примесей в очищенных сточных водах. В соответствии с видами процессов, реализуемых при очистке, существуют механические, физико-химические и биологические методы очистки.

1. Механическая очистка – процеживание, отстаивание, обработка в поле действия центробежных сил и фильтрование. Процеживание производят в решетках и волоконно уловителях с перфорированными дисками в виде движущихся сеток с нанесенным слоем волокнистой массы.

2. Физико-химические методы очистки используют для очистки от растворенных примесей и от взвешенных веществ. Флотация – для интенсификации процесса всплывания масло продуктов при обволакивании их частиц пузырьками газа, подаваемого в сточную воду. Экстракция

основана на перераспределении примесей в смеси с двух взаимно нерастворимых жидкостей.

4.2.4. Защита литосферы

Литосфера – это каменная оболочка Земли, включающая земную кору мощностью (толщиной) от 6 (под океанами) до 80 км (горные системы). Верхняя часть литосферы в настоящее время подвергается все более возрастающему антропогенному воздействию. Основные значимые составляющие литосферы: почвы, горные породы и их массивы, недра. Причины нарушения верхних слоев земной коры:

- добыча полезных ископаемых;
- захоронение бытовых и промышленных отходов;
- проведение военных учений и испытаний;
- внесение удобрений;
- применение пестицидов.

Методы защиты литосферы

Можно выделить следующие основные направления:

1. Защита почв

2.

Охрана и рациональное использование недр: наиболее полное извлечение из недр основных и попутных полезных ископаемых; комплексное использование минерального сырья, включая проблему утилизации отходов. 3. Рекультивация нарушенных территорий.

Рекультивация – это

комплекс работ, проводимых с целью восстановления нарушенных территорий (при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, в процессе строительства и др.) и приведения земельных участков в безопасное состояние.

4. Защита массивов горных пород:

- Защита от подтопления – организация стока грунтовых вод, дренаж, гидроизоляция;
- Защита оползневых массивов и селеопасных массивов – регулирование поверхностного стока, организация ливневых коллекторов. Запрещается строительство зданий, сброс хозяйственных вод, вырубка деревьев.

Утилизация твердых отходов

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и непрессуемые. При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению.

Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусора сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Использование новых, более эффективных технологических процессов, резкое повышение производительности и расширение масштабов производства потребовали увеличения затрат материальных и энергетических ресурсов, что, в свою очередь, привело к росту отрицательного воздействия на окружающую среду.

Основными производственными отходами на заводе является металлическая стружка, отработанная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), промышленный мусор.

При этом стружка складывается в контейнеры и регулярно отгружается на приемный пункт по мере наполнения контейнеров. Отработанную СОЖ сливают в металлические бочки, которые хранят в отдельном помещении. По мере наполнения емкостей, отходы увозят на другое предприятие, имеющее очистные сооружения.

Люминесцентные лампы также хранят в специальном помещении и по мере их накопления увозят на утилизацию по договору с соответствующей организацией; в свою очередь промышленный мусор - на полигон.

I класса опасности: свинец, хром шестивалентный, никеля растворимые соли.

II класса опасности: марганца оксид, алюминия оксид, меди оксид, кадмия сульфат, азота диоксид, азотная кислота, хлористый водород, серная кислота, фосфорный ангидрид, эпихлоргидрин, фенол, формальдегид, фтористый водород, акрилонитрил.

III класса опасности: железа оксид, олово, сажа, пыль неорганическая (зола углей), серый диоксид, ксилол, толуол, спирт н-бутиловый, аэрозоль краски, пыль талька, парафин.

В результате проведенных расчётов приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере было установлено, что превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) на границе предприятия нет.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями воздухоочистками.

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

- ✓ Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.
- ✓ Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.
- ✓ Защита работающих от источников тепловых излучений.
- ✓ Устройство и оборудование вентиляции и отопления.
- ✓ Применение средств воздухоочистки.
- ✓ Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
- ✓ Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.
- ✓ Применение средств индивидуальной защиты работающих.

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.

4.3. ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, а так же применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть ЧС.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб.

Опасными факторами пожара для людей являются: открытый огонь, искры, повышение температуры воздуха и окружающих предметов, токсичные продукты горения, дым, обрушения и повреждения зданий и сооружений. Причины пожаров в производственном помещении могут быть следующими: пользование открытым огнем, курение в непригодных для этого местах, возгорание промасленной использованной ветоши, появление искры при авариях в электроустановке.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами профилактики и активной защиты. Понятие профилактики включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий, таких как предотвращение образования горючей среды, предотвращение образования в горючей среде источников воспламенения, поддержание температуры и давления горючей среды ниже максимально допустимого по горючести и т.д. На заводе осуществляются те и другие меры пожарной защиты. В качестве профилактики два раза в год производится инструктаж по пожарной безопасности. Данные инструктажа заносятся в специальный журнал.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на

планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

В соответствии со СНиП II-2-80 все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Цех, в котором изготавливается вал, относится к категории Д, так как в нашем производстве обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии [2, стр. 350].

Ликвидация чрезвычайных ситуаций осуществляется силами и средствами самого предприятия или с привлечением Вооруженных сил РФ, Войск гражданской обороны РФ и других войск и воинских формирований в соответствии с законодательством Российской Федерации

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. вносить предложения руководству учреждения по вопросам организации и условий своей трудовой деятельности;

2. пользоваться информационными материалами и нормативно-правовыми документами, необходимыми для исполнения своих должностных обязанностей;

3. проходить в установленном порядке аттестацию с правом получения соответствующего квалификационного разряда;

4. повышать свою квалификацию.

Рабочий пользуется всеми трудовыми правами в соответствии с Трудовым кодексом РФ.

4. Ответственность

Рабочий несет ответственность за:

1. своевременное и качественное осуществление возложенных на него должностных обязанностей;

2. организацию своей работы, своевременное и квалифицированное выполнение приказов, распоряжений и поручений руководства, нормативно-правовых актов по своей деятельности;

3. соблюдение правил внутреннего распорядка, противопожарной безопасности и техники безопасности;

4. ведение документации, предусмотренной действующими нормативно-правовыми актами;

5. оперативное принятие мер, включая своевременное информирование руководства, по устранению нарушений техники безопасности, противопожарных и иных правил, создающих угрозу деятельности учреждения, его работникам и иным лицам.

За нарушение трудовой дисциплины, законодательных и нормативно-правовых актов рабочий может быть привлечен в соответствии с действующим законодательством в зависимости от тяжести проступка к дисциплинарной, материальной, административной и уголовной ответственности.

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы и должно получать талоны для спец питания.

К организации производства на рабочем месте предъявляются следующие основные требования: создание условий для высокопроизводительной работы; механизация и автоматизация производственного процесса, максимально устраняющая применение ручного труда; ритмичное снабжение рабочего места сырьем и материалами; повышение квалификации рабочего и обучение его передовым приемам труда; безопасность работы; воспитание у рабочего коммунистического отношения к труду и чувства товарищеской взаимопомощи. Правильная организация рабочего места оказывает заметное влияние на сокращение вспомогательного времени, затрачиваемого на выполнение отдельных операций. Удобное расположение необходимых для работы инструментов и приспособлений обеспечивает производительную работу станочника при меньшей его утомляемости. Планировка рабочего места зависит от многих факторов, в том числе от типа станка и его размеров, размеров и формы обрабатываемых заготовок, типа и организации производства и др. Чаще применяются планировки рабочего места двух типов. По первому типу планировки инструментальный шкаф (тумбочка) располагается справа от рабочего, а стеллаж для деталей - слева. Такая планировка является рациональной,

если преобладает обработка заготовок с установкой в центрах левой рукой. По второму типу планировки инструментальный шкаф (тумбочка) располагается с левой стороны от рабочего, а стеллаж - с правой. Такая планировка рабочего места удобна при установке и снятии заготовки правой рукой или двумя руками (при изготовлении длинных и тяжелых деталей). Сохранность и готовность оборудования к безотказной и производительной работе обеспечиваются повседневным уходом за рабочим местом. Большое значение для длительной и бесперебойной работы станка имеет своевременная и правильная его смазка в соответствии с требованиями, изложенными в руководстве по эксплуатации. Смазка станка является прямой обязанностью токаря. Периодически токарь должен производить проверку точности работы станка и его регулировку в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации. Плохая организация рабочего места, загроможденность рабочего места и проходов, неисправность станка и приспособлений, недостаточное знание рабочим устройства станка и правил его эксплуатации, неисправность электрооборудования и электропроводки, отсутствие ограждений и предохранительных устройств, работа неисправным инструментом, загрязненность станка и подножной решетки могут привести к несчастным случаям.

Заключение

В дипломный проект был спроектирован и разработан технологический процесс механической обработки детали ось.

В качестве отправной точки был взят базовый технологический процесс изготовления «ось» серийного производства. В ходе курсового проектирования был составлен технологический процесс для среднесерийного производства 9 000 штук в год.

Кроме того, был выбран оптимальный вид заготовки, режимы резания, основное и штучное время.

Были спроектированы и рассчитано станочное приспособление, описано его устройства, принцип работы и сборки.

Таким образом, можно заключить, что в ходе дипломного проектирования техническое задание было полностью выполнено.

Для разработки дипломного проекта использовалось программное обеспечение:

- ✓ Microsoft Word'2010 - пояснительная записка.
- ✓ Microsoft Excel'2010 - таблицы ТЭП, диаграммы.
- ✓ Компас-3D V15.1 – операционные эскизы, чертежи, иллюстрации.

Список литературы

1. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.Ф. Горбачевич. – Минск: Высшая школа, 1975. – 288 с.
2. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
3. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т.: Машиностроение, 1980 – 728 с., ил.
4. Малов А. Н. Справочник технолога машиностроителя / А.Н. Малов. – М.: Машиностроение, 1972. – 567с.
5. Панов А.А. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
6. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1972. – 694 с.
7. Гриценко С.Н.: Расчет режимов резания при точении и фрезеровании: Учебное пособие. – Челябинск: 1988-24с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3 ч. – М.: Машиностроение, 1974. – 406 с.
9. Мягков В.Д. Допуски и посадки: Справочник в 2 т.: Машиностроение 1979 – 544 с., ил.
10. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для машиностроительных спец. вузов /А.Ф. Горбачевич, В.Ф. Шкред; под ред. А.Ф. Горбачевич, – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Выш. школа, 1983. – 256 с.
11. Общемашиностроительные типовые нормы времени на станочную обработку деталей машин. Нормализованные крепежные детали. – Москва, издательство «Экономика», 1990. – 127 с.
12. Логанова Э.Р., Кушнарев Г.М: Расчет оптимального режима резания: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002-74с.