

Реферат

Тема выпускной квалификационной работы: «Проектирование технологического процесса изготовления верхней крышки и оснастки». Объем дипломной работы 102 страницы, на которых размещены 9 рисунков и 25 таблиц. При написании диплома использовалось 9 источников.

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

Объектом исследования является деталь «крышка подшипника» и технологический процесс ее изготовления.

Цель работы - разработать технологический процесс изготовления детали «крышка подшипника».

В процессе исследования проводилось следующие: рассмотрены вопросы выбора заготовки, баз и схем установки; разработана маршрутно-операционная технология; определены технологические допуски, припуски на операционные размеры; выбрано оборудование, приспособление и инструмент; рассчитаны режимы резания и нормы времени.

В результате исследования был спроектирован технологический процесс изготовления детали: «Крышка подшипника»

В разделе втором проектируется станочное приспособление, которое будет использовано на одной из операций технологического процесса.

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

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовления детали «крышка подшипника».

Заключение посвящено основным выводам.

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»

Кафедра Технология автоматизированного машиностроительного производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Арляпов А.Ю.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л11	Малахову Александру Леонидовичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления конического колеса 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, годовая программа выпуска.</i>
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута, размерный анализ технологического процесса, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса, конструирование станочного приспособления.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Чертеж детали, чертеж заготовки, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологический, конструкторский	Алфёрова Е.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Ю.И.
Социальная ответственность	Кырмакова 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
Доцент	Алфёрова Е.А.	к.ф.м.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л11	Малахов Александр Леонидович		

Оглавление:

Введение.....	7
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Техническое задание.....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	9
1.3 Определение типа производства	10
1.4 Выбор исходной заготовки.....	13
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали.....	13
1.6 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	17
1.6.1 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размеров.....	17
1.6.2 Определение допусков на технологические размеры.....	18
1.6.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	20
1.6.4 Расчет диаметральных технологических размеров	22
1.6.5 Расчет линейных технологических размеров.....	27
1.7 Расчет режимов и мощности резания переходов.....	33
1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	39
1.9 Нормирования технологических операций	43
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания.....	45
2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления	45
2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров	46
2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления	46
2.5 Выбор и расчет привода зажимного устройства	50

2.6	Описание конструкции и принципа работы приспособления	51
2.7	Расчет приспособления на точность.....	51
2.8	Расчет экономической эффективности.....	53
2.9	Анализ технических требований	55
3.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖЕМЕНТ, РЕСУРСОВЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	
3.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережение.....	57
3.2	Планирование научно-исследовательской работы	64
3.3	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования...	78
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	
4.1	Техногенная безопасность.....	85
4.2	Региональная безопасность.....	92
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	97
4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	98
5.	Заключение.....	101
	Список литературы.....	102

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали типа «Крышки подшипника». Это позволит получить навыки разработки технологии изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий крупносерийного производства

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали типа «крышка подшипника». Чертёж детали представлен на рис 1.

Годовая программа выпуска: 27 000 шт.

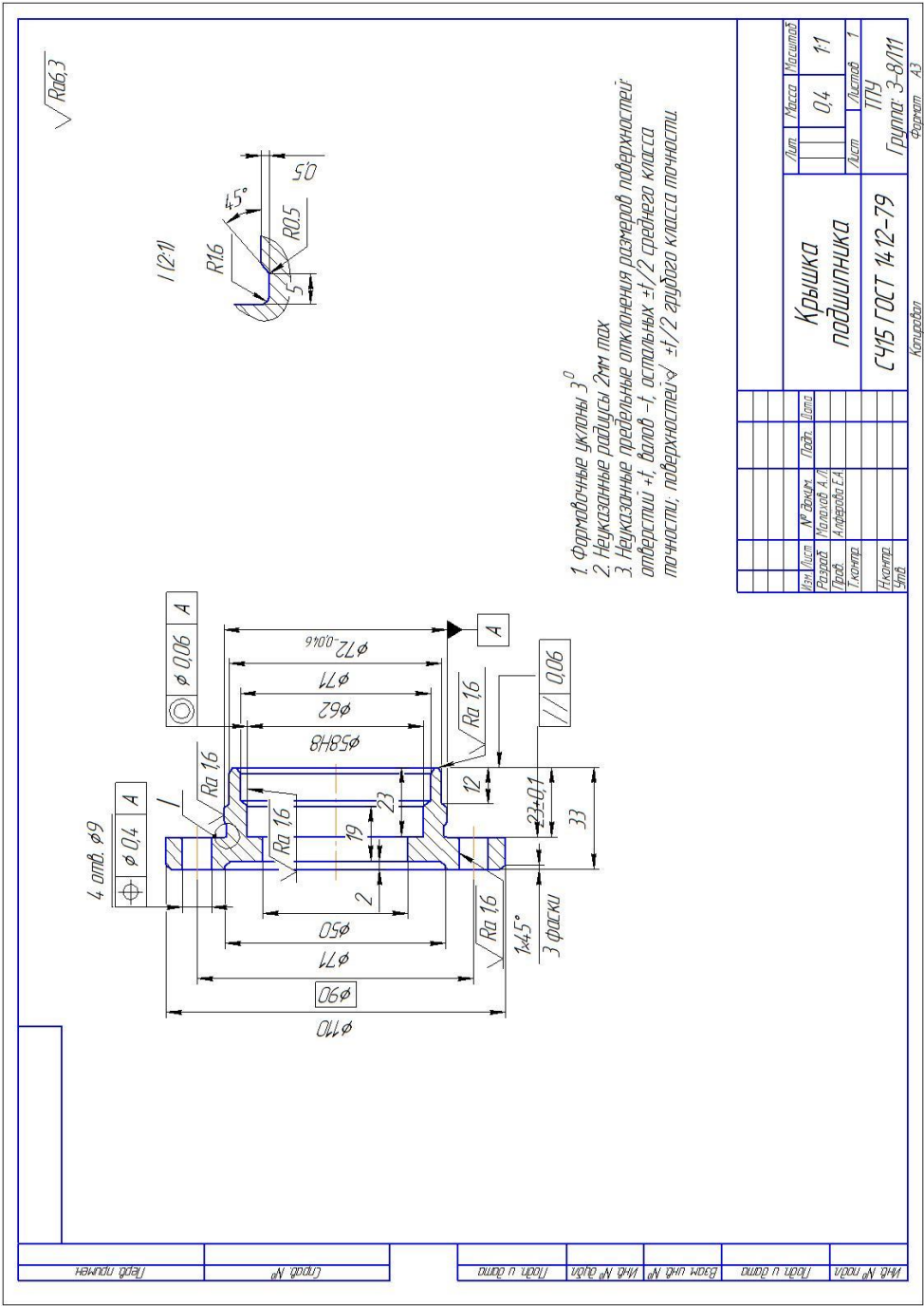


Рис. 1 - Чертеж детали

1.2 Анализ технологичности детали

Чертёж детали содержит все необходимые виды и разрезы, дающие однозначное представление о форме и размерах детали. Размеры и требования чертежа охватывают все формообразующие поверхности с указанием допусков на изготовление. Обозначения посадок и шероховатостей выполнены в соответствии с требованиями по оформлению чертежей по ЕСКД. Т.е. чертёж удовлетворяет всем предъявляемым требованиям и может быть принят к производству.

Анализируя параметры точности размеров детали, можно заметить, что почти на все поверхности назначены относительно точные допуски, что предполагает использование как универсального оборудования, так и обрабатывающих центров и станков с ЧПУ.

Деталь представляет собой ступенчатое тело вращения со ступенчатым сквозным центральным отверстием и 4 отверстиями $\varnothing 9$ во фланце для крепления крышки подшипника к корпусу.

Наличие точной внутренней $\varnothing 48H8^{+0,048}$ $Ra=1,6$ мкм и наружной $\varnothing 72_{-0,046}$ $Ra=1,6$ мкм поверхностей подразумевает применение операции, обеспечивающей высокую точность размера, например – шлифования.

Что касается точности формы и расположения поверхностей, то, в данном случае, предъявлены жесткие требования к взаимному расположению поверхности $\varnothing 48H8^{+0,048}$ относительно базы $\varnothing 72_{-0,046}$, а именно допуск соосности этих двух поверхностей относительно их общей оси – 0,06 мм.

Параметры шероховатости Ra 6,3 мкм для неуказанных поверхностей, а также $Ra 1,6$ мкм для поверхностей $\varnothing 48H8^{+0,048}$, $\varnothing 72_{-0,046}$, а также по некоторым торцам.

1.3 Определение типа производства

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

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

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

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

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

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

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

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5,стр.22] при односменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 2030$ ч.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{2030 \times 60}{27000} = 4,51 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

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

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]:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{кi} \cdot T_{oi} \quad (4)$$

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

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

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

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

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

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: растачивание отверстия, подрезка торца.

$$T_{01} = (0,18 \cdot d \cdot l + 0,052(D^2 - d^2)) \cdot 10^{-3}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$T_{01} = (0,18 \cdot 50 \cdot 33 + 0,052 \cdot (110^2 - 50^2)) \cdot 10^{-3} = 0,8 \text{ мин};$$

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

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{o.1} = 2,14 \cdot 0,8 = 1,712 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй операции (см. чертеж детали)

$$T_{02} = (0,18 \cdot d \cdot l + 0,052(D^2 - d^2)) \cdot 10^{-3}$$

где B – ширина обрабатываемой поверхности.

Тогда:

$$T_{01} = (0,18 \cdot 50 \cdot 33 + 0,052 \cdot (110^2 - 50^2)) \cdot 10^{-3} = 0,8 \text{ мин}$$

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

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{о.2} = 1,73 \cdot 0,8 = 1,38 \text{ мин.}$$

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

$$T_{03} = (0,1 \cdot d \cdot l + 2,5 \cdot l) \cdot 10^{-3}$$

тогда

$$T_{03} = (0,1 \cdot 70 \cdot 11 + 2,5 \cdot 11) \cdot 10^{-3} = 0,105 \text{ мин,}$$

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

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{о.3} = 2,1 \cdot 0,105 = 2,205 \text{ мин.}$$

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

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{1,712 + 1,38 + 2,205}{3} = 1,77 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$K_{з.о.} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{4,51}{1,77} = 2,55$$

Так как $10 \geq K_{з.о.} = 2,55 \geq 1$, то тип производства - крупносерийное.

1.4 Выбор исходной заготовки

Первоочередной этап маршрута – это выбор исходной заготовки. Для изготовления детали приведенной на рис. 1. Наиболее рациональными методами получения заготовки, с учетом материала, массы, конфигурации, габаритов детали и годовой программы выпуска, являются литье в ПГФ.. Эскиз заготовки представлен на рис. 2.

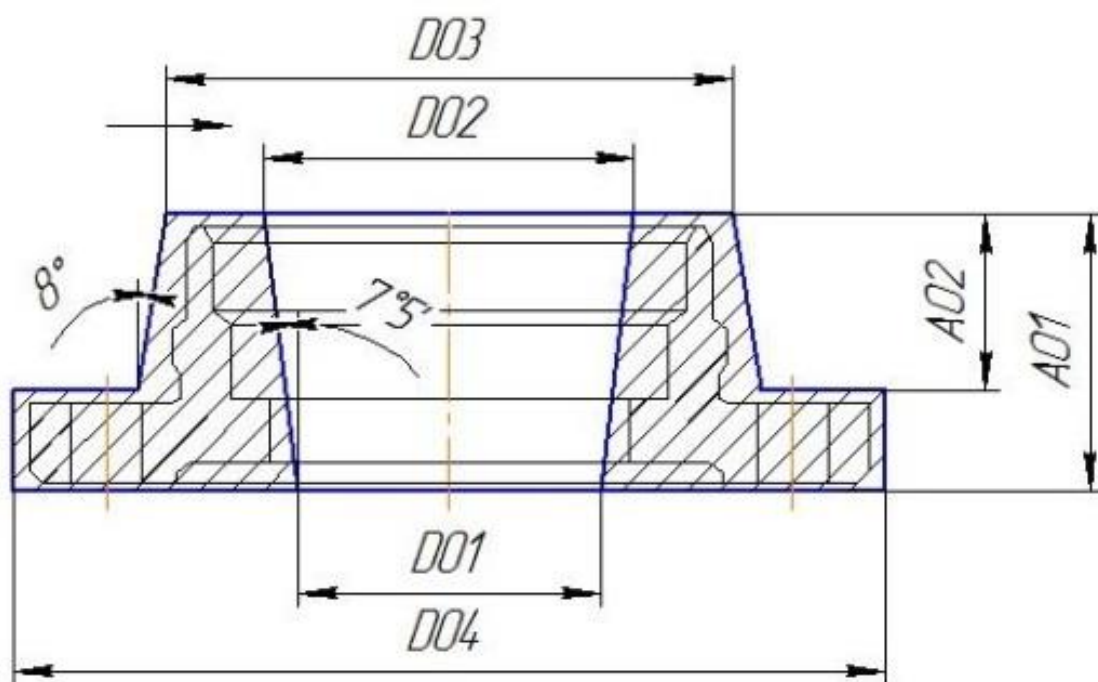
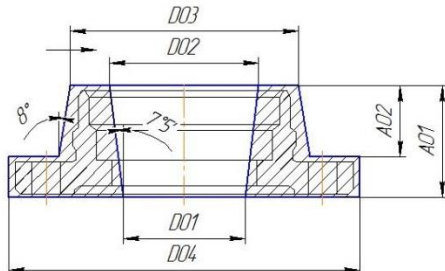
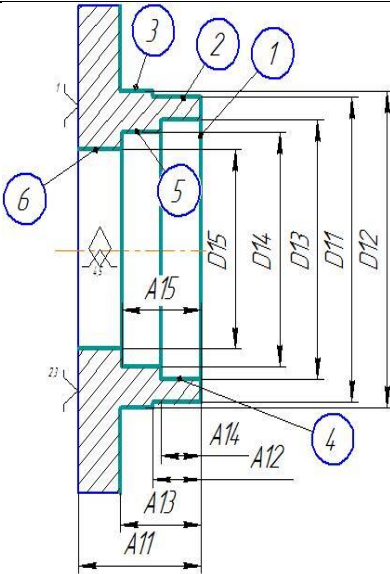
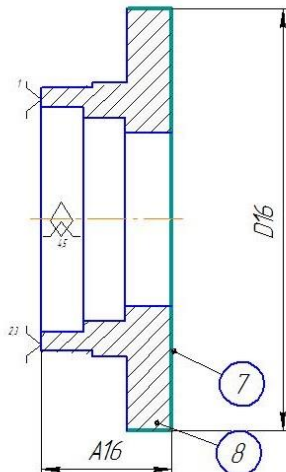


Рис. 2 – Заготовка

1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали

Маршрут технологии изготовления детали типа «крышка подшипника» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

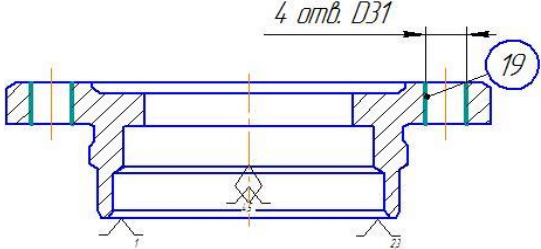
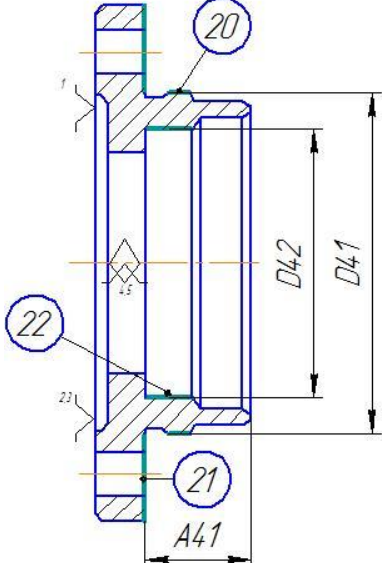
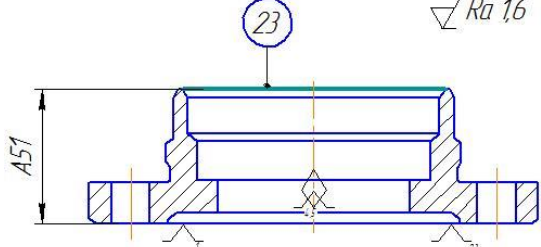
Таблица 1 - Маршрут обработки

№ оп	Уст	Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
005		<u>Заготовительная</u> 1. Лить заготовку согласно чертежу	
010	А	<u>Токарно-винторезная</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Подрезать торец пов.1 в размер A_{11}; 2. Точить пов.2 с подрезкой торца, выдерживая размеры D_{11} и A_{12}; 3. Точить пов.3 с подрезкой торца, выдерживая размеры D_{12} и A_{13}; 4. Расточить пов.4 с подрезкой торца, выдерживая размеры D_{13} и A_{14}; 5. Расточить пов.5 с подрезкой торца, выдерживая размеры D_{14} и A_{15}; 6. Расточить пов.6 на проход, выдерживая размеры D_{15}.	
	Б	Установить, закрепить и снять деталь 1. Подрезать торец пов.7 в размер A_{16}; 2. Точить пов.8 на проход, выдерживая размеры D_{16}.	

Продолжение таблицы 1

015	А	<u>Токарная с ЧПУ</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Подрезать торец пов.9 в размер A_{21}; 2. Точить пов.10 с подрезкой торца, выдерживая размеры D_{21} и A_{22} с образованием скоса 45^0 до D_{22}; 3. Точить пов.11 с подрезкой торца, выдерживая размеры D_{22} и A_{23}; 4. Точить 2 фаски $A_{24} \times 45^0$; 5. Расточить пов.12 с подрезкой торца, выдерживая размеры D_{23}; 6. Расточить пов.13 с подрезкой торца, выдерживая размеры D_{24} и A_{25}; 7. Расточить пов.14 на проход, выдерживая размеры D_{25}; 8. Точить канавку пов.15, выдерживая размер A_{26}.	
016	Б	Установить, закрепить и снять деталь 1. Подрезать торец пов.16 в размер A_{27}. 2. Точить пов.17 на проход, выдерживая размеры D_{26}; 3. Точить фаску $A_{28} \times 45^0$; 4. Расточить пов.18 в размер D_{27}, выдерживая размер A_{29}.	
020		<u>Слесарная</u> 1. Острые кромки притупить, заусенцы зашлифовать	

Окончание таблицы 1

025	<u>Вертикально-сверлильная</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Сверлить 4 отв. 19 в размер D_{31}	$\sqrt{Ra\ 16}$ 
030	<u>Круглошлифовальная</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Шлифовать пов.20 с подшлифовкой торца пов.21 периферией круга, выдерживая размеры D_{41} и A_{41}; 2. Шлифовать пов.22 в размер D_{42}.	$\sqrt{Ra\ 16}$ 
035	<u>Плоскошлифовальная</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Шлифовать пов.23 в размер A_{51}.	$\sqrt{Ra\ 16}$ 
040	<u>Контрольная</u> 1. Контролировать размеры, допуски формы и взаимного расположения поверхностей, параметры шероховатости согласно чертежу изделия.	

1.6 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

1.6.1 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размеров

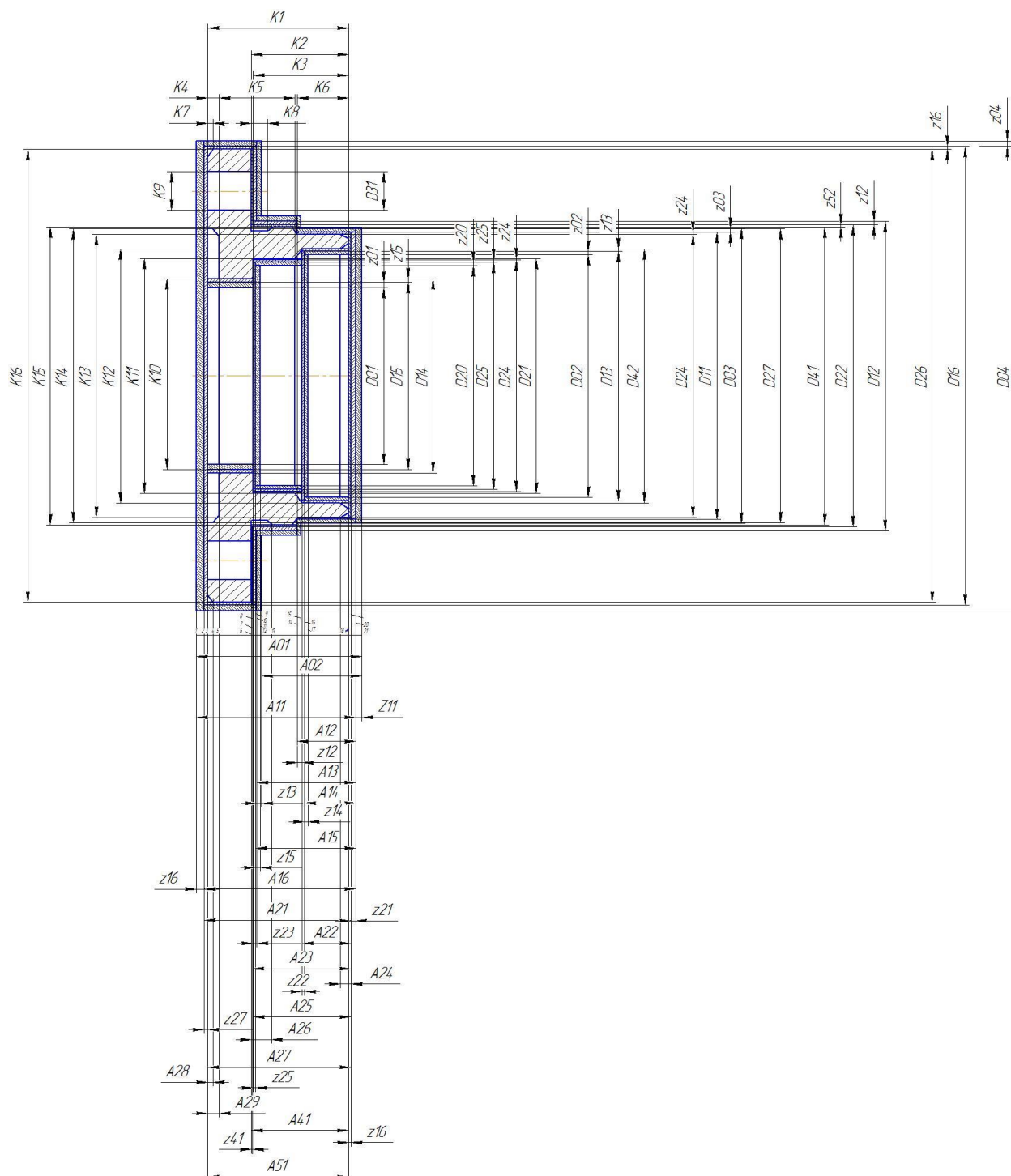


Рис.3 - Размерная схема

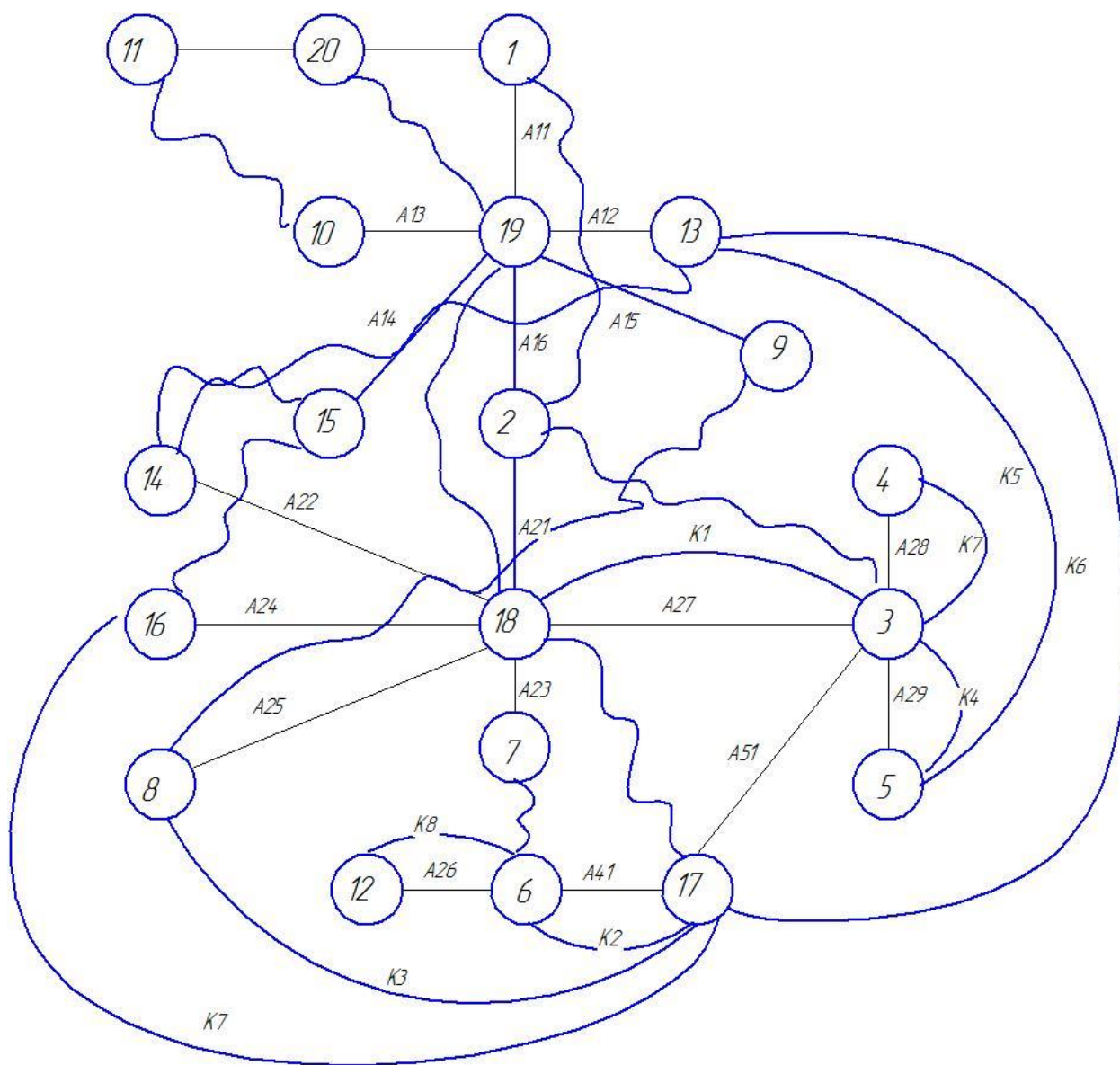


Рис. 4 - Граф технологических размеров

1.6.2 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 линейные размеры, мм

$$TA_{01} = 0,62\text{мм};$$

$$TA_{02} = 0,52\text{мм};$$

$$TA_{11} = 0,62\text{мм};$$

$$TA_{12} = 0,43\text{мм};$$

$$TA_{13} = 0,52\text{мм};$$

$$TA_{14} = 0,43\text{мм};$$

$$TA_{15} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TA_{16} = 0,62\text{мм};$$

$$TA_{21} = 0,62\text{мм};$$

$$TA_{22} = 0,43\text{мм};$$

$$TA_{23} = 0,52\text{мм};$$

$$TA_{24} = 0,25\text{мм};$$

$$TA_{25} = 0,52\text{мм};$$

$$TA_{26} = 0,3\text{мм};$$

$$TA_{27} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TA_{29} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TA_{41} = 0,52\text{мм};$$

$$TA_{51} = 0,62\text{мм};$$

Допуски

на диаметральные размеры, мм.

$$TD_{01} = 0,62\text{мм}$$

$$TD_{02} = 0,62\text{мм}$$

$$TD_{03} = 0,74\text{мм}$$

$$TD_{04} = 0,87\text{мм}$$

$$TD_{11} = 0,74\text{мм}$$

$$TD_{12} = 0,74\text{мм}$$

$$TD_{13} = 0,74\text{мм}$$

$$TD_{14} = 0,74\text{мм}$$

$$TD_{15} = 0,62\text{мм}$$

$$TD_{16} = 0,87\text{мм}$$

$$TD_{21} = 0,74\text{мм}$$

$$TD_{22} = 0,74\text{мм}$$

$$TD_{23} = 0,74\text{мм};$$

$$TD_{24} = 0,74\text{мм};$$

$$TD_{25} = 0,87\text{мм};$$

$$TD_{26} = 0,36 \text{ мм};$$

$$TD_{27} = 0,74\text{мм}$$

$$TD_{31} = 0,36 \text{ мм}$$

$$TD_{41} = 0,74\text{мм}$$

$$TD_{42} = 0,74\text{мм}$$

1.6.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

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.

$$z_{01}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} \right) = 2,33 \text{ мм},$$

$$z_{02}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} \right) = 2,33 \text{ мм},$$

$$z_{03}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,7^2} \right) = 2,64 \text{ мм},$$

$$z_{04}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,16 + 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,7^2} \right) = 2,64 \text{ мм},$$

$$z_{15}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,02^2} \right) = 0,58 \text{ мм},$$

$$z_{14}^{D \min} = 2 \cdot \left(0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,02^2} \right) = 0,58 \text{ мм}.$$

$$z_{13}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$z_{11}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$z_{12}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,06^2}) = 0,60 \text{ мм}$$

$$z_{16}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,06^2}) = 0,60 \text{ мм}$$

$$z_{24}^{D \min} = 2 \cdot (0,02 + 0,02 + \sqrt{0,1^2 + 0,03^2}) = 0,28 \text{ мм}$$

$$z_{22}^{D \min} = 2 \cdot (0,02 + 0,02 + \sqrt{0,1^2 + 0,03^2}) = 0,28 \text{ мм}$$

Расчет минимальных значений для линейных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{\min} = R_{z\ i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (6)$$

где: $z_{\min i}^D$ – минимальный припуск на длину 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).

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi\ i-1}^2 + \rho_{p\ i-1}^2, \quad (7)$$

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

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

$$z_{11}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{12}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{13}^{\min} = 0,16 + 0,2 + 0,6 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{14}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$\begin{aligned}
z_{15}^{\min} &= 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм}, \\
z_{16}^{\min} &= 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм}, \\
z_{21}^{\min} &= 0,16 + 0,2 + 0,6 = 0,29 \text{ мм}, \\
z_{23}^{\min} &= 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм}, \\
z_{22}^{\min} &= 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм}, \\
z_{25}^{\min} &= 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм}, \\
z_{27}^{\min} &= 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,29 \text{ мм}, \\
z_{51}^{\min} &= 0,02 + 0,03 + 0,1 = 0,535 \text{ мм}, \\
z_{41}^{\min} &= 0,04 + 0,05 + 0,2 = 0,15 \text{ мм}.
\end{aligned}$$

1.6.4 Расчет диаметральных технологических размеров

$$\begin{aligned}
D_{25} &= 50^{+0,62} \text{ мм}, \\
D_{42} &= 58^{+0,046} \text{ мм}, \\
D_{23} &= 62^{+0,74} \text{ мм}, \\
D_{21} &= 71_{-0,74} \text{ мм}, \\
D_{41} &= 72_{-0,046} \text{ мм}, \\
D_{26} &= 110_{-0,87} \text{ мм}, \\
D_{27} &= 71_{-0,74} \text{ мм}, \\
D_{31} &= 9^{+0,36} \text{ мм}
\end{aligned}$$

1. Найдем технологический размер D_{15} .

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера D_{15} .

$$\begin{aligned}
z_{15}^{\text{D cp}} &= D_{25}^{\text{cp}} - D_{15}^{\text{cp}} \\
D_{15}^{\text{cp}} &= D_{25}^{\text{cp}} - z_{15}^{\text{D cp}} \\
D_{25}^{\text{cp}} &= K_{10}^{\text{cp}} = 50,31 \text{ мм},
\end{aligned}$$

$$z_{15}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{15}^{D \text{ min}} + (z_{25}^{D \text{ min}} + TD_{25} + TD_{15})}{2} = \frac{0,58 + (0,58 + 0,1 + 0,15)}{2}$$

$$= 0,705 \text{ мм},$$

$$D_{15}^{\text{cp}} = D_{25}^{\text{cp}} - 2z_{15}^{D \text{ cp}} = 50,31 - 0,705 = 50,605 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{15} = 49,605_{-0,25} \text{ мм}$.

2. Найдем технологический размер D_{01}

$$z_{01}^{D \text{ cp}} = D_{15}^{\text{cp}} - D_{01}^{\text{cp}}$$

$$D_{01}^{\text{cp}} = D_{15}^{\text{cp}} - z_{01}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{15}^{\text{cp}} = 50,48$$

$$z_{01}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{01}^{D \text{ min}} + (z_{01}^{D \text{ min}} + TD_{15} + TD_{01})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,15 + 0,6)}{2}$$

$$= 2,705 \text{ мм},$$

$$D_{01}^{\text{cp}} = D_{15}^{\text{cp}} - z_{01}^{D \text{ cp}} = 50,48 - 2,705 = 47,775 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{01} = 47,775 \pm 0,3 \text{ мм}$.

3. Найдем технологический размер D_{24} .

$$z_{24}^{D \text{ cp}} = D_{42}^{\text{cp}} - D_{24}^{\text{cp}}$$

$$D_{24}^{\text{cp}} = D_{42}^{\text{cp}} - z_{24}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{42}^{\text{cp}} = K_{11}^{\text{cp}} = 58,023 \text{ мм},$$

$$z_{24}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{24}^{D \text{ min}} + (z_{24}^{D \text{ min}} + TD_{42} + TD_{24})}{2} = \frac{0,28 + (0,28 + 0,046 + 0,05)}{2}$$

$$= 0,328 \text{ мм},$$

$$D_{24}^{\text{cp}} = D_{42}^{\text{cp}} - z_{24}^{D \text{ cp}} = 58,023 - 0,328 = 57,695 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{24} = 57,695^{+0,05} \text{ мм}$.

4. Найдем технологический размер D_{14} .

$$z_{14}^{D \text{ cp}} = D_{24}^{\text{cp}} - D_{14}^{\text{cp}}$$

$$D_{14}^{\text{cp}} = D_{24}^{\text{cp}} - z_{14}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{22}^{cp} = 57,72 \text{ мм},$$

$$z_{14}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{14}^{D \text{ min}} + (z_{14}^{D \text{ min}} + TD_{24} + TD_{14})}{2} = \frac{0,58 + (0,58 + 0,05 + 0,25)}{2} \\ = 0,73 \text{ мм},$$

$$D_{14}^{cp} = D_{24}^{cp} - 2z_{14}^{D \text{ cp}} = 57,72 - 0,73 = 56,99 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{14} = 56,99^{+0,25} \text{ мм}$.

5. Найдем технологический размер D_{20} .

$$z_{20}^{D \text{ cp}} = D_{21}^{cp} - D_{20}^{cp}$$

$$D_{20}^{cp} = D_{21}^{cp} - z_{20}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{21}^{cp} = 57,115$$

$$z_{20}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{20}^{D \text{ min}} + (z_{20}^{D \text{ min}} + TD_{21} + TD_{20})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,25 + 0,6)}{2} \\ = 2,755 \text{ мм},$$

$$D_{20}^{cp} = D_{21}^{cp} - z_{02}^{D \text{ cp}} = 57,115 - 2,755 = 54,36 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{20} = 54,36^{+0,6} \text{ мм}$.

6. Найдем технологический размер D_{13} .

$$z_{13}^{D \text{ cp}} = D_{23}^{cp} - D_{13}^{cp}$$

$$D_{13}^{cp} = D_{23}^{cp} - z_{13}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{23}^{cp} = K_{12}^{cp} = 62,37 \text{ мм},$$

$$z_{13}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{13}^{D \text{ min}} + (z_{13}^{D \text{ min}} + TD_{23} + TD_{13})}{2} = \frac{0,59 + (0,59 + 0,72 + 0,3)}{2} \\ = 1,1 \text{ мм},$$

$$D_{13}^{cp} = D_{23}^{cp} - 2z_{13}^{D \text{ cp}} = 62,37 - 1,1 = 61,27 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{13} = 61,27^{+0,3} \text{ мм}$.

7. Найдем технологический размер D_{02} .

$$z_{02}^{D \text{ cp}} = D_{13}^{cp} - D_{02}^{cp}$$

$$D_{02}^{cp} = D_{13}^{cp} - z_{02}^{D\ cp}$$

$$D_{13}^{cp} = 61,42$$

$$z_{02}^{D\ cp} = \frac{z_{02}^{D\ min} + (z_{02}^{D\ min} + TD_{13} + TD_{02})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,3 + 0,7)}{2} \\ = 2,83 \text{ мм},$$

$$D_{02}^{cp} = D_{13}^{cp} - z_{02}^{D\ cp} = 61,42 - 2,83 = 58,59 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{02} = 58,59 \pm 0,35 \text{ мм}$.

8. Найдем технологический размер D_{11} .

$$z_{11}^{D\ cp} = D_{11}^{cp} - D_{21}^{cp}$$

$$D_{11}^{cp} = D_{21}^{cp} + z_{11}^{D\ cp}$$

$$D_{21}^{cp} = K_{13}^{cp} = 70,63 \text{ мм},$$

$$z_{11}^{D\ cp} = \frac{z_{11}^{D\ min} + (z_{11}^{D\ min} + TD_{21} + TD_{11})}{2} = \frac{0,59 + (0,59 + 0,72 + 0,3)}{2} \\ = 1,1 \text{ мм},$$

$$D_{11}^{cp} = D_{21}^{cp} + z_{11}^{D\ cp} = 70,63 + 1,1 = 71,73 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{11} = 71,73_{-0,3} \text{ мм}$.

9. Найдем технологический размер D_{03} .

$$z_{03}^{D\ cp} = D_{03}^{cp} - D_{11}^{cp}$$

$$D_{03}^{cp} = D_{11}^{cp} + z_{03}^{D\ cp}$$

$$D_{11}^{cp} = 71,58 \text{ мм},$$

$$z_{03}^{D\ cp} = \frac{z_{03}^{D\ min} + (z_{03}^{D\ min} + TD_{11} + TD_{03})}{2} = \frac{2,64 + (2,64 + 0,3 + 0,7)}{2} \\ = 1,665 \text{ мм},$$

$$D_{03}^{cp} = D_{11}^{cp} + z_{03}^{D\ cp} = 71,58 + 1,665 = 73,245 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{03} = 73,245_{-0,7} \text{ мм}$

10. Найдем технологический размер D_{22} .

$$z_{22}^{D \text{ cp}} = D_{22}^{\text{cp}} - D_{41}^{\text{cp}}$$

$$D_{22}^{\text{cp}} = D_{41}^{\text{cp}} + z_{22}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{42}^{\text{cp}} = K_{15}^{\text{cp}} = 71,977 \text{ мм},$$

$$z_{22}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{22}^{D \text{ min}} + (z_{22}^{D \text{ min}} + TD_{22} + TD_{41})}{2} = \frac{0,28 + (0,28 + 0,05 + 0,046)}{2} \\ = 0,328 \text{ мм},$$

$$D_{22}^{\text{cp}} = D_{41}^{\text{cp}} + z_{22}^{D \text{ cp}} = 71,997 + 0,328 = 72,325 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{22} = 72,325_{-0,05} \text{ мм}$.

11. Найдем технологический размер D_{12} .

$$z_{12}^{D \text{ cp}} = D_{12}^{\text{cp}} - D_{22}^{\text{cp}}$$

$$D_{12}^{\text{cp}} = D_{22}^{\text{cp}} + z_{12}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{22}^{\text{cp}} = 72,3 \text{ мм},$$

$$z_{12}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{12}^{D \text{ min}} + (z_{12}^{D \text{ min}} + TD_{22} + TD_{12})}{2} = \frac{0,60 + (0,60 + 0,05 + 0,25)}{2} \\ = 0,75 \text{ мм},$$

$$D_{12}^{\text{cp}} = D_{22}^{\text{cp}} + z_{12}^{D \text{ cp}} = 72,3 + 0,75 = 73,05 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{12} = 73,05_{-0,25} \text{ мм}$.

12. Найдем технологический размер D_{16} .

$$z_{16}^{D \text{ cp}} = D_{16}^{\text{cp}} - D_{26}^{\text{cp}}$$

$$D_{16}^{\text{cp}} = D_{26}^{\text{cp}} + z_{16}^{D \text{ cp}}$$

$$D_{26}^{\text{cp}} = K_{16}^{\text{cp}} = 109,565 \text{ мм},$$

$$z_{16}^{D \text{ cp}} = \frac{z_{16}^{D \text{ min}} + (z_{16}^{D \text{ min}} + TD_{26} + TD_{16})}{2} = \frac{0,6 + (0,6 + 0,87 + 0,3)}{2} = \\ = 1,185 \text{ мм},$$

$$D_{16}^{\text{cp}} = D_{26}^{\text{cp}} + z_{16}^{D \text{ cp}} = 109,565 + 1,185 = 110,75 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{16} = 110,75_{-0,3}\text{мм}$.

13. Найдем технологический размер D_{04} .

$$z_{04}^{D\text{cp}} = D_{04}^{\text{cp}} - D_{16}^{\text{cp}}$$

$$D_{04}^{\text{cp}} = D_{16}^{\text{cp}} + z_{04}^{D\text{cp}}$$

$$D_{16}^{\text{cp}} = 110,6\text{мм},$$

$$z_{04}^{D\text{cp}} = \frac{z_{04}^{D\text{min}} + (z_{04}^{D\text{min}} + TD_{16} + TD_{04})}{2} = \frac{2,64 + (2,64 + 0,3 + 0,8)}{2} \\ = 3,19\text{ мм},$$

$$D_{04}^{\text{cp}} = D_{16}^{\text{cp}} + z_{04}^{D\text{cp}} = 110,6 + 3,19 = 113,79\text{ мм}.$$

Принимаем $D_{04} = 113,79 \pm 0,4\text{ мм}$

1.6.5 Расчет линейных технологических размеров

$$A_{24} = A_{28} = 1 \pm 0,125\text{мм},$$

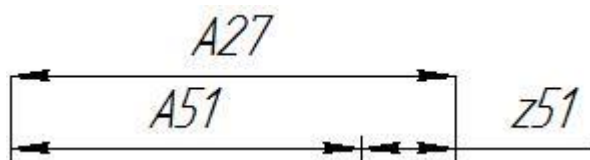
$$A_{29} = 2 \pm 0,125\text{ мм},$$

$$A_{26} = 5^{+0,3}\text{ мм},$$

$$A_{41} = 23 \pm 0,26\text{ мм},$$

$$A_{51} = 33_{-0,62}\text{ мм}$$

1. Найдем технологический размер A_{27} .



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера A_{27} .

$$z_{51}^{\text{cp}} = A_{27}^{\text{cp}} - A_{51}^{\text{cp}}$$

$$A_{27}^{\text{cp}} = A_{51}^{\text{cp}} + z_{51}^{\text{cp}}$$

$$A_{51}^{\text{cp}} = 32,69\text{ мм},$$

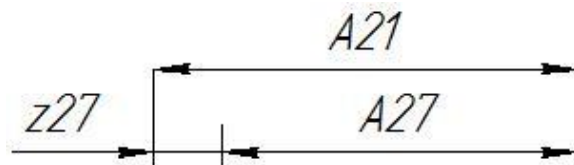
$$z_{51}^{cp} = \frac{z_{51}^{min} + (z_{51}^{min} + TA_{51} + TA_{27})}{2} = \frac{0,15 + (0,15 + 0,62 + 0,15)}{2}$$

$$= 0,535 \text{ мм},$$

$$A_{27}^{cp} = A_{51}^{cp} + z_{51}^{cp} = 32,69 + 0,535 = 33,225 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{27} = 33,225 \pm 0,075 \text{ мм}$.

2. Найдем технологический размер A_{21} .



$$z_{27}^{cp} = A_{21}^{cp} - A_{27}^{cp}$$

$$A_{21}^{cp} = A_{27}^{cp} + z_{27}^{cp}$$

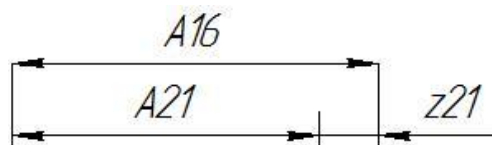
$$A_{27}^{cp} = 33,225 \text{ мм},$$

$$z_{27}^{cp} = \frac{z_{27}^{min} + (z_{27}^{min} + TA_{21} + TA_{27})}{2} = \frac{0,29 + (0,29 + 0,15 + 0,15)}{2} = 0,44 \text{ мм},$$

$$A_{21}^{cp} = A_{27}^{cp} + z_{27}^{cp} = 33,225 + 0,44 = 33,665 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{21} = 33,665 \pm 0,075 \text{ мм}$.

3. Найдем технологический размер A_{16} .



$$z_{21}^{cp} = A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp}$$

$$A_{16}^{cp} = A_{21}^{cp} + z_{21}^{cp}$$

$$A_{21}^{cp} = 33,665 \text{ мм},$$

$$z_{21}^{cp} = \frac{z_{21}^{min} + (z_{21}^{min} + TA_{21} + TA_{16})}{2} = \frac{0,29 + (0,29 + 0,15 + 0,6)}{2} = 0,665 \text{ мм},$$

$$A_{16}^{cp} = A_{21}^{cp} + z_{21}^{cp} = 33,665 + 0,665 = 34,33 \text{ мм}$$

Принимаем: $A_{16} = 34,33_{-0,6} \text{ мм}$.

4. Найдем технологический размер A_{11} .



$$z_{16}^{cp} = A_{11}^{cp} - A_{16}^{cp}$$

$$A_{11}^{cp} = A_{16}^{cp} + z_{16}^{cp}$$

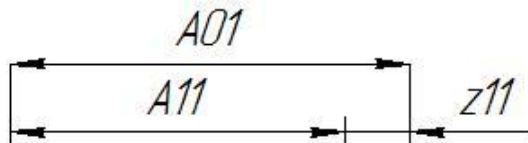
$$A_{16}^{cp} = 34,03 \text{ мм},$$

$$z_{16}^{cp} = \frac{z_{16}^{min} + (z_{16}^{min} + TA_{16} + TA_{11})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,6 + 0,6)}{2} = 1,56 \text{ мм},$$

$$A_{11}^{cp} = A_{16}^{cp} + z_{16}^{cp} = 34,03 + 1,56 = 35,59 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{11} = 35,59_{-0,6} \text{ мм}$.

5. Найдем технологический размер A_{01} .



$$z_{11}^{cp} = A_{01}^{cp} - A_{11}^{cp}$$

$$A_{01}^{cp} = A_{11}^{cp} + z_{11}^{cp}$$

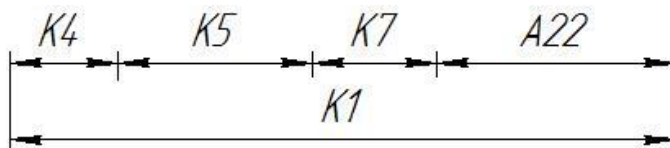
$$A_{11}^{cp} = 35,29 \text{ мм},$$

$$z_{11}^{cp} = \frac{z_{11}^{min} + (z_{11}^{min} + TA_{11} + TA_{01})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,6 + 0,8)}{2} = 1,66 \text{ мм},$$

$$A_{01}^{cp} = A_{11}^{cp} + z_{11}^{cp} = 35,29 + 1,66 = 36,95 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{01} = 36,95_{-0,5}^{+0,3} \text{ мм}$.

6. Найдем технологический размер A_{22} .



$$K_1^{cp} = K_4^{cp} + K_5^{cp} + K_7^{cp} + A_{22}^{cp}$$

$$A_{22}^{cp} = K_1^{cp} - K_4^{cp} + K_5^{cp} + K_7^{cp}$$

$$K_1^{cp} = 32,69 \text{ мм},$$

$$K_5^{cp} = 19 \text{ мм},$$

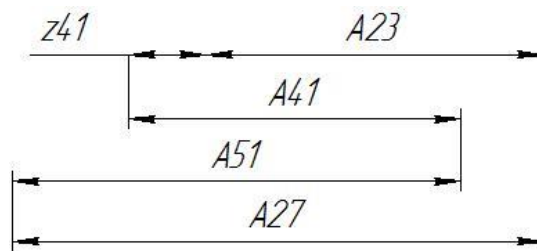
$$K_4^{cp} = 2 \text{ мм},$$

$$K_7^{cp} = 1 \text{ мм},$$

$$A_{22}^{cp} = 32,69 - 19 - 2 - 1 = 10,69 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{22} = 10,69 \pm 0,06 \text{ мм}$.

7. Найдем технологический размер A_{23} .



$$z_{41}^{cp} = A_{41}^{cp} + A_{27}^{cp} - A_{51}^{cp} - A_{23}^{cp}$$

$$A_{23}^{cp} = A_{41}^{cp} + A_{27}^{cp} - A_{51}^{cp} - z_{41}^{cp}$$

$$A_{41}^{cp} = 23 \text{ мм},$$

$$A_{27}^{cp} = 32,225 \text{ мм},$$

$$A_{51}^{cp} = 32,69 \text{ мм}$$

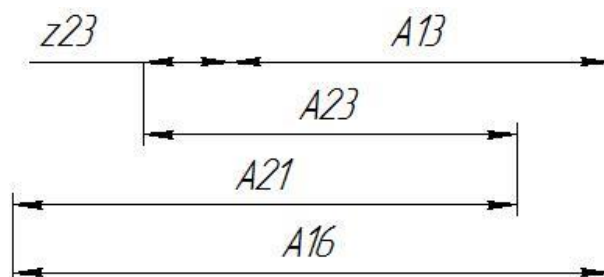
$$z_{41}^{cp} = \frac{z_{41}^{\min} + (z_{41}^{\min} + TA_{41} + TA_{27} + TA_{51})}{2}$$

$$= \frac{0,15 + (0,15 + 0,2 + 0,15 + 0,62)}{2} = 0,635 \text{ мм},$$

$$A_{23}^{cp} = A_{41}^{cp} + A_{27}^{cp} - A_{51}^{cp} - z_{41}^{cp} = 23 + 32,225 - 32,69 - 0,635 = 21,9 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{23} = 21,9_{-0,1} \text{ мм}$.

8. Найдем технологический размер A_{13} .



$$z_{23}^{cp} = A_{23}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp} - A_{13}^{cp}$$

$$A_{13}^{cp} = A_{23}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp} - z_{23}^{cp}$$

$$A_{23}^{cp} = 21,85 \text{ мм},$$

$$A_{16}^{cp} = 34,03 \text{ мм},$$

$$A_{21}^{cp} = 33,665 \text{ мм}$$

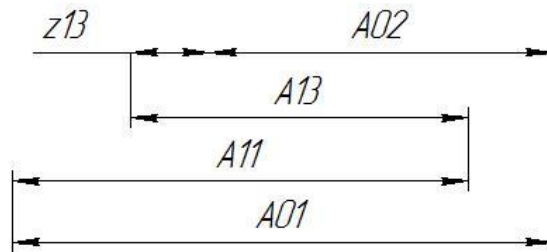
$$z_{23}^{cp} = \frac{z_{23}^{min} + (z_{23}^{min} + TA_{23} + TA_{16} + TA_{21})}{2} = \frac{0,29 + (0,29 + 0,1 + 0,6 + 0,15)}{2} = 0,715 \text{ мм},$$

$$A_{13}^{cp} = A_{23}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp} - z_{23}^{cp} = 21,85 + 34,03 - 33,665 - 0,715 = 21,5$$

мм

Принимаем $A_{13} = 21,5_{-0,1}$ мм.

9. Найдём технологический размер A_{02} .



$$z_{13}^{cp} = A_{13}^{cp} + A_{01}^{cp} - A_{11}^{cp} - A_{02}^{cp}$$

$$A_{02}^{cp} = A_{13}^{cp} + A_{01}^{cp} - A_{11}^{cp} - z_{13}^{cp}$$

$$A_{13}^{cp} = 21,45 \text{ мм},$$

$$A_{01}^{cp} = 36,85 \text{ мм},$$

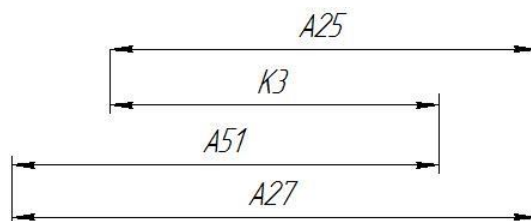
$$A_{11}^{cp} = 35,29 \text{ мм}$$

$$z_{13}^{cp} = \frac{z_{13}^{min} + (z_{13}^{min} + TA_{13} + TA_{01} + TA_{11})}{2} = \frac{0,96 + (0,96 + 0,5 + 0,8 + 0,6)}{2} = 1,91 \text{ мм},$$

$$A_{02}^{cp} = A_{13}^{cp} + A_{01}^{cp} - A_{11}^{cp} - z_{13}^{cp} = 21,45 + 36,85 - 35,29 - 1,91 = 21,1 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{02} = 21,1 \pm 0,3$ мм.

10. Найдем технологический размер A_{25} .



$$A_{25}^{cp} = K_3^{cp} + A_{27}^{cp} - A_{51}^{cp}$$

$$K_3^{cp} = 23 \text{ мм},$$

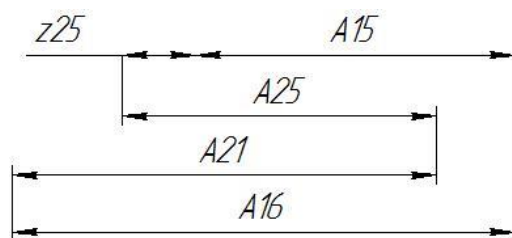
$$A_{27}^{cp} = 33,225 \text{ мм},$$

$$A_{51}^{cp} = 32,69 \text{ мм}$$

$$A_{25}^{cp} = K_3^{cp} + A_{27}^{cp} - A_{51}^{cp} = 23 + 33,225 - 32,69 = 23,535$$

Принимаем $A_{25} = 23,535_{-0,16} \text{ мм}$.

11. Найдем технологический размер A_{15} .



$$z_{25}^{cp} = A_{25}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp} - A_{15}^{cp}$$

$$A_{15}^{cp} = A_{25}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp} - z_{25}^{cp}$$

$$A_{25}^{cp} = 21,85 \text{ мм},$$

$$A_{16}^{cp} = 34,03 \text{ мм},$$

$$A_{21}^{cp} = 33,665 \text{ мм}$$

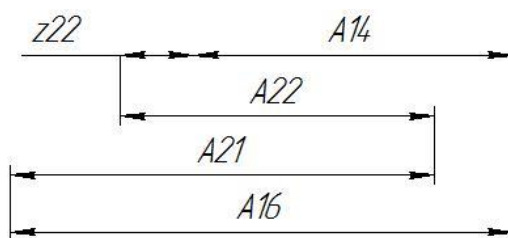
$$z_{25}^{cp} = \frac{z_{25}^{\min} + (z_{25}^{\min} + TA_{25} + TA_{16} + TA_{21})}{2}$$

$$= \frac{0,29 + (0,29 + 0,16 + 0,6 + 0,15)}{2} = 0,745 \text{ мм},$$

$$A_{15}^{cp} = A_{25}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp} - z_{25}^{cp} = 21,85 + 34,03 - 33,665 - 0,745 = 21,74 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{15} = 21,74_{-0,4} \text{ мм}$.

12. Найдем технологический размер A_{14} .



$$z_{22}^{cp} = A_{22}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp} - A_{14}^{cp}$$

$$A_{14}^{cp} = A_{22}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp} - z_{22}^{cp}$$

$$A_{22}^{cp} = 10,69 \text{ мм},$$

$$A_{16}^{cp} = 34,03 \text{ мм},$$

$$A_{21}^{cp} = 33,665 \text{ мм}$$

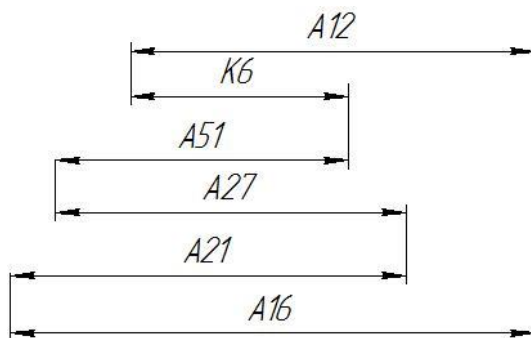
$$z_{22}^{cp} = \frac{z_{22}^{min} + (z_{22}^{min} + TA_{22} + TA_{16} + TA_{21})}{2}$$

$$= \frac{0,29 + (0,29 + 0,12 + 0,6 + 0,15)}{2} = 0,665 \text{ мм},$$

$$A_{14}^{cp} = A_{22}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{21}^{cp} - z_{22}^{cp} = 10,69 + 34,03 - 33,665 - 0,665 = 10,39 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{14} = 10,39_{-0,4} \text{ мм}$.

13. Найдем технологический размер A_{12} .



$$A_{12}^{cp} = K_6^{cp} + A_{27}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{51}^{cp} - A_{21}^{cp}$$

$$K_6^{cp} = 12 \text{ мм},$$

$$A_{27}^{cp} = 33,225 \text{ мм},$$

$$A_{16}^{cp} = 34,03 \text{ мм},$$

$$A_{51}^{cp} = 32,69 \text{ мм},$$

$$A_{21}^{cp} = 33,665 \text{ мм}$$

$$A_{12}^{cp} = K_6^{cp} + A_{27}^{cp} + A_{16}^{cp} - A_{51}^{cp} - A_{21}^{cp} = 12 + 33,225 + 34,03 - 32,69 - 33,665 \\ = 12,9$$

Принимаем $A_{12} = 12,9_{-0,6} \text{ мм}$.

1.7 Расчет режимов и мощности резания.

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

Операция 010

1. Токарно-винторезная. (см.табл.1)

Установ А.

1) Подрезка торца 1 в размер 35,59 мм.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

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

Глубина резания:

За один проход: $t_1=1,5 \text{ мм}$.

Подача: $S_1=0.3 \text{ мм/об}$.

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. $K_V=K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv}$, где K_{mv} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

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

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

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

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

$$1) C_v = 350, x = 0.15, y = 0.2, m = 0.2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.3^{0.2}} \cdot 0.93 = 171.4 \frac{м}{мин},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{171.4 \cdot 1000}{3.14 \cdot 73.05} = 746.8 \text{ об/мин}$$

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.

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}; K_{mp} = (\sigma_b / 750)^n \quad n = 0.75, \sigma_b = 647 \text{ МПа}, K_{mp} = (647 / 750)^{0.75} = 0.9$$

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

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

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0.3^{0.75} \cdot 171.4^{-0.15} \cdot 0.79 \\ = 444.1 \text{ Н}$$

$$2) K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 0.77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.82 = 0.568$$

$$C_p = 243, x = 0.9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0.9} \cdot 0.3^{0.6} \cdot 171.4^{-0.3} \cdot 0.568 \\ = 142.2 \text{ Н}$$

$$3) K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1.11 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.999$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0.3^{0.5} \cdot 171.4^{-0.4} \cdot 0.999 = 232 \text{ Н}$$

Остальные расчеты токарных операций сводим в таблицу 2.

Таблица 2 – Режимы резания.

№ операции	Наименование операции	Глубина резания	Частота вращения шпинделя	Скорость резания	Подача	Основное время
		L, мм	n, об/мин	v, м/мин	S, мм/о	To, мин
010 А	Токарно-винторезная					
	1.Подрезка торца 1 в размер 35,59мм	1,5	746,8	171,3	0,3	0,023
	2. Наружное точение до $\varnothing 71,73$ мм.	1,78	620,3	139,7	0,49	0,1
	3.Точение поверхности 3 до $\varnothing 73,05$ мм.	1,7	615,6	141,2	0,49	0,08
	4.Растачивание пов.4 до $\varnothing 61,27$ мм	1,42	517,7	99,6	0,6	0,043
	5.Растачивание пов.5 до $\varnothing 56,99$ мм	1,42	556,6	99,6	0,6	0,071
	6.Растачивание пов.6 до $\varnothing 50,605$ мм	1,42	626,8	99,6	0,6	0,035
Б	1.Подрезка торца 7 в размер 34,33мм	1,5	489,3	171,3	0,3	0,08
	2.Наружное точение до $\varnothing 110,75$ мм	1,03	438	152,4	0,49	0,056
015 А	Токарная с ЧПУ					
	1.Подрезка торца 9 в размер 33,665мм	1.5	744	171,4	0,3	0,048
	2.Наружное точение поверхности 10 до $\varnothing 71$ мм	0,73	711	158,7	0,49	0,036
	3.Наружное точение пов.11 до $\varnothing 72,325$ мм	0,73	698	158,7	0,49	0,025
	4.Точение фасок 1×45	1	445	101,2	0,42	0,019

Продолжение таблицы 2

	5.Растачивание пов.12 до $\varnothing 62\text{мм}$	1	732	142	0,6	0,028
	6.Растачивание пов.13 до $\varnothing 57,695\text{мм}$	0,7	992,5	179,8	0,32	0,026
	7. Растачивание пов.14 до $\varnothing 50\text{мм}$	0,6	893	183,6	0,6	0,035
	8.Точение канавки 15.	1	671	146,6	0,07	0,19
Б	1.Подрезка торца 17 в размер 33,225	1	519	181,8	0,3	0,145
	2.Наружное точение до $\varnothing 110\text{мм}$	0,75	456	158,7	0,49	0,056
	3.Точение фаски 5	1,725	500	148,2	0,42	0,017
	4.Растачивание пов.18 до $\varnothing 71\text{мм}$	1,9	695	155	0,6	0,056

025- сверлильная операция.

1) Сверление четырех отверстий $\varnothing 9^{+0,36}$

Инструмент:

Спиральное сверло из быстрорежущей стали $\varnothing 9$ мм.

Определение скорости резания (v):

$$v_{\text{расч}} = \frac{C_v * D^q}{T^m * s^y} K_V,$$

где значение коэффициента C_v и показателей степени (q, y, m) ((2), стр.278):

$$C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,5; m = 0,2$$

$t = 4,5$ – глубина резания;

$s = 0,26$ – подача, мм/об ((2), стр.277)

$D = 9$ – диаметр сверла, мм;

$T = 25$ – период стойкости, мин ((2), стр.279)

K_V – общий поправочный коэффициент резания, учитывающий фактические условия резания ($K_V = K_{MV} * K_{PV} * K_{LV}$).

$K_{LV} = 1$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления ((2), стр. 280).

$$K_V = 0,8 * 0,8 * 1 = 0,64$$

$$V_{расч} = \frac{10 * 9^{0,4}}{25^{0,2} * 0,26^{0,5}} * 0,64 = 16,22 \text{ (м/мин)}.$$

Определение расчетной частоты вращения шпинделя ($n_{расч}$):

$$n_{расч} = \frac{1000 * V_{расч}}{\pi * D} = \frac{1000 * 16,22}{3,14 * 9} = 573 \text{ (об/мин)}$$

Принимаем $n=500$ (об/мин)

Тогда

$$V = \frac{500 * 3,14 * 9}{1000} = 14,13$$

Определение крутящего момента на шпинделе ($M_{кр}$):

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * s^y * K_p = 10 * 0,0345 * 9^2 * 0,26^{0,8} * 0,94 = 5,85 \text{ (Нм)}$$

где значение коэффициента C_M и показателей степени (q, y) ((2), стр.281):

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

Определение осевой силы (P_o):

$$P_o = 10 * C_p * D^q * s^y * K_p = 10 * 68 * 9 * 0,26^{0,7} * 0,94 = 1815 \text{ (Н)}$$

где значение коэффициента C_p и показателей степени (q, y) ((2), стр.281):

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

$K_p = 0,94$ – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания ((2), стр. 275)

Определение мощности резания (N):

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{5,85 * 500}{9750} = 0,3 \text{ кВт}$$

030 – Круглошлифовальная операция

1) Наружное шлифование до $\varnothing 72_{-0,046}$

Инструмент: Шлифовальный круг.

Параметры: Ширина(B) = 6 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга: $V_K=30$ м/с,

Скорость заготовки: $V_3 = 20$ м/мин,

Глубина шлифования: $t=0,01$ мм,

Продольная подача: $S=0,2V=0,7*6=4,2$ 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 -

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,65 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 4,2^{0,55} \cdot 72^{0,5} = 2,03 \text{ кВт}$$

035 – Плоскошлифовальная операция

1) Шлифование плоскости 23.

Инструмент: Шлифовальный круг.

Параметры: Ширина(B) = 8 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга: $V_K=30$ м/с,

Скорость заготовки: $V_3 = 35$ м/мин,

Глубина шлифования: $t=0,01$ мм,

Продольная подача: $S=0,5V=0,5*8=4$ 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.

$C_N=1,3$, $r=0,75$, $x=0,85$, $y=0,7$, q -

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 1,3 \cdot 35^{0,75} \cdot 0,01^{0,85} \cdot 4^{0,7} = 1 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции

1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор типа станка, прежде всего, определяется его возможностью обеспечить точность размеров, формы, расположения и качество поверхности, если эти

требования можно обеспечить на различных станках, то определенный станок выбирается из следующих соображений:

1. Соответствие станка габаритам обрабатываемой детали;
2. Соответствие станка по производительности принятому типу производства;
3. Рациональное использование станка по режимам резания и полное использование по мощности;

Операция 010, токарно-винторезная - выбираем станок 16K20, технические характеристики станка 16K20 приведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Технические характеристики станка 16K20

Наименование	
диаметр обработки над станиной	400 мм
диаметр обработки над суппортом	220 мм
Длина обрабатываемой заготовки	750...1500 мм
Диаметр отверстия в шпинделе	55 мм
Число ступеней вращения шпинделя	23
Размер конуса в шпинделе	Морзе 6
Частота вращения шпинделя	12,5...2000 об/мин.
Число ступеней продольных подач	42
Число ступеней поперечных подач	42
Продольные подачи	0.07-4,16 мм/об
Поперечные подачи	0,035...2,08
Шаг нарезания резьбы архимедовой спирали	3/8", 7/16" дюймов (8, 10, 12 мм)
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки	200 мм
Поперечное смещение корпуса задней бабки	+/-15 мм
Наибольшее сечение резца	25
Питание	220/380В, 50Гц
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Мощность электродвигателя привода ускоренного перемещения суппорта	0,75...1,1
Габаритные размеры (длина*ширина*высота)	2812/1166/1324 мм
Масса	2140 кг

Операция 015 Токарная с ЧПУ- выбираем станок 16K20Ф3,

технические характеристики станка 16К20Ф3, приведены в таблицу 4.

Таблица 4 - технические характеристики станка 16К20Ф3

Наименование параметра	Величина
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	500
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия:	
над станиной, мм	320
над суппортом, мм	200
Наибольшая длина инструментальной головки:	
при 6-позиционной головке, мм	900
при 8-позиционной головке, мм	750
при 12-позиционной головке, мм	850
Наибольшая длина обработки в центрах, мм	1000
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм	55
Наибольший ход суппорта токарного станка 16К20Ф3С32:	
поперечный, мм	210
продольный, мм	905
Максимальная рекомендуемая скорость рабочей подачи:	
продольной, мм	2000
поперечной, мм	1000
Количество управляемых координат	2
Количество одновременно управляемых координат	2
Дискретность задания перемещения, мм	0,001
Пределы частот вращения шпинделя, мин ⁻¹	20...2500
Максимальная скорость быстрых перемещений:	
продольных, мм/минуту	15000
поперечных, мм/минуту	7500
Количество позиций инструментальной головки	8
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	11
Габаритные размеры станка:	
длина, мм	3700
ширина, мм	2260
высота, мм	1650
Масса станка, кг	4000

Операция 025 Вертикально-сверлильная- выбираем станок 2Н135,

технические характеристики станка приведены в таблицу 5.

Таблица 5 -Технические хар-ки вертикально-сверлильного станка 2Н135:

Наименование параметра	Единица измерения	Величина
Наибольший диаметр сверления в стали 45 ГОСТ 1050-74	мм	35
Размеры конуса шпинделя по ГОСТ 25557-82		Морзе 4
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны	мм	300
Наибольший ход шпинделя	мм	250
Расстояние от торца шпинделя до стола	мм	30-750
Расстояние от торца шпинделя до плиты	мм	700-1120
Наибольшее (установочное) перемещение сверлильной головки	мм	170
Перемещение шпинделя за один оборот штурвала	мм	122, 46
Рабочая поверхность стола	мм	450 x 500
Наибольший ход стола	мм	300
Установочный размер центрального Т-образного паза в столе по ГОСТ 1574-75	мм	18Н9
Установочный размер крайних Т-образных пазов в столе по ГОСТ 1574-75	мм	18Н11
Расстояние между двумя Т-образными пазами по ГОСТ 6569-75	мм	100
Количество скоростей шпинделя		12
Пределы чисел оборотов шпинделя	оборотов/минуту	31,5-1400
Количество подач		9
Пределы подач	мм/оборот	0,1-1,6
Наибольшее количество нарезаемых отверстий в час		55
Управление циклами работы		ручное
Род тока питающей сети		трёхфазный
Напряжение питающей сети	В	380/220
Тип двигателя главного движения		4А1001.4
Мощность двигателя главного движения	кВт	4
Тип электрического насоса охлаждения		Х14-22М
Мощность двигателя электрического насоса охлаждения	кВт	0,12
Производительность электрического насоса охлаждения	литров/минуту	22
Высота станка	мм	2535
Ширина станка	мм	835
Длина станка	мм	1030
Масса станка	кг	1200

Операция 030 Круглошлифовальная, выбираем станок 3А110В, технические

характеристики станка приведены в таблицу 6.

Таблица 6 - Технические характеристики станка 3А110В

Класс точности		В
Максимальный диаметр обрабатываемой детали	мм	140
Максимальная длина детали	мм	200
Мощность главного привода	кВт	1,5
Габариты станка	мм	
- длина		1600
- ширина		1670
- высота		1550
Вес станка	кг	2000

Операция 035 Плоскошлифовальная, выбираем станок 3Б722, технические характеристики станка приведены в таблицу 7.

Таблица 7 - технические характеристики станка 3Б722

Наименование параметров	Ед.изм.	Величины
Наименьшее расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола	мм	190
Наибольшее расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола	мм	630
Наибольшие размеры устанавливаемых изделий (ДхШхВ)	мм	1000х360х400
Наибольшие размеры обрабатываемых поверхностей (ДхШ)	мм	1000х320
Размеры рабочей поверхности стола (ДхШ)	мм	1000х320
Размеры рабочей поверхности электромагнитной плиты (ДхШ)	мм	900х320
Пределы скоростей продольного перемещения стола	м/мин	2...40
Пределы скоростей непрерывного поперечного перемещения шлифовальной бабки	м/мин	0,5...3
Частота вращения шпинделя	об/мин	1460
Мощность электродвигателя шлифкруга	кВт	10

1.9 Нормирование технологических операций

1.9.1 Расчет основного времени

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

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

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

где L – расчётная 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:

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

где t – глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

1.9.2 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.

1.9.3 Расчет оперативного времени

$$t_{оп} = t_{очн} + t_b \quad (11)$$

1.9.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

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

1.9.5 Расчет времени на отдых

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

1.9.6 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{очн} + t_b + t_{обс} + t_{отд} \quad (14)$$

1.9.7 Расчет штучно-калькуляционного времени

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

Расчеты нормирования технологических операций сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Нормирования технологических операций

Номер операции	Наименование операции	Основное время	Вспомогательное время	Оперативное время	Время на обслуживание рабочего места	Время на отдых	Штучное время	Подготовительно-заключительное время
010 А	Токарно-винторезная	0,352	0,51	1,212	0,04	0,05	1,302	10
010 Б	Токарно-винторезная	0,136	0,51	1,212	0,04	0,05	1,302	10
015 А	Токарная с ЧПУ	0,407	0,53	1,263	0,05	0,06	1,373	12
015 Б	Токарная с ЧПУ	0,274	0,53	1,263	0,05	0,06	1,373	12
025	Вертикально-сверлильная	0,53	0,58	1,11	0,03	0,04	1,18	9
030	Круглошлифовальная	0,14	1,28	1,42	0,08	0,085	1,585	8
035	Плоскошлифовальная	9,94	0,79	10,72	0,36	0,64	11,72	5

2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания

Приспособление применяется при сверлении отверстий в детали на

сверлильном станке модели 2Н135 и предназначено для базирования заготовки.

2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.

Рисунок 5 цилиндрическими поверхностями (направляющая база, которая лишает заготовку двух поступательных перемещений и двух вращений: опорные точки 1, 2, 3, 4), с упором в торец (опорная база: опорная точка 6), опорная точка 6 служит для фиксации углового положения детали. Закрепление происходит при помощи сил W . Данное приспособление является специальным. Приспособление является одноместным.

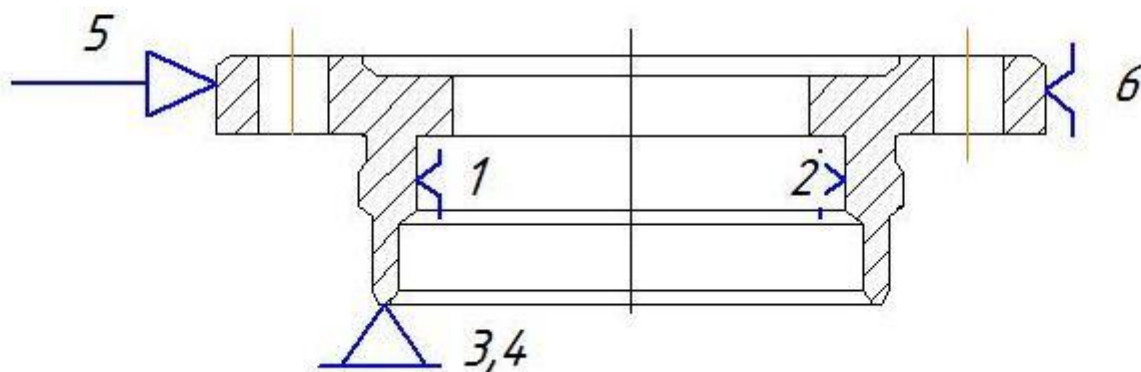


Рис.5 - Схема базирования заготовки.

2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров

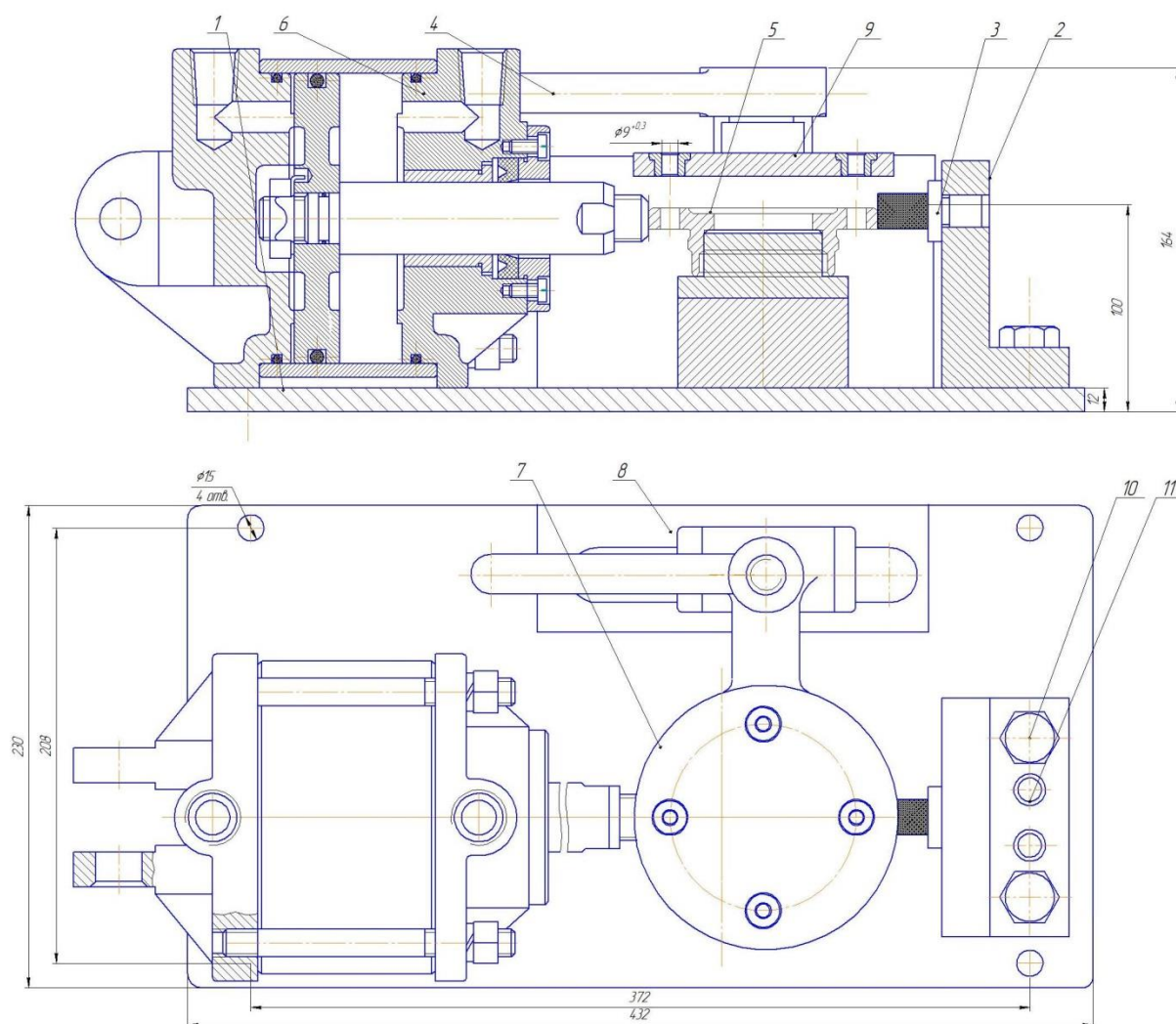


Рис.6 - Приспособление специальное с механизированным приводом.

2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления

Цилиндрическая заготовка радиусом R установлена на оправку и находится под действием момента сил обработки M_p . Создаваемые силой Q и моментами трения $M_{тр1}$ (в контакте опорной поверхностью) противодействуют повороту заготовки.

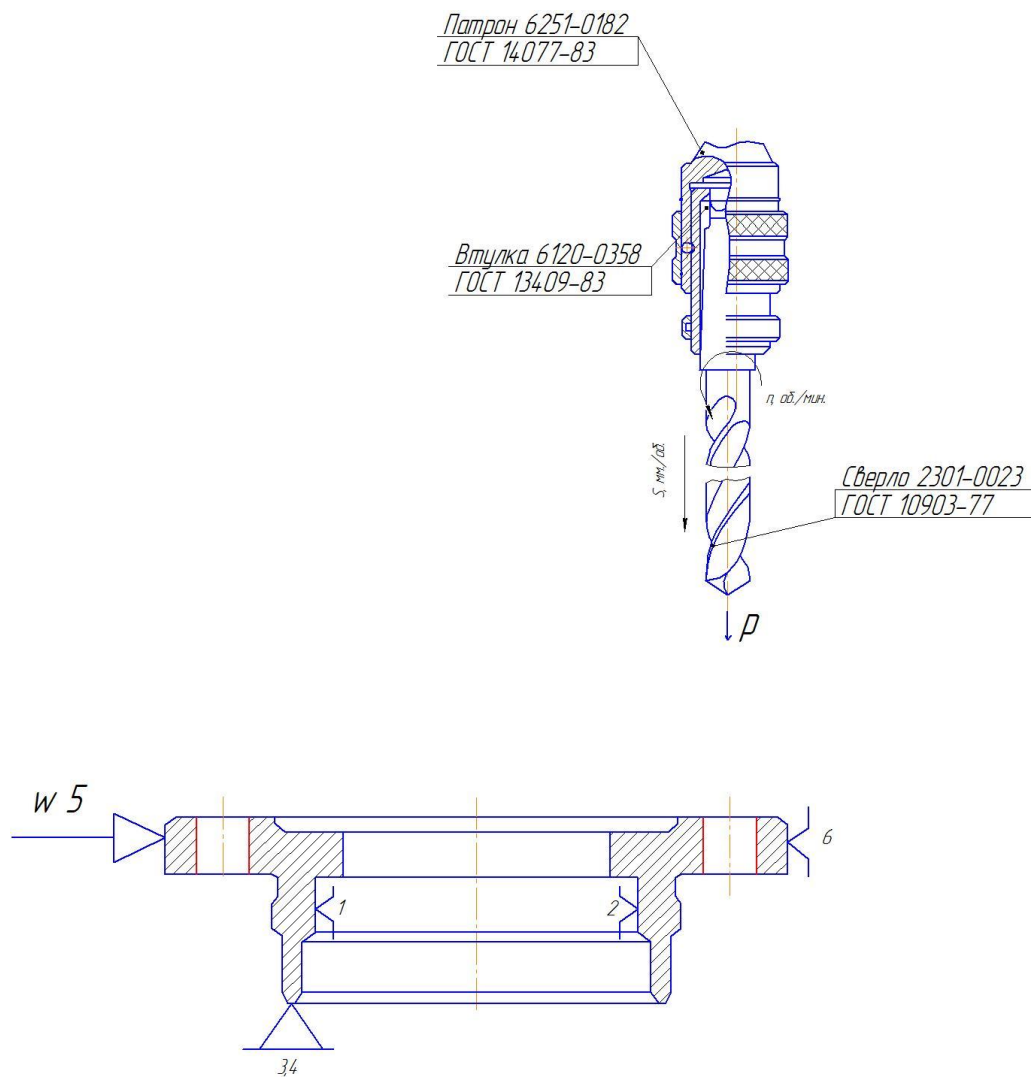


Рис.7 Схема действия сил и моментов.

Необходимую величину силы зажима определяем из уравнения
МОМЕНТОВ

$$3Qaf - M_{кр} - P_z b = 0$$

$$Q = \frac{M_{кр}K + P_z b}{3af}$$

где $f = 0,3$ – коэффициент трения;

K - коэффициент запаса

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5$$

где, $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса для всех случаев;

$K_1 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_2 = 1,15$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от

прогрессирующего затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, учитывающийся только при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,725$$

$M_{кр} = M_{рез}$ – момент резания, создающийся силами резания [1 т.2, с.277]

$$M_{рез} = \frac{P_z \times D}{200}$$

$D=9\text{мм}$ – диаметр сверла

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B_z^n}{D^q n^w} K_{mp}$$

$S_z = 0,2$ мм/об подача на зуб

$C_p=825$ табличный коэффициент

$$q = 1,3$$

$$x = 1$$

$$y=0,75$$

$$K_{mp} = 0,2$$

$$w=0,2$$

Определение силы резания

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5^1 \cdot 0,2^{0,75} 32 \cdot 8}{9^{1,3} \times 630^{0,2}} \times 0,2 = 3541 \text{ Н}$$

$$M_{рез} = \frac{3541 \times 9}{200} = 318,7 \text{ Нм}$$

$a = 103 \text{ мм};$

$b = 183 \text{ мм}.$

$$Q_{\text{сум}} = \frac{318,7 \cdot 1,725 + 3541 \cdot 183}{3 \cdot 103 \cdot 0,5} = 4198 \text{ Н}$$

$$Q \geq \frac{4198}{3} = 1399 \text{ Н}$$

Выбор механизма закрепления

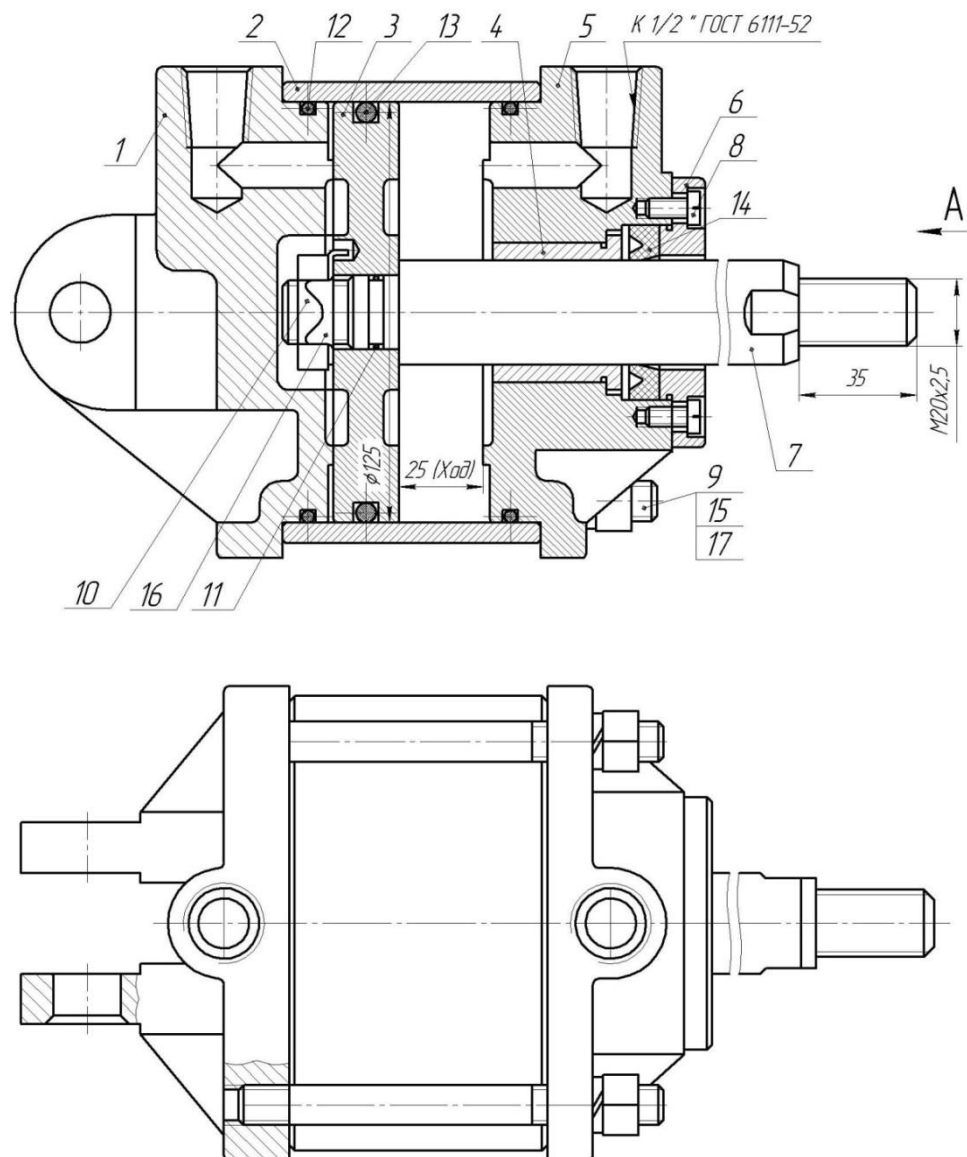


Рис.8 - Пневмоцилиндр

Сила зажима заготовки определяется из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку.

2.5 Выбор и расчет привода зажимного устройства.

В качестве силового механизма выступает кондукторная плита и пневмоцилиндр.

Фактическая сила зажима, развиваемая пневмоцилиндром определяется по формуле:

$$Q = \frac{\pi(d_n^2 - d_{um}^2)}{4} P \eta, \quad (2.1)$$

где p - давление в пневмосистеме предприятия, $P=0,4-1,6$ МПа.

η - КПД пневмоцилиндра, $\eta=0,9$.

Тогда:

$$Q = \frac{3,14(125^2 - 34^2)}{4} * 1 * 0,9 = 2702 \text{ Н}$$

Данный зажим вполне удовлетворяет всем требованиям и обеспечивает необходимую зажимную силу, которая превосходит силы резания.

2.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Кондуктор содержит следующие основные детали: корпус поз. 28, плита поз. 19, прижим поз. 7, кондукторная плита поз.27, втулка поз. 29.

В кондукторе деталь цилиндрической поверхностью устанавливается на палец и при помощи прижима, прижимает деталь к упору, происходит закрепление детали. После чего можно сверлить нужные отверстия.

2.7 Расчет приспособления на точность.

Особенностью обработки отверстий на сверлильных станках является наличие в конструкции приспособлений элементов для направления режущих элементов (кондукторных втулок) направление и ориентация инструментов осуществляется непосредственно по режущей части.

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

Определим необходимую точность приспособления, исходя из формулы, изложенной в [4, с. 85]:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (2.2)$$

где - $\delta = 0,26 \text{ мм}$ – допуск выполняемого размера;

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, [4, с. 85];

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, [4, с. 85];

$k_{T2} = 0,6$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, [4, с. 85];

$\varepsilon_{\delta} = 0$ погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$\varepsilon_z = 0,07 \text{ мм}$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (табл. П4.) [4, с. 210];

$\varepsilon_y = 0 \text{ мм}$ – погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_n = 0,01 \text{ мм}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления;

$\varepsilon_u = 0,005 \text{ мм}$ – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,12$ – экономическая точность обработки $\omega = 0,12$ для сверления по кондуктору по 4 классу точности.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{np} &\leq 0,26 - 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,07^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \times 0,12)^2} \\ &= 0,14 \text{ мм} \end{aligned}$$

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

2.8 Расчет экономической эффективности

Экономическое сравнение вариантов конструкций проводим по

годовой технологической себестоимости выполнения операции.

Основная зарплата на выполнение операции для пневматического и механического приспособлений соответственно [4, с.172]:

$$L_{31} = T_{шт} \cdot s_1 \cdot m_3 = 2.91 \cdot 0.447 \cdot 1.203 = 1.5 \text{ у.е.}$$

$$L_{32} = T_{шт} \cdot s_1 \cdot m_3 = 2.98 \cdot 0.447 \cdot 1.203 = 1.6 \text{ у.е.}$$

где $T_{шт}$ - штучное время на обработку заготовки, $s_1 = 0,447 \text{ у.е.}$ – часовая ставка рабочего первого разряда [4, с.172]; $m_3 = 1,203$ - тарифные коэффициенты для 3-го разряда работы [4, с.172].

Себестоимость изготовления приспособлений [4, с.172]:

$$A_1 = z_1 \cdot C_1 \cdot K_k = 34 \cdot 4 \cdot 90 = 12240 \text{ руб}$$

$$A_2 = z_2 \cdot C_2 \cdot K_k = 51 \cdot 4 \cdot 90 = 18360 \text{ руб}$$

где z_n - количество деталей в приспособлении; C_n – удельная себестоимость, принимаемая в зависимости от группы сложности изделия табл.6.1. [4, с.173].

Сравниваем значения технологической себестоимости обработки заготовки с использованием автоматического и ручного приспособлений [4, с.173]:

$$\begin{aligned} C_{T1} &= L_{31} \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right) + \frac{A_1}{N} \cdot \left(\frac{1+q_{II}}{i_c} + q_3\right) = \\ &= 1,564 \cdot \left(1 + \frac{300}{100}\right) + \frac{12240}{35000} \cdot \left(\frac{1+0,5}{2} + 0,25\right) \approx 350 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T2} &= L_{32} \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right) + \frac{A_2}{N} \cdot \left(\frac{1+q_{II}}{i_c} + q_3\right) = \\ &= 1,602 \cdot \left(1 + \frac{300}{100}\right) + \frac{18360}{35000} \cdot \left(\frac{1+0,5}{2} + 0,25\right) \approx 370 \text{ руб} \end{aligned}$$

где $z = 300\%$ - процент цеховых накладных расходов; $N = 27000$ - годовой объем выпуска деталей, шт; $q_{II} = 0,5$ - коэффициент проектирования данного приспособления; $q_3 = 0,25$ - коэффициент эксплуатации данного приспособления; $i_c = 2 \text{ года}$ - срок службы приспособления [4, с.171-173].

Годовая экономическая эффективность:

$$\mathcal{Q}_T = (C_{T2} - C_{T1})N = (370 - 350) \cdot 27000 = 540000 \text{ руб}$$

Вариант приспособления с пневматическим зажимом экономичнее, чем вариант с механическим зажимом.

2.9 Анализ технических требований

Приспособление предназначено для сверлений отверстий.

Приспособление достаточно простое в использовании. Для создания необходимого усилия предусмотрена шток. Загрузка - выгрузка деталей осуществляется вручную.

2.9.1 Анализ технологичности конструкции

Базовая деталь изделия имеет технологическую базу, обеспечивающую его достаточную устойчивость в процессе сборки. Унификация крепежных и других деталей способствует сокращению номенклатуры сборочных инструментов и более эффективному использованию средств механизации сборочных работ. При конструировании изделия обеспечивается возможность свободного подвода высокопроизводительных механизированных сборочных инструментов к местам соединения деталей.

На основании вышесказанного конструкцию изделия можно считать технологичным.

Таблица № 9- Нормирование технологического процесса сборки

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, $t_{оп}$, мин
	1. Установка плиты	0,5
1.	Установить уголок в приспособление	1,5
2.	Зажать винты	0,91
3.	Установить подкладную пластину	2,2
4.	Установить опорный палец	1,1
5	Закрепить корпус	3,0
6.	Установить пневмоцилиндр на плиту и закрепить	3,4
7	Установить вороток	1,3
8	Закрепить кондукторную плиту	1,1
9	Вставить втулки в плиту	0,8
	Итого:	15,81

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л11	Малахову Александру Леонидовичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рассчитана стоимость материальных затрат Рассчитаны затраты на специальное оборудование Рассчитаны затраты на оплату труда Рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды Рассчитаны накладные расходы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составлен план реализации проекта, построен график Ганта, сформирован бюджет
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определена эффективность на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л11	Малахов А.Л.		

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 «Крышка подшипника»

С целью анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

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

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» представленная на рисунке 9.

Услуги по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника»	
Тип серийного производства	Крупносерийное

Рис. 9 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника»:

 Фирма А

В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» при мелкосерийном производстве. Несмотря на наличие на данной нише высокого уровня конкуренции, разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «Крышка подшипника» 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 с крупносерийным производством).

3.1.2 Определение качества технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» 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 10.

Таблица 10 – 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	0,05	75	100	0,75	0,037
2. Надежность	0,03	70	100	0,7	0,021
3. Унифицированность	0,01	50	100	0,5	0,005
4. Уровень материалоемкости разработки	0,2	80	100	0,8	0,16
5. Уровень шума	0,04	40	100	0,4	0,016

6. Безопасность	0,02	50	100	0,2	0,004
7. Простота эксплуатации	0,04	50	100	0,2	0,008
8. Повышение производительности труда	0,1	80	100	0,8	0,08
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособность продукта	0,2	85	100	0,85	0,17
10. Уровень проникновения на рынок	0,03	30	100	0,3	0,009
11. Перспективность рынка	0,01	60	100	0,6	0,006
12. Цена	0,15	85	100	0,85	0,1275
13. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	85	100	0,85	0,085
14. Срок выхода на рынок	0,02	30	100	0,3	0,006
Итого	1				0,7345

Значение $\Pi_{\text{ср}} = 78,95$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» на рынке выше среднего.

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

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT-анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Низкая металлоемкость. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Проект ориентирован на использование
--	--	---

	технологическими процессами. С4. Высокая производительность труда. С5. Конкурентоспособность проекта.	современного оборудования. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Финансовая поддержка государством отдельных потенциальных потребителей. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологий. У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.		

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	0	+	-
	B2	+	0	+	-	+
	B3	+	+	+	0	-
	B4	+	0	+	0	+
	B5	+	0	+	-	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	0	+	-	-
	B2	+	+	+	-	0
	B3	+	+	0	-	0
	B4	+	+	+	-	0
	B5	0	+	+	-	0
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	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 13.

Таблица 13 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	C1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. C2. Низкая металлоемкость. C3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. C4. Высокая производительность труда. C5. Конкурентоспособность	Сл1. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.

	проекта.	Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Финансовая поддержка государством отдельных потенциальных потребителей. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.	В1С1С2С4 В2С1С3С5 В3С1С2С3 В4В5С1С3С5	В1Сл1Сл3 В2В4Сл1Сл2Сл3 В3Сл1Сл2 В5Сл2Сл3
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.	У1С1С2С3 У2С2С3С5 У3С3С5 У4С1С3 У5С1С2С3С5	У1У2У4Сл1Сл2Сл3 У5Сл1Сл2Сл4

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 «Крышка подшипника» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 14.

Таблица 14 – 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:

$$t_{ож1} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 3 \text{ чел. – дн.}$$

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

$$t_{ож2} = \frac{3*10 + 2*15}{5} = 12 \text{ чел. – дн.}$$

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

$$t_{ож3} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы $t_{ож4}$ составило:

$$t_{ож4} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

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

$$t_{\text{ож5}} = \frac{3*30 + 2*40}{5} = 34 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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

$$t_{\text{ож6}} = \frac{3*20 + 2*30}{5} = 24 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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

$$t_{\text{ож7}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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

$$t_{\text{ож8}} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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

$$t_{\text{ож9}} = \frac{3*2 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

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

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

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:

$$T_{p_1} = \frac{3}{1} = 3 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p_2} = \frac{12}{1} = 12 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p_3} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p_4} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p_5} = \frac{34}{1} = 34 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p_6} = \frac{24}{1} = 24 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p_7} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p_8} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб.дн.}$$

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

$$T_{k1} = 3 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{k2} = 12 \cdot 1,48 = 18$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{k3} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{k4} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{k5} = 34 \cdot 1,48 = 50$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{k6} = 24 \cdot 1,48 = 36$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 2,4 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	3	3	Руководитель темы	3	4
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Инженер (дипломник)	12	18
Выбор направления исследований	1	2	1,4	Руководитель, инженер (дипломник)	0,7	1
Календарное планирование работ по теме	1	2	1,4	Инженер (дипломник)	1,4	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	30	40	34	Инженер (дипломник)	34	50
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	20	30	24	Инженер (дипломник)	24	36
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	1	2	1,4	Инженер (дипломник)	1,4	2
Контроль результатов исследований	2	3	2,4	Руководитель темы	2,4	4

Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,4	Руководитель, инженер (дипломник)	0,7	1
---	---	---	-----	-----------------------------------	-----	---

На основе таблицы 15 построен календарный план-график представленный в таблице 16.

Таблица 16 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	4													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)	18													
3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)	1													
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)	2													
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)	50													
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)	36													
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)	2													
8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы	4													
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель темы, инженер (дипломник)	1													

■ - руководитель темы

■ - инженер (дипломник)

3.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ учтены следующие виды расходов:

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

3.2.5 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат произведен по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расх}i},$$

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

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

Π_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 «Крышка подшипника», представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника».

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Ручка	шт.	2	25,0	50,0
Карандаш	шт.	2	10,0	20,0
Ластик	шт.	2	5,0	10,0
Бумага офисная	л.	500	0,4	200,0
Итого				280,0

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:

$$A_{\text{годовая}} = 40500 * 10\% / 100\% = 4050 \text{ руб.}$$

$$A \text{ в период выполнения НТИ} = 4050 / 12 * 5 = 1687,5 \text{ руб.}$$

3.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата руководителя темы и инженера (дипломника), непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» (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 (12 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя темы, инженера (дипломника) 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:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d},$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 23264,86 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 48390,9$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$Z_m = 14584,32 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 26543,5$$

Таблица 18– 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	48	28
- невыходы по болезни	10	
Действительный годовой фонд рабочего времени	189	219

Среднедневная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{48390,9 \cdot 10}{189} = 2560,3 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$Z_{дн} = \frac{26543,5 \cdot 11}{219} = 1333,2 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$Z_{осн} = 2560,3 \cdot 10 = 25603 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера (дипломника) составила:

$$З_{\text{осн}} = 1333,2 * 75 = 99990 \text{руб.}$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблицах 19 и 20.

Таблица 19 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника»

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	23264,86	0,3	0,3	1,3	48390,9	2560,3	10	25603
Инженер (дипломник)	14584,32	0,2	0,2	1,3	26543,5	1333,2	75	99990
Итого З _{осн}								125593

Таблица 20 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Крышка подшипника» (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	1,4		2560,3	1333,2	3584,42	
2	Выбор направления исследований	0,7	16,1	2560,3	1333,2	1792,21	21464,52

3	Теоретические и экспериментальные исследования	2,4	63,4	2560,3	1333,2	6144,72	84524,88
4	Обобщение и оценка результатов	1,2	1,2	2560,3	1333,2	3072,36	1599,84
Итого:						14493,71	107589,24

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.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 14493,71 = 1739,2 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 107589,24 = 12910,7 \text{ руб.}$$

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:

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

где $k_{\text{внеб}}$ – 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 21.

Таблица 21 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	14493,71	1739,2
Инженер (дипломник)	107589,24	12910,7
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого	41019,8	

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:

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

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

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$З_{\text{накл}} = 186289,7 \cdot 0,16 = 29316,8 \text{ руб.}$$

3.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	280	Пункт 2.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1687,5	Пункт 2.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	125593	Пункт 2.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14649,9	Пункт 2.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	41019,8	Пункт 2.4.5
6. Накладные расходы	29316,8	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	212547	Сумма ст. 1-6

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;

$\Phi_{\max}$ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована оценка бюджета затрат вариантов исполнения технологического процесса изготовления детали « Крышка подшипника» (базового технологического процесса, применяемого на машиностроительных предприятиях по изготовлению детали « Крышка подшипника» в настоящее время, и технологического процесса, разработанного в рамках данного научного исследования). Экспертная оценка бюджета затрат исполнения базового технологического процесса составляет 289,0 тыс. руб.

Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{212547}{212547} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{289000}{212547} = 1,35$$

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 23.

Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,12	4	2
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,17	5	3
3. Безопасность	0,17	4	2
4. Энергосбережение	0,19	4	3
5. Надежность	0,22	5	4
6. Материалоемкость	0,13	6	5
ИТОГО	1		

$$I_{p-исп1} = 4 \cdot 0,12 + 5 \cdot 0,17 + 4 \cdot 0,17 + 4 \cdot 0,19 + 5 \cdot 0,22 + 6 \cdot 0,13 = 4,65;$$

$$I_{p-исп2} = 2 \cdot 0,12 + 3 \cdot 0,17 + 2 \cdot 0,17 + 3 \cdot 0,19 + 4 \cdot 0,22 + 5 \cdot 0,13 = 3,19;$$

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

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

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{1} = 4,65$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,19}{1,35} = 2,36$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта (таблица 24). Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

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

Таблица 24 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,35
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,15
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	2,36
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,6	0,57

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 «Крышка подшипника».

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л11	Малахову Александру Леонидовичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	ТАМП

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочее место расположено в закрытом помещении механического цеха. На рабочем месте возникают шумы, вибрации, опасность поражения током, недостаточность освещения, а так же травмы механической природы от работы станков. Воздействие химических факторов. Оказывается негативное воздействие на природу (атмосферу, гидросферу, литосферу). Возможно возникновения ЧС техногенного, стихийного, экологического и социального характера.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Техногенная безопасность 1.1. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	Опасные факторы Движущиеся машины и механизмы Возможность поражения электрическим током. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов. Взрывоопасность и пожароопасность. Вредные факторы: Превышение уровня шума и вибрации. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. Травмы, вызванные механической природой.
2. Региональная безопасность: – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);	Применение средств воздухоочистки

– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	Вывоз отходов не подвергающихся вторичному использованию. Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Техногенные (пожары, взрывы с последующим горением, Внезапное обрушение сооружений, аварии не электроэнергетических системах, на очистных сооружениях. Природные (землетрясения, ураганы, бури, наводнения. Биолого-социальные (изменения состояния почвы, изменение свойств и состава воздушной и водной среды). Меры: Защитные сооружения. Мероприятия по рассредоточению и эвакуации персонала. Средства индивидуальной защиты.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Правила по охране труда на предприятиях и организация машиностроения. Правила эксплуатации электрооборудования. Правила по охране труда

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л11	Малахов А.Л.		

Введение.

В данном разделе ВКР бакалавра рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия ООО «Нефтепромремонт», в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Предприятие размещается на двух пром. площадках: 3 (основная) – Томская обл. г. Стрежевой, ул. Строителей 88.

ООО «НПР» специализируется на выпуске нефтяного оборудования различного типа и направленности, в т. ч. во взрывоопасном и коррозионностойком исполнении.

Расстояние до ближайшей жилой зоны составляет: 1000 м на восток от основной пром. площадки, 1500 м на запад от вспомогательной площадки. Расстояние до ближайшего водного объекта (р. Обь) -3000 м.

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

В связи с тем, что дипломная работа предусматривает разработку нормативной и технической документации, вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются с позиции разработчика комплекта документов. Производственная среда, организация рабочего места должна соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

4.1.Техногенная безопасность.

Администрация предприятий (учреждений) обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам охраны труда (правилам по технике безопасности, санитарным нормам и др.).

Технологический процесс изготовления детали типа «Крышка подшипника» характеризуется наличием опасных и вредных производственных факторов характерных для машиностроительных предприятий.

На участке, где находится оборудование, могут быть следующие опасные и вредные факторы:

- Поражение электрическим током;
- Повышенный уровень шума и вибрации;
- Повышенная запыленность и загазованность воздуха;
- Взрывоопасность и пожароопасность;
- Неблагоприятные условия микроклимата и производственного освещения.

Производственный травматизм и воздействие вредных веществ:

- СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость);
- Стружка;
- Вращающиеся части станков;
- Слабое и ненадежное крепление инструмента;

Все выше описанные опасные и вредные факторы представляют существенную опасность для рабочего персонала участка, а следовательно возникает потребность в проведении мероприятий снижающих или удаляющих влияние этих факторов на здоровье производственного персонала. Данные мероприятия должны быть согласованы с санитарно-гигиеническими и другими нормами охраны труда.

4.1.1 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

Поражение электрическим током.

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции.

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1. 038-82 ССБТ .

Согласно Правил устройства электроустановок производственное помещение участка относится к категории помещений с повышенной опасностью, т.к. в нашем помещении присутствуют такие факторы, как токопроводящий пол, так как он железобетонный, и токопроводящая пыль. Проблема токопроводящих полов решается оборудованием рабочих мест деревянными плитами (решетками). А токопроводящая пыль устраняется с помощью устройств местной вытяжной вентиляции.

Мероприятия по защите от поражения электрическим током:

Обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением путем надежной изоляции, вывешивание плакатов и знаков и т.д.;

Электрическое разделение сети;

Устранение опасности поражения электрическим током при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, и др.;

Применение специальных электрозащитных средств;

Безопасная эксплуатация электроустановок.

В нашем случае производство «Крышки подшипника» осуществляется на металлорежущих станках. А так как каждый металлорежущий станок

имеет электропривод, все вышеперечисленные меры защиты от поражения электрическим током должны применяться на каждом рабочем месте.

Стружка.

При фрезеровании и точении деталей возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травмы глаз и открытых частей тела.

Мероприятия по устранению попадания стружки:

Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки.

Вращающиеся части станков.

При работе на токарных, сверлильных 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.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращающимися частями станков:

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты.

Слабое и ненадежное крепление инструмента.

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

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного слабым и ненадежным креплением инструмента:

Проведение периодического инструктажа, направленного на соблюдение техники безопасности на рабочих местах, использование защитных экранов.

4.1.2 Анализ вредных факторов при изготовлении крышки подшипника и мероприятия по их устранению

Производственная санитария - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на рабочих вредных производственных факторов. Согласно ГОСТ 120003-74. ССБТ все вредные опасные факторы, воздействующие при эксплуатации оборудования, можно классифицировать следующим образом:

а) санитарно - гигиенические: нерациональное освещение, содержание вредных и отравляющих веществ в воздухе;

б) организационно - технические: неправильная организация труда и рабочего места (загроможденность помещения, присутствие ненужных и отсутствие необходимых для работы приборов и приспособлений), недостаточное обучение работников правилам техники безопасности.

Изучение причин производственного травматизма даёт возможность разработать меры по их предотвращению. Важной организационной мерой является установление научно обоснованных норм по гигиене труда.

ГОСТ 120005-74 устанавливает оптимальные и допустимые метеоусловия в зависимости от времени года, категории работ, классификации помещения.

СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость).

При обработке используется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова, а также попадание СОЖ в глаза. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

Мероприятия по устранению СОЖ:

При работе на токарных, сверлильных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные ограждения. Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье рабочих продуктов горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук рабочих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

Неблагоприятные условия:

Микроклимат

Параметры микроклимата в производственном помещении на ООО «НПР» установлены в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 в следующих пределах: температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от + 17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Под микроклиматом производственной среды согласно ГОСТ 12. 1.005 - 88. ССБТ. понимают сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам - разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 25.

Требования к микроклимату Таблица 25.

Период года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	21 -23	40-60	0.1
Теплый	средняя	22-24	50-60	0.2

Помещение, где находятся рабочие места, соответствуют данным нормам.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м объема воздуха.

В данном помещении используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения не достаточно, особенно в темное время суток.

Производственное освещение.

При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности:

Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 в пределах 150 - 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

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

Расчет искусственного освещения

Недостаточная освещенность рабочей зоны и производственных помещений. Система освещения в цехе должна включать в себя общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 200 лк согласно СНиП II - 4-95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная - сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности,

отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение. Физиологами установлено, что при естественном освещении производительность труда рабочих на 10% выше чем при искусственном.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

Повышенный уровень шума.

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

Производственное оборудование и инструменты, создающие в процессе эксплуатации шум, необходимо конструировать в соответствии с требованиями этого стандарта и снабжать паспортом с указанием спектра излучаемой звуковой мощности, определяемой по ГОСТ 12. 1. 003 - 83 ССБТ.

Мероприятия по устранению повышенного уровня шума:

правильная организация труда и отдыха;

ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования;

применение звукопоглощающих материалов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;

облицовка помещений (потолка и стен в небольших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами;

применение индивидуальных средств защиты органов слуха - наушников, вкладышей, шлемов (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

Основные источники шума технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Максимальная шумовая характеристика станков от 87 до 92 дБ А в соответствии с ГОСТ12.1.003-76. Индекс изоляции шума ограждением составляет 60,4 дБА. Уровень шума около наружной стены здания составляет 31,6 дБА. Поэтому расчет снижения уровня шума на расстоянии проводить нецелесообразно.

4.2 Региональная безопасность.

Проблема охраны окружающей среды очень важна так как при производственном процессе происходит выброс вредных веществ в атмосферный воздух.

Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми предприятием в атмосферный воздух, являются взвешенные вещества, хлористый барий, щелочь, масло и др. Для предприятия разработаны и утверждены нормативы предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются термический цех, механические цехи, ремонтно-хозяйственный цех, транспортный.

Из производственных цехов вредные вещества удаляются:

- местными отсосами,
- крышными вентиляторами.

При производстве изделий в цехах образуются производственные отходы. В утилизируемые отходы входят: металлическая стружка и кусковые отходы, отходы оболочковых форм, макулатура, отходы абразивных кругов,

отработанное масло, отходы люминесцентных ламп. К не утилизируемым относятся отходы термических солей, отходы СОЖ и моющих растворов, отходы промасленной ветоши и опилок, шлам металлоабразивный, шлам станции нейтрализации.

Работа по сбору, хранению и вывозу отходов проводится по технологической инструкции «Учёт, сбор, хранение и транспортирование промышленных отходов I-IV классов токсичности.

Защита атмосферы.

Наиболее эффективным направлением уменьшения загрязнения атмосферы является создание безотходных технологических процессов, предусматривающие, например, внедрение замкнутых газообразных потоков. Однако до настоящего времени основным средством предотвращения вредных выбросов остается разработка и внедрение эффективных систем очистки газов. При этом под очисткой понимают отделение от газов или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества, поступающего от промышленного источника.

Для обезвреживания аэрозолей используют сухие, мокрые и электрические методы. В основе работы сухих аппаратов лежат гравитационные, инерционные и центробежные механизмы осаждения или фильтрационные механизмы.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон».

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.

Защита гидросферы.

Воду, которая используется в промышленности, можно подразделить на охлаждающую, технологическую и энергетическую.

Технологическую воду подразделяют на среда образующую, промывающую и реакционную.

Технологическая вода непосредственно контактирует с продуктами и изделиями.

Энергетическая вода потребляется для получения пара и нагревания оборудования, помещений, продуктов и т.п.

Наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды и уменьшения сброса сточных вод - это создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения.

При оборотном водоснабжении следует предусмотреть необходимую очистку сточной воды, охлаждение оборотной воды, обработку и повторное использование сточной воды.

Под замкнутой системой водного хозяйства промышленного предприятия понимается система, в которой вода используется в производстве многократно без очистки или после соответствующей

обработки, исключаяющей образование каких либо отходов и сброс сточных вод в водоем.

Необходимость создания замкнутой системы производственного водоснабжения обусловлено:

- дефицитом воды;
- истощением ассимилирующей разбавляющей и самоочищающейся способности водного объекта, принимающего сточные воды;
- экономическими преимуществами перед очисткой сточных вод до требований, предъявляемых водо-охраным контролем.

Выбор метода очистки и конструктивное оформление процесса производится с учетом следующих факторов:

- санитарные и технологических требований предъявляемых к качеству очищенных сточных вод с учетом их дальнейшего использования;
- количества сточных вод;
- наличия у предприятия необходимых для процесса обезвреживания энергетических и материальных ресурсов, а также необходимой площади для сооружения очистных установок;
- эффективности процесса обезвреживания.

На данном предприятии вода используется в основном для хозяйственных нужд и в системе водяного отопления. Поэтому для её очистки можно использовать общие очистительные системы, либо применять дополнительные отстойники и фильтры.

Защита литосферы.

Наиболее рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов.

Рациональное решение проблем защиты литосферы от промышленных отходов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий и производств.

В машиностроении разработка малоотходных технологических процессов связана прежде всего с необходимостью увеличения коэффициента использования металла, которое дает не только технико-экономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду.

Переработка отходов — технологическая операция или совокупность технологических операций, в результате которых из отходов производится один или несколько видов товарной продукции.

Утилизация отходов более широкое понятие, чем переработка, так как включает все виды их использования, в том числе в качестве топлива для получения тепла и энергии, а также для полива земель в сельском хозяйстве, закладки выработанного горного пространства и т.д.

Обезвреживание отходов — технологическая операция или совокупность операций, в результате которых первичное токсичное вещество или группа веществ превращаются в нейтральные нетоксичные и неразлагающиеся соединения.

Централизованная переработка отходов представляет собой совокупность операций по сбору, транспортированию и переработке отходов на специализированном производственном участке.

Локальная переработка отходов представляет собой совокупность операций по переработке отходов, осуществляемых в зоне действия производственной установки, на которой образуются отходы.

В настоящее время все больше проявляется проблема осадков сточных вод (СВ), объем которых составляет около 1% от объема сточных вод. При очистке сточных вод образуется три типа осадков: минеральные, органические и избыточный ил. Эти осадки образуются на очистных сооружениях канализации населенных мест и промышленных предприятия.

Технология их обработки состоит в их предварительном уплотнении, обезвоживании, компостировании или термической обработки, обезвреживании, затем ликвидации или утилизации.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж;

- б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;
- в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;
- г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

На предприятии нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Сокращенная продолжительность рабочего времени применяется для работников:

- 16 часов в неделю - для работников в возрасте до шестнадцати лет;
- 5 часов в неделю - для работников, являющихся инвалидами I или II группы;
- 4 часа в неделю - для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет;
- 4 часа в неделю и более - для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Продолжительность работы накануне нерабочих праздничных и выходных дней.

Продолжительность рабочего дня или смены, непосредственно предшествующих нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час.

Работа в ночное время.

Ночное время - время с 22 часов до 6 часов.

К работе в ночное время не допускаются: беременные женщины; инвалиды; работники, не достигшие возраста восемнадцати лет. Женщины,

имеющие детей в возрасте до трех лет, работники, имеющие детей-инвалидов.

Сменная работа.

Сменная работа - работа в две, смены - вводится в тех случаях, когда длительность производственного процесса превышает допустимую продолжительность ежедневной работы, а также в целях более эффективного использования оборудования, увеличения объема выпускаемой продукции или оказываемых услуг.

При сменной работе каждая группа работников должна производить работу в течение установленной продолжительности рабочего.

Работа в течение двух смен подряд запрещается.

Заключение

Задачей дипломной работы являлась разработка и конструкторская проработка приспособления для сверления четырех отверстий в детали «крышка подшипника». Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. В дипломной работе была проделана следующая работа: Составлен маршрутный технологический процесс изготовления детали «крышка подшипника» (таблица 1), разработана карта эскизов технологической операции; разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления (рис.6); составлена расчетная схема и определена сила зажима; расчет точности приспособления; расчет экономической эффективности приспособления.

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

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

Список литературы:

1. Скворцов В.Ф – Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей.
2. Горбачев А.Ф – Курсовое проектирование по технологии машиностроения
3. Косилова А.Г – Справочник технолога-машиностроителя
4. Станочные приспособления: Справочник. В 2х томах. - Т1 \ под ред. Б.Н. Вардашкина и др., 1984, 592с., ил.
5. Справочник технолога - машиностроителя. Т2\ под ред.А.Г. Косиловой и др. - М.: Машиностроение, 1985 г.496 с., ил.
6. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков - М.: Машиностроение, 1968, 650 с., ил.
7. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков.
8. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. – Курсовое проектирование по технологии машиностроения 1983 г.
9. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений 1986 г.