



Институт _____ ИнЭО _____
 Направление подготовки _____ 15.03.01 _____ Машиностроение
 Кафедра _____ ТМСПР _____
 УДК 621.822.72-047.84

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Совершенствование технологического процесса изготовления детали «крышка подшипника»

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22	Шандрыгин Владимир Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Галин Николай Евгеньевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Михайлович	Д.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.О Зав.кафедрой	Вильнин Александр Даниилович			

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>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.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ технологического процесса, карты технологического процесса, чертеж приспособления.</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Технологический, конструкторский»</p>	<p>Галин Николай Евгеньевич</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Шумилина Юлия Игоревна</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Федорчук Юрий Митрофанович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Проектирование технологического процесса</p>	
<p>Проектирование станочного приспособления</p>	
<p>Финансовый менеджмент и социальная ответственность</p>	

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

<p>Задание выдал руководитель:</p>				
<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Ассистент</p>	<p>Галин Н.Е</p>			

<p>Задание принял к исполнению студент:</p>			
<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>3-8Л122/10</p>	<p>Шандрыгин В.В</p>		

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	7
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание.....	7
1.2 Определение типа производства форм и методов организации работ .	8
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	11
1.4 Выбор типового технологического процесса.	12
1.5 Выбор исходной заготовки.....	13
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали ...	14
1.6.1 Разработка маршрутной технологии изготовления крышки подшипника	14
1.6.2 Размерный анализ технологического процесса. Построение размерной схемы	21
1.8 Расчет и назначение режимов обработки	34
1.8.1 Токарная операция (010)	34
1.8.2 Токарная операция (015)	41
1.8.3 Фрезерная операция (020)	46
1.8.4 Сверлильная операция (025)	47
1.9 Нормирование технологического процесса.....	49
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	52
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.....	52
2.2 Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления	54
2.3 Разработка схемы установки заготовки в приспособлении и расчет погрешности обработки	55
2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления.....	55
2.5 Точностной расчет приспособления	56
2.6 Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку	58
2.7 Выбор зажимных элементов, передаточного механизма. Определение сил зажима на исходном звене.....	60
2.8 Выбор и расчет силового привода	60

3. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ» Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	62
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	62
3.2 Технология QuaD	62
3.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	64
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	64
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	65
3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	69
3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	71
3.4.1 Расчет затрат на сырье и материалы НТИ	71
3.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы.....	72
3.4.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	74
3.4.4 Отчисления на социальные нужды.....	75
3.4.5 Накладные расходы	75
3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	75
3.5 Оценка эффективности исследования.....	76
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	77
4.1 Анализ вредных производственных факторов	78
4.3 Шум	80
4.4 Вибрации	82
4.5 Освещенность	85
4.6 Расчет искусственного освещения	86
4.7 Электробезопасность.....	89
4.8 Пожаробезопасность.....	89
4.9 Охрана окружающей среды.	93
5 . Безопасность в чрезвычайных ситуациях	95
5.1 Перечень нормативно технических документов	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	97
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	98

ВВЕДЕНИЕ

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

Для решения основной задачи повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции при минимальных затратах необходимо широкое внедрение однооперационных и многооперационных станков с числовым программным управлением, робототехнических комплексов и гибких производственных систем.

Применение станков с ЧПУ позволяет получить значительный экономический эффект и высвободить большое число универсального оборудования. Эффективность станков с ЧПУ, по отечественным и зарубежным данным, характеризуется ростом производительности, числом заменяемых универсальных станков, сокращением подготовки производства и технологической оснастки, уменьшением брака, обеспечением взаимозаменяемости деталей, сокращением или полной ликвидацией разметочных и слесарно-сборочных работ, внедрением с началом запуска нового изделия расчетно-технических норм и обеспечения, тем самым, существенно уменьшая трудоемкость и повышая производительность труда.

Применение систем автоматизированного проектирования при разработке технологии изготовления деталей позволяет сократить сроки технологической подготовки производства, разрабатывать технологические процессы по упрощенному варианту.

Для того чтобы улучшить условия работы и ускорить процесс создания и редактирования технологических процессов многими фирмами были созданы специальные программы, позволяющие существенно повысить эффективность

работы технолога. Поэтому именно использование таких специализированных программ (T-Flex, Sprut, Gemma-3D, Компас и др.) для разработок технологических процессов и является сейчас наиболее актуальным.

Задачей технолога является выбор метода проектирования, наиболее подходящий в конкретном случае, а также программного обеспечения, которое полностью и с максимальной эффективностью удовлетворяет требованиям задачи, которую необходимо решить.

Одним из основных направлений развития технологии машиностроения является совершенствование и оптимизация и разработка новых энерго- и материалосберегающих технологических процессов изготовления изделий машиностроения, технологии и методов обработки.

В этой связи целью проекта является «проектирование технологического процесса изготовления детали «Крышка»

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

Разработать технологический процесс механической обработки детали «Крышка»;

Спроектировать технологическую оснастку;

Разработать предложения по организации производства для изготовления деталей «Крышка», с применением станков с ЧПУ ;

Дать оценку экономической эффективности разработанного варианта технологического процесса изготовления корпуса;

Разработать мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности.

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание

Разработать технологический процесс изготовления детали, представленной на рис. 1. Годовая программа выпуска $n=5000$ штук.

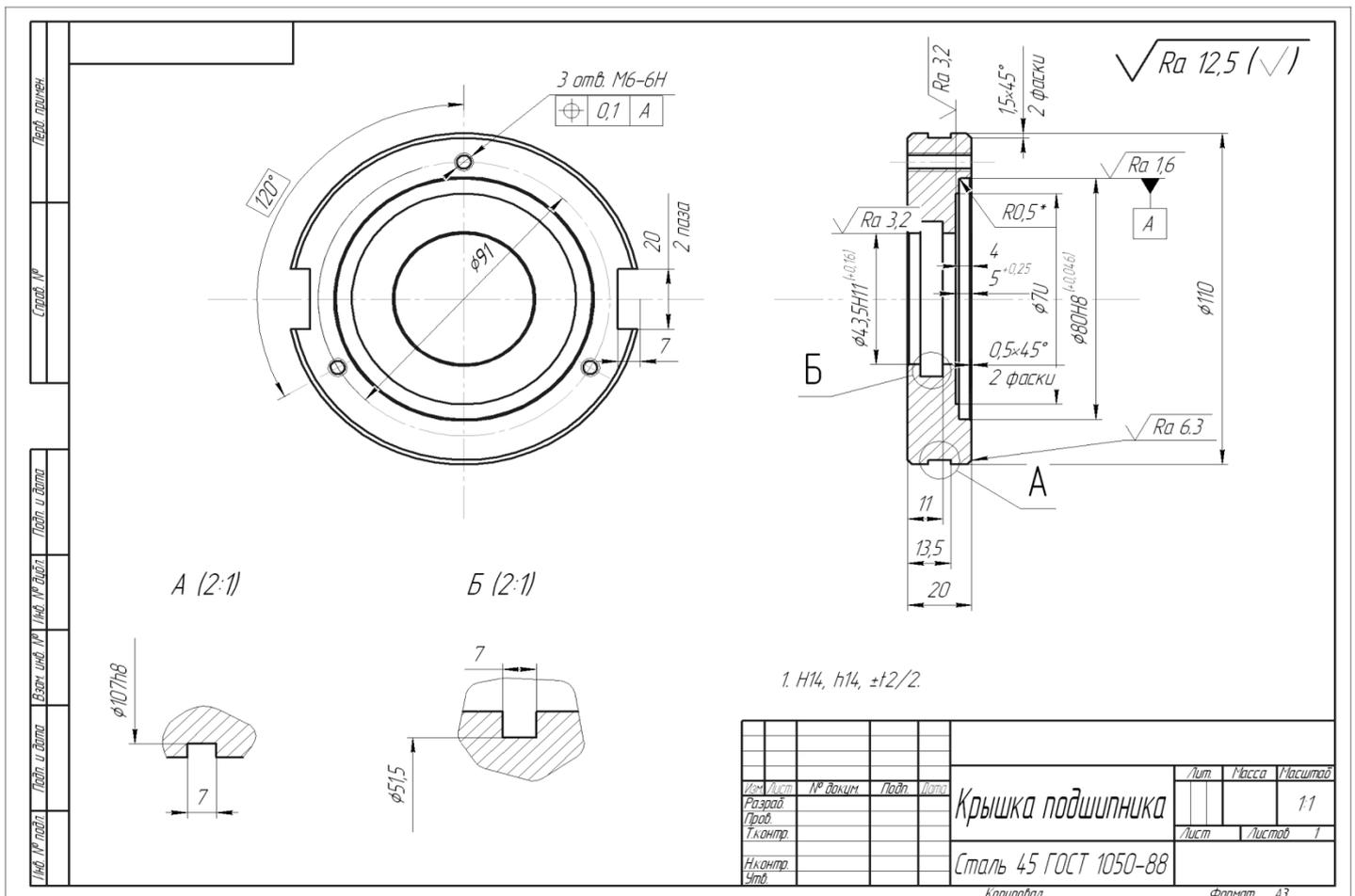


Рис. 1. Чертеж детали

Деталь «Крышка подшипника» применяется для осевой фиксации подшипника в сборочном узле «Узел синхронного двигателя» для насосной станции.

Деталь представляет собой тело вращения цилиндрической формы с внутренними проточками под подшипник и уплотнение, наружной проточкой для фиксации непосредственно самой крышки, двух технологических пазов на наружном диаметре и трех резьбовых отверстий М6-6Н.

1.2 Определение типа производства форм и методов организации работ

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который можно рассчитать по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_g}{T_{cp}},$$

где t_g - такт выпуска детали, мин;

T_{cp} - среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяется по формуле:

$$t_g = \frac{F_2}{N_2},$$

где F_2 - годовой фонд времени работы оборудования. мин;

N_2 - годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования [1, с .22] при двухсменном режиме работы: $F_2 = 4030ч$.

Тогда

$$t_g = \frac{F_2}{N_2} = \frac{4030 * 60}{5000} = 48,36 \text{ мин}$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.ки}}{n},$$

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 4 операции ($n=4$): две токарные, одна фрезерная, одна сверлильная.

Штучно-калькуляционное время i -ой основной операции определяем по рекомендациям приложение 1[4,стр.147].

$$T_{ш.ки} = \varphi_{к.и} * T_{о.и},$$

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

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

Для первых двух токарных операций: $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 2,14$; для фрезерования: $\varphi_{к.3} = 1,84$, для сверления $\varphi_{к.4} = 1,72$.

Основное технологическое время первой операции:

$$\begin{aligned} T_{o.1} &= 0,037d^2 + 0,17dl + 0,17dl + 0,52dl \\ &= 0,037 * 115^2 + 0,17 * 110 * 15 + 0,52 * 43,5 * 20,83 + 0,17 * 70 \\ &* 5 + 0,17 * 80 * 4 = 1,35 \text{ мин}; \end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле:

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} * T_{o.1} = 2,14 * 1,35 = 2,89 \text{ мин};$$

Основное технологическое время второй операции:

$$\begin{aligned} T_{o.2} &= 0,037d^2 + 0,17dl + 0,18dl + 0,18dl = 0,037 * 115^2 + 0,17 * 110 * 10 + \\ &+ 0,18 * 79,25 * 7 + 0,18 * 51,5 * 7 = 0,84 \text{ мин}; \end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле:

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} * T_{o.2} = 2,14 * 0,84 = 1,79 \text{ мин};$$

Основное технологическое время третьей операции:

$$T_{o.3} = 4l = 4 * 20 = 0,08 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле:

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.3} * T_{o.3} = 1,84 * 0,08 = 0,15 \text{ мин}.$$

Основное технологическое время четвертой операции:

$$T_{o.4} = 0,52dl * 3 = 0,52 * 4,5 * 20 * 3 = 0,14 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле:

$$T_{ш.к4} = \varphi_{к.4} * T_{о.4} = 1,72 * 0,14 = 0,24 \text{ мин.}$$

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

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.ки}}{n} = \frac{2,89 + 1,79 + 0,15 + 0,24}{4} = 1,27 \text{ мин.}$$

Тип производства определяется по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_6}{T_{cp}} = \frac{48,36}{1,27} = 24,21.$$

$20 \leq K_{30} \leq 40$, что соответствует виду мелкосерийного производства.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – крышка подшипника (см. рис1.) изготовлена из стали 45 ГОСТ1050-2013.

В качестве заготовки для данной детали применяем прутки горячекатаный круглый $\phi 115$ мм ГОСТ 2590-2006.

Деталь не имеет сложных поверхностей, что позволяет произвести обработку на универсальном оборудовании.

Большой объем материала уходит в стружку, при этом коэффициент использования материала значительно уменьшается и увеличивается общее время обработки. Так как материал легко обрабатывается, силы резания будут незначительны.

Деталь не требует термической обработки.

Ко всем поверхностям имеется свободный доступ режущих инструментов. Есть ряд поверхностей, которые могут использоваться в качестве баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется за исключением размеров: $\phi 51,5H8$, $\phi 43H11$, $\phi 80H8$.

В целом можно отметить, что деталь является технологичной.

1.4 Выбор типового технологического процесса.

Типовой технологический процесс разрабатывается для изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками, для типовых представителей групп изделий. Он должен быть рациональным в конкретных производственных условиях и обладать единством содержания и последовательности большинства ТО для группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками.

Проектирование техпроцессов зависит от типа производства.

Использование заранее разработанных технологических процессов, обеспечиваемых не только типовыми документами, но и типовым оборудованием, приспособлениями, режущими, измерительными и вспомогательными инструментами, позволяет значительно повысить производительность труда, ускорить процесс освоения новых изделий и уменьшить их себестоимость. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) предусматривает технические и организационные мероприятия для быстреего внедрения прогрессивной организации производства путем широкого использования типовых и даже стандартизованных технологических процессов. Применяются универсальные, групповые, специальные, разборные, не разборные, одноместные, многоместные, однопозиционные, многопозиционные приспособления.

Свойства деталей формируются поэтапно - от операции к операции, поскольку для каждого способа обработки (точения, шлифования и др.) существуют возможности исправления исходных погрешностей заготовки и получения требуемых точности и качества обработанных поверхностей. Проектируя технологическую операцию, необходимо стремиться к уменьшению ее трудоемкости. Производительность обработки зависит от режимов резания, количества переходов и рабочих ходов, последовательности их выполнения.

Число и последовательность технологических переходов зависят от вида заготовок и точностных требований к готовой детали. Совмещение переходов. Определяется конструкцией детали, возможностями расположения режущих

инструментов на станке и жесткостью заготовки. Переходы, при которых соблюдаются жесткие требования к точности и шероховатости поверхности, иногда целесообразно выделить в отдельную операцию, применяя одноместную одноинструментальную последовательную обработку.

Форма детали «крышка» является правильной геометрической, она является телом вращения. Значение шероховатостей поверхностей соответствует классам точности их размеров и методам обработки этих поверхностей. Для обработки детали достаточно использовать токарную, фрезерную, сверлильную и слесарную операции.

1.5 Выбор исходной заготовки

Первоочередной этап маршрута – это выбор исходной заготовки.

Для изготовления детали приведенной на рис. 1. в качестве исходной заготовки выбираем круглый прокат нормальной точности. Эскиз заготовки представлен на рис. 2.

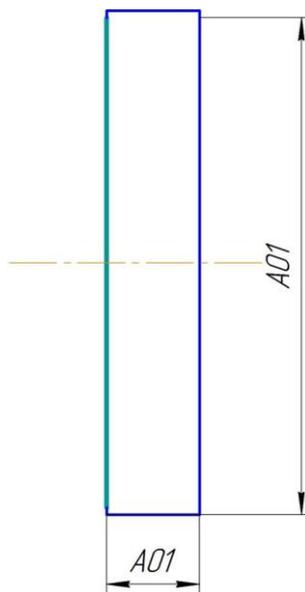


Рис. 2. Эскиз заготовки

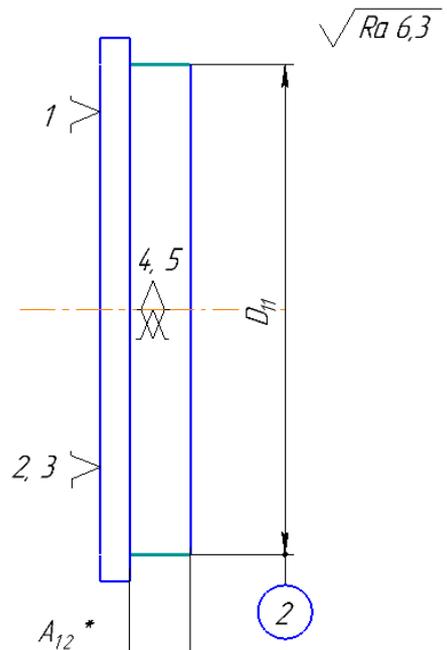
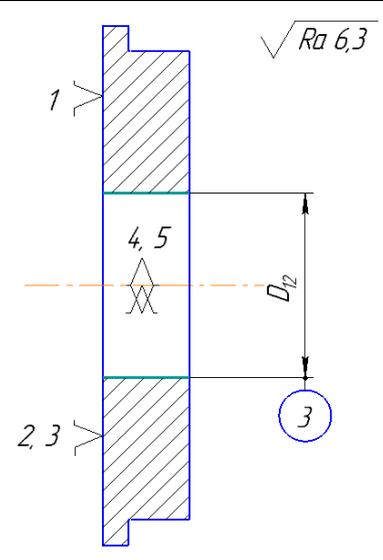
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали

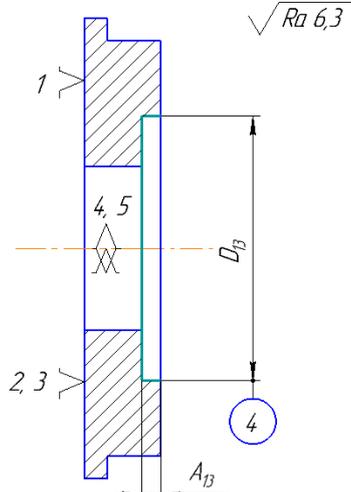
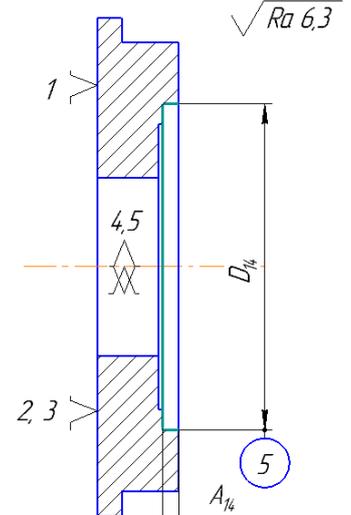
1.6.1 Разработка маршрутной технологии изготовления крышки подшипника

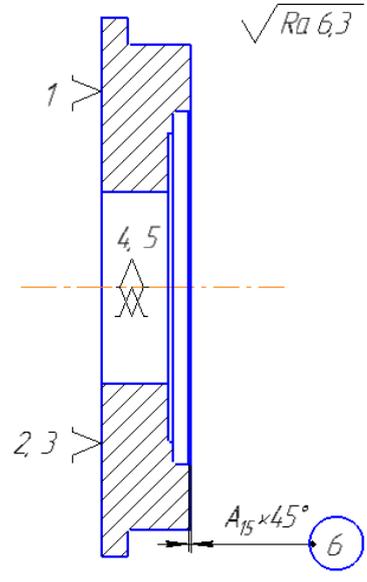
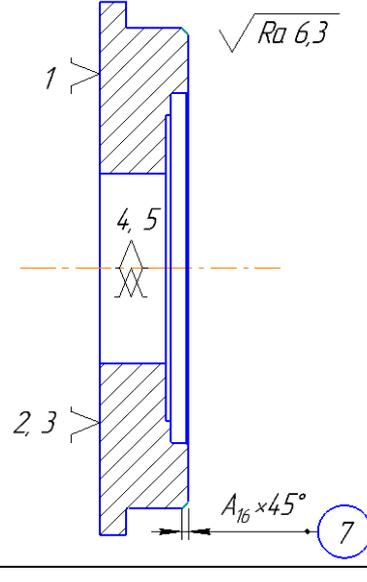
Маршрут технологии изготовления крышки подшипника представлен в таблице 1.

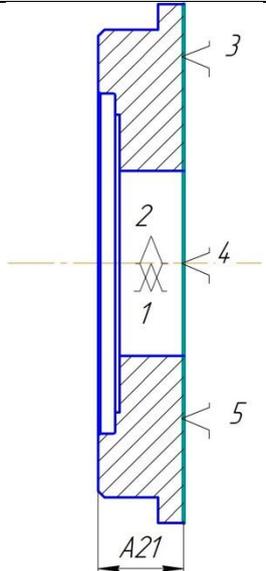
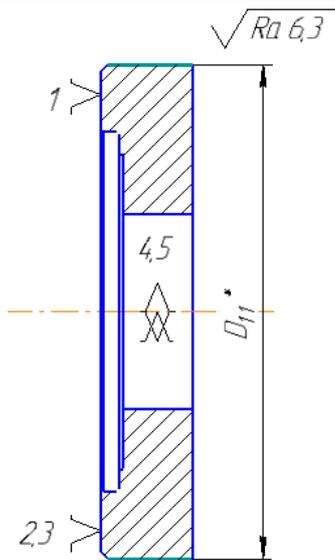
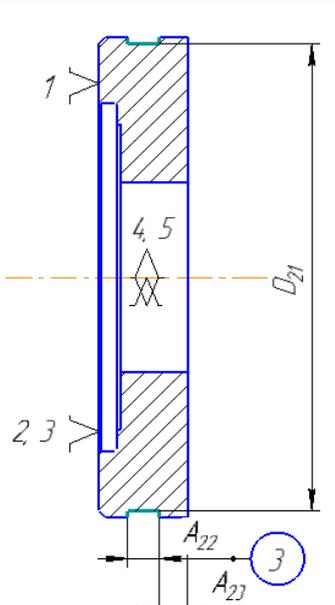
Таблица 1

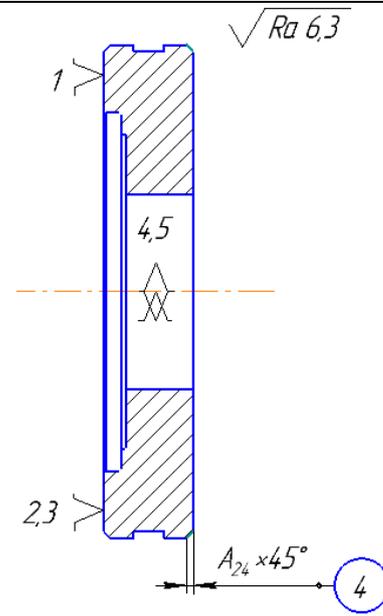
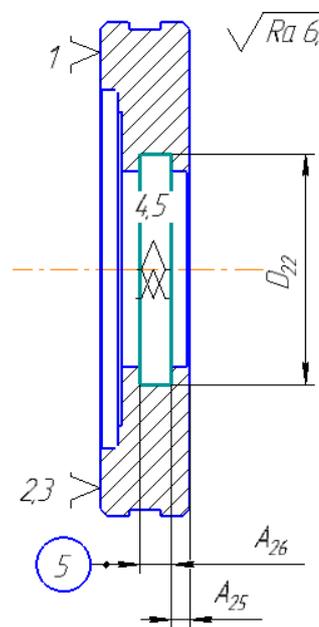
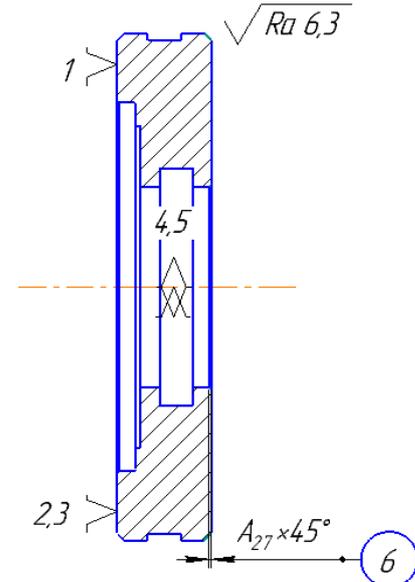
Номер		Наименование и содержание операции и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода		
005	1	<p>Отрезная операция Установить и снять деталь</p> <p>Отрезать заготовку, выдержав размер A_{01}</p>	
010	1	<p>Токарная Установить и снять деталь</p> <p>Подрезать торец, выдерживая размер A_{11}</p>	

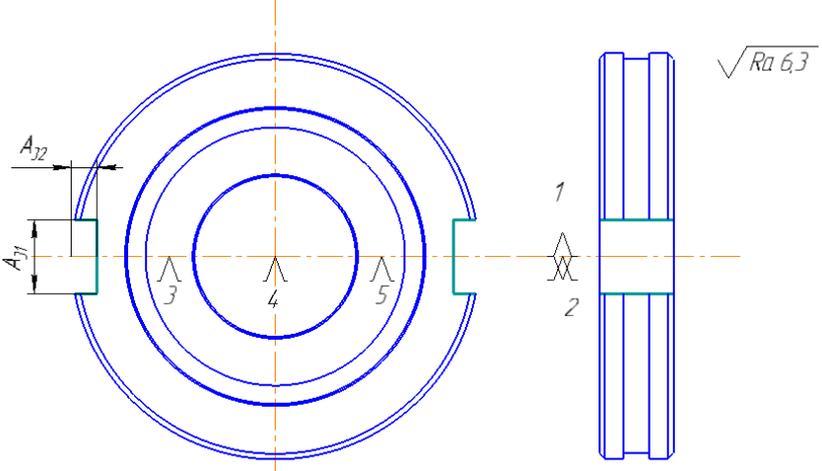
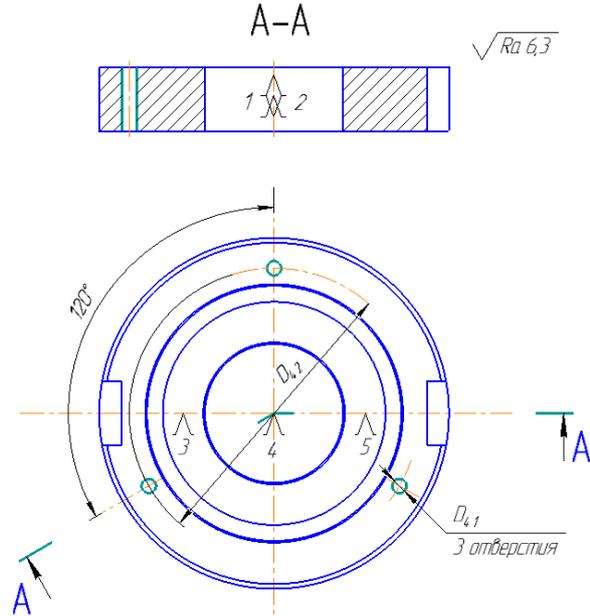
2	Точить поверхность, выдерживая размер D_{11}	 <p>Technical drawing of a shaft with a grinding operation. The shaft has a diameter D_{11} and a surface finish symbol of $\sqrt{Ra\ 6,3}$. A grinding wheel is shown with a depth of cut A_{12}^*. The grinding wheel is labeled 1, 2, 3, 4, 5. A dimension line indicates the diameter D_{11}. A circled number 2 is at the bottom right.</p>
3	Сверлить отверстие, выдерживая размер D_{12}	 <p>Technical drawing of a shaft with a drilling operation. The shaft has a diameter D_{12} and a surface finish symbol of $\sqrt{Ra\ 6,3}$. A drill bit is shown with a depth of cut A_{12}^*. The drill bit is labeled 1, 2, 3, 4, 5. A dimension line indicates the diameter D_{12}. A circled number 3 is at the bottom right.</p>

4	<p>Расточить поверхность, выдерживая размеры A_{12}, D_{13}</p>	 <p>Technical drawing of a shaft with a hole. The drawing shows a cross-section of the shaft with a hole. The hole is labeled with dimensions A_{12} and D_{13}. The surface texture symbol is $\sqrt{Ra\ 6,3}$. Callout 4 is shown in a circle.</p>
5	<p>Расточить поверхность, выдерживая размеры A_{13}, D_{14}</p>	 <p>Technical drawing of a shaft with a hole. The drawing shows a cross-section of the shaft with a hole. The hole is labeled with dimensions A_{13} and D_{14}. The surface texture symbol is $\sqrt{Ra\ 6,3}$. Callout 5 is shown in a circle.</p>

6	Точить фаску, выдерживая размер A_{14}	 <p>Technical drawing of a shaft with chamfering dimension A_{14}. The drawing shows a shaft with a chamfered end. The chamfering is labeled $A_{14} \times 45^\circ$ and is circled with the number 6. The surface finish is indicated as $\sqrt{Ra\ 6,3}$. The drawing also shows a section line 1-1, a diameter of 4.5, and a section line 2-3.</p>
7	Точить фаску, выдерживая размер A_{15}	 <p>Technical drawing of a shaft with chamfering dimension A_{15}. The drawing shows a shaft with a chamfered end. The chamfering is labeled $A_{15} \times 45^\circ$ and is circled with the number 7. The surface finish is indicated as $\sqrt{Ra\ 6,3}$. The drawing also shows a section line 1-1, a diameter of 4.5, and a section line 2-3.</p>

015	1	<p>Токарная Установить и снять деталь</p> <p>Подрезать торец, выдерживая размер A_{21}</p>	
	2	<p>Точить поверхность, выдерживая размер D_{11}^*</p>	
	3	<p>Точить канавку, выдерживая размеры A_{22}, A_{23}, D_{21}</p>	

4	Точить фаску, выдерживая размер A_{24}	
5	Точить канавку, выдерживая размеры A_{25} , A_{26} , D_{22}	
6	Точить фаску, выдерживая размер A_{27}	

020	1	<p>Фрезерная операция Установить и снять деталь</p> <p>Фрезеровать два паза, выдерживая размеры A_{31}, A_{32}</p>	
025	1	<p>Сверлильная Установить и снять деталь</p> <p>Сверлить три отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 4,5$, $\varnothing 91$</p>	
030		<p>Слесарная Нарезать в отверстиях резьбу М6-6Н, Зачистить заусенцы</p>	
035		<p>Промывочная Промыть деталь</p>	
040		<p>Контроль качества покрытия</p>	

1.6.2 Размерный анализ технологического процесса. Построение размерной схемы

Для построения размерной схемы технологического процесса, на эскизе детали, выполненном в произвольном масштабе, изображаются припуски на обработку как показано на рис. 3.

На полученном эскизе указываются:

- технологические размеры A_i в порядке их получения, начиная с размеров исходной заготовки и заканчивая размерами, выдерживаемыми на последней операции;
- размеры припусков на обработку z_i ;
- конструкторские размеры.

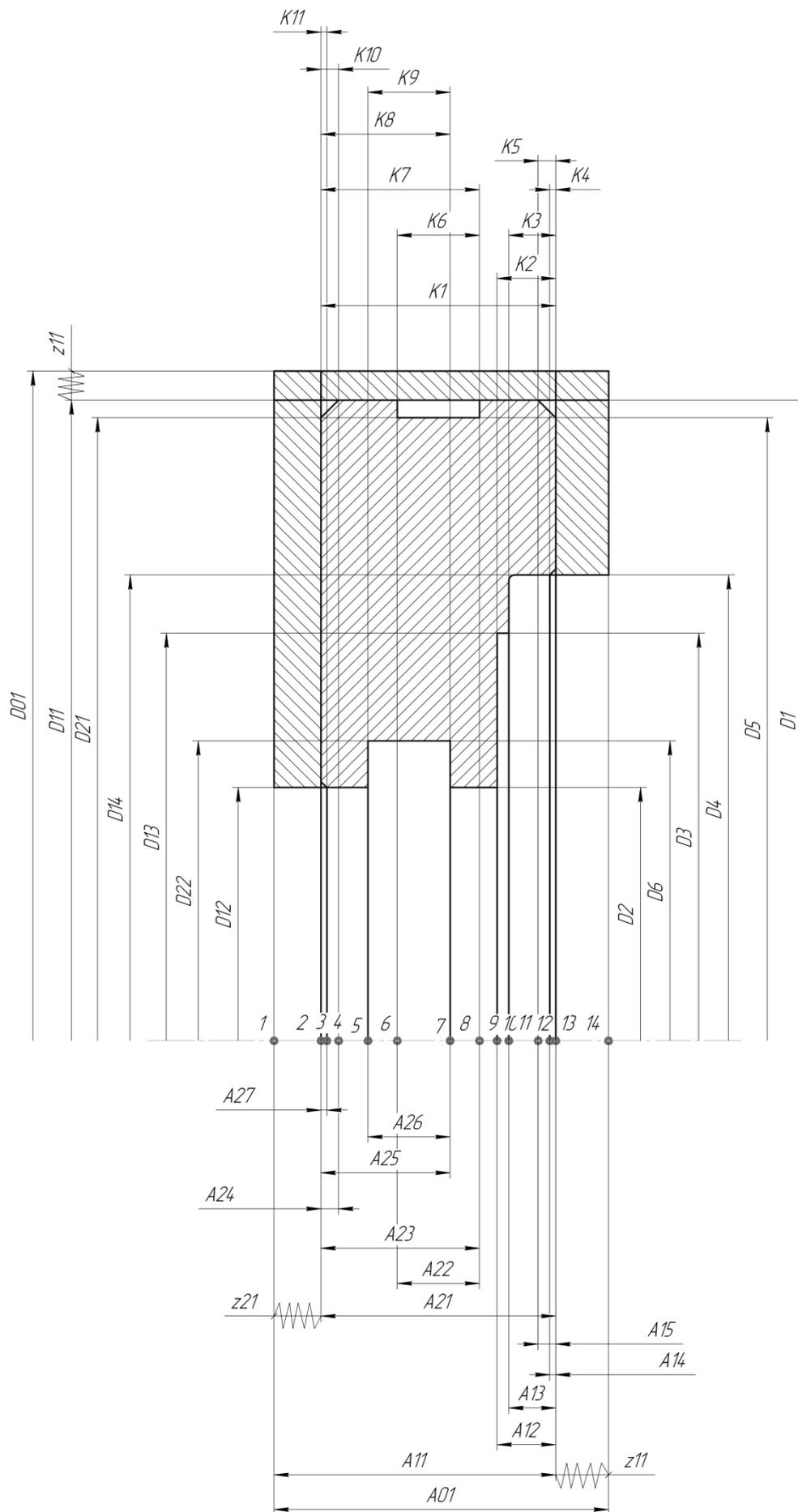


Рис. 3. Размерная схема технологического процесса (осевое направление) и (диаметральное направление)

Правильность построения размерной схемы проверяется так:

- число технологических размеров должно быть не единицу меньше числа поверхностей;

Число технологических размеров $A = 13$;

Число поверхностей 14.

- сумма конструкторских размеров и размеров припусков должно быть равно числу технологических размеров;

Сумма конструкторских размеров и припусков равна 7;

Число технологических размеров $A = 7$.

Построение графа технологических размерных цепей

Для облегчения решения этой задачи целесообразно построить граф технологических размерных цепей.

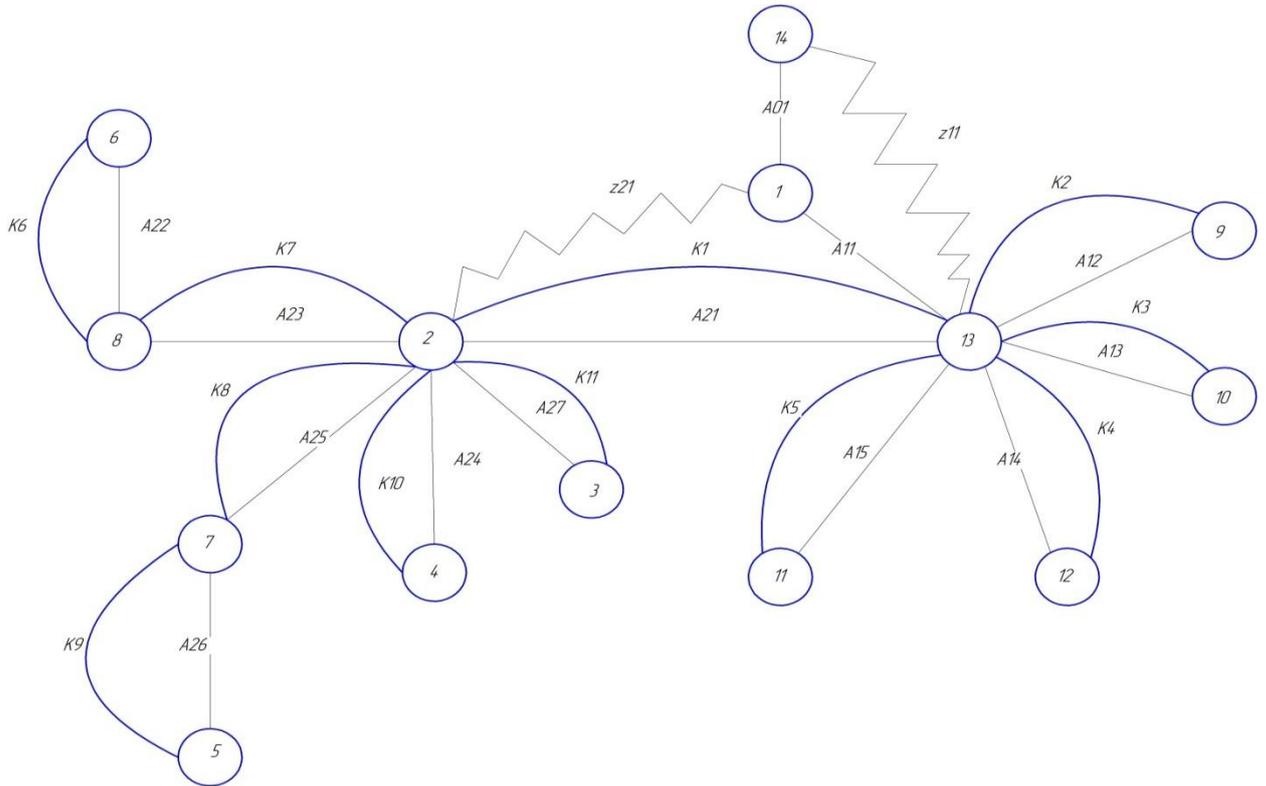


Рис. 5. Граф технологических размерных цепей

Определение допусков на конструкторские и технологические размеры

Допуски на конструкторские размеры:

$$TK_1 = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,30 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 0,36 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_8 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_9 = 0,36 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{11} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TD_1 = 0,87 \text{ мм}$$

$$TD_2 = 0,16 \text{ мм}$$

$$TD_3 = 0,74 \text{ мм}$$

$$TD_4 = 0,046 \text{ мм}$$

$$TD_5 = 0,054 \text{ мм}$$

$$TD_6 = 0,74 \text{ мм}$$

Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [1, с. 39]:

$$TD_i = \omega_c;$$

где ω_c – статистическая погрешность, мм.

Тогда назначаем допуски на, руководствуясь [1, с. 73 П1].

$$TD_{11} = \omega_c = 0,54 \text{ мм};$$

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

$$TD_{13} = \omega_c = 0,46 \text{ мм};$$

$$TD_{14} = \omega_c = 0,046 \text{ мм};$$

$$TD_{21} = \omega_c = 0,054 \text{ мм};$$

$$TD_{22} = \omega_c = 0,46 \text{ мм};$$

Допуск на прокат назначаем по ГОСТ 2590-2006, в зависимости от диаметра и точности изготовления проката.

Точность изготовления проката нормальная: $D_{01} = \varnothing 115_{-1,7}^{+0,6} \text{ мм}$;

$$TA_{01} = \omega_C + \rho_u = 0,30 + 0,5 = 0,80 \text{ мм.}$$

Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаем равными из [1, с. 36]:

$$TA_i = \omega_C + \rho_u;$$

где ω_C – статистическая погрешность, мм;

ρ_u – пространственное отклонения измерительной (технологической базы).

$$TA_{11} = \omega_C + \rho_u = 0,30 + 0,48 = 0,78 \text{ мм};$$

$$TA_{21} = \omega_C + \rho_u = 0,30 + 0,06 = 0,36 \text{ мм};$$

Допуски на расстояния между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической погрешности;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$TA_{27} = \omega_C = 0,12 \text{ мм};$$

Проверяем условия $TK \geq TA$

Конструкторские размеры, которые выдерживаются непосредственно:

$$TK_1 = 0,52 \geq TA_{21} = 0,36$$

$$TK_2 = 0,25 \geq TA_{12} = 0,12$$

$$TK_3 = 0,30 \geq TA_{13} = 0,12$$

$$TK_4 = 0,25 \geq TA_{14} = 0,12$$

$$TK_5 = 0,25 \geq TA_{15} = 0,12$$

$$TK_6 = 0,36 \geq TA_{22} = 0,12$$

$$TK_7 = 0,43 \geq TA_{23} = 0,12$$

$$TK_8 = 0,43 \geq TA_{25} = 0,12$$

$$TK_9 = 0,36 \geq TA_{26} = 0,12$$

$$TK_{10} = 0,25 \geq TA_{24} = 0,12$$

$$TK_{11} = 0,25 \geq TA_{27} = 0,12$$

$$TD_1 = 0,87 \geq TD_{11} = 0,54$$

$$TD_2 = 0,16 \geq TD_{12} = 0,16$$

$$TD_3 = 0,74 \geq TD_{13} = 0,46$$

$$TD_4 = 0,046 \geq TD_{14} = 0,046$$

$$TD_5 = 0,054 \geq TD_{21} = 0,054$$

$$TD_6 = 0,74 \geq TA_{22} = 0,46$$

Расчет припусков:

Определим минимальный припуск $z_{21 \min}$ на обработку

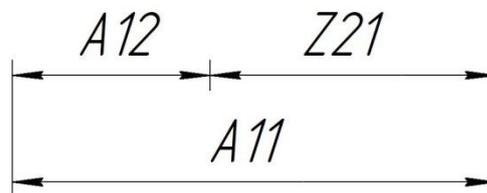
$$z_{21 \min} = R_z + h + \rho_i; \quad (1)$$

Принимаем $R_z=50$; $h=60$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_n; \quad (2)$$

Принимаем: $\rho_\phi = 30$; $\rho_n = 120$;

$$z_{21 \min} = R_z + h + \rho_i = 50 + 60 + 30 + 120 = 260 \text{ мкм};$$



Определим максимальный припуск $z_{21 \max}$ из технологической размерной цепи

$$z_{21 \max} = z_{21 \min} + TA_{21} + TA_{11} = 0,260 + 0,36 + 0,78 = 1,4 \text{ мм};$$

$$z_{21}^c = \frac{z_{21 \max} + z_{21 \min}}{2} = \frac{1,4 + 0,260}{2} = 0,83 \text{ мм};$$

Определим минимальный припуск $z_{11 \min}$ на обработку

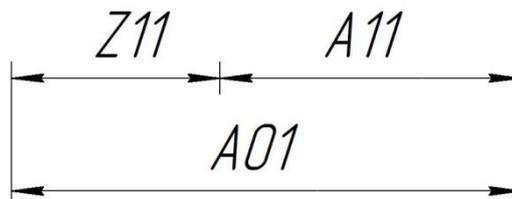
$$z_{11 \min} = R_z + h + \rho_i;$$

Принимаем $R_z=50$; $h=60$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_n;$$

Принимаем: $\rho_\phi = 30$; $\rho_n = 120$;

$$z_{11 \min} = R_z + h + \rho_i = 50 + 60 + 30 + 120 = 260 \text{ мкм};$$

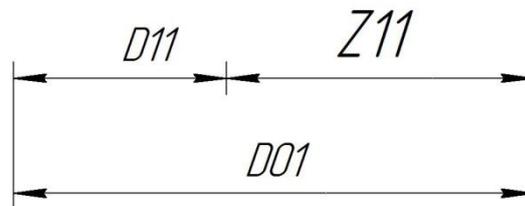


Определим максимальный припуск $z_{11 \max}$ из технологической размерной цепи

$$z_{11 \max} = z_{11 \min} + TA_{11} + TA_{01} = 0,26 + 0,78 + 0,80 = 1,84 \text{ мм};$$

$$z_{11}^c = \frac{z_{11 \max} + z_{11 \min}}{2} = \frac{1,84 + 0,260}{2} = 1,05 \text{ мм};$$

**Определим минимальный припуск $2z_{11 \min}$ на обработку в диаметральной
направлении**



$$z_{11 \min} = 2 \left(Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2} \right);$$

$$Rz=150; \quad h=150; \quad \rho=0,15; \quad \varepsilon=500$$

$$\begin{aligned} z_{11 \min} &= 2 \left(Rz + h + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2} \right) = 2 \left(150 + 150 + \sqrt{0,15^2 + 500^2} \right) = \\ &= 645 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

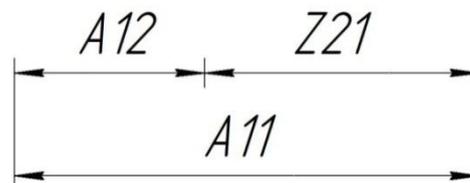
$$z_{11 \max} = TD_{01} + TD_{11} + z_{11 \min} = 0,645 + 2,3 + 0,54 = 3,485 \text{ мм}$$

$$z_{31}^c = \frac{z_{31 \max} + z_{31 \min}}{2} = \frac{0,645 + 3,485}{2} = 2,071 \text{ мм}$$

Определим технологические размеры

Рассматриваем размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и используем способ средних значений, в итоге определяем его номинальное значение и предельные отклонения.

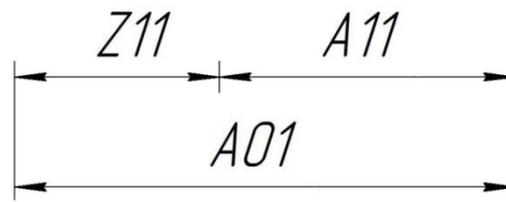
1. Определим из размерной цепи технологический размер A_{11} . Для этого рассчитаем его среднее значение



$$A_{11}^c = A_{21}^c + z_{21}^c = 20 + 0,83 = 20,83 \text{ мм};$$

Окончательно запишем $A_{12} = 20,83 \pm 0,18 \text{ мм}$ (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

2. Определим из размерной цепи технологический размер A_{01} . Для этого рассчитаем его среднее значение



$$A_{01}^c = A_{11}^c - z_{11}^c = 20,83 + 1,05 = 21,88 \text{ мм};$$

Окончательно запишем $A_{01} = 21,88 \pm 0,4 \text{ мм}$ (размер не относится ни к отверстиям, ни к валам).

1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

Горизонтальный ленточнопильный станок модель GB4240

Зона обработки при 90°	400 мм, □400x400 мм
Скорость движения полотна	27, 45, 69 м/мин
Размеры ленточного полотна	41 x 1,3 x 4650 мм
Мощность двигателя	3 кВт
Габаритные размеры (ДxШxВ)	2380 x 1200 x 1500 мм

Токарно-винторезный станок модели 1К62

Технические характеристики:

Таблица 3

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной	400 мм
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом	220 мм
Максимальная длина обрабатываемой заготовки	1000 мм
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе	47 мм
Наибольший диаметр прутка	45 мм
Выходная мощность двигателя	10 кВт
Диапазон скоростей вращения шпинделя	12,5-2000 об/мин
Число ступеней продольных подач	49
Пределы рабочих подач продольных, мм/об	0,07..4,16
Пределы рабочих подач поперечных, мм/об	0,035..2,08
Масса станка	2140 кг
Габариты станка	2800x1166x1324 мм

Вертикально-фрезерный станок

Модель 6ВМ127М с ЧПУ

Технические характеристики:

Таблица 4

Размеры рабочей поверхности стола (ширина x длина)	1600 x 400
Наибольшее перемещение стола: продольное поперечное вертикальное	1010 300 400
Частота вращения шпинделя	40-2000 об/мин
Число подач стола	Б/с
Подача стола, мм/мин: продольная и поперечная вертикальная	25...1250 8,3...416,6
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин: продольного и поперечного вертикального	3000 1000
Мощность электродвигателя привода главного движения, к Вт	11
Габаритные размеры длина ширина высота	2560 2260 2500
Масса станка, кг	4250

Вертикально-сверлильный станок

Модель 2С132

Размеры рабочей поверхности стола, мм	500x500
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Частота вращения шпинделя	31,5 - 1400 об/мин
Крутящий момент, не более, Нм	400
Осевое усилие на шпинделе, не более, Н	15000
Подъем стола, мм	300
Мощность электродвигателя привода главного движения, к Вт	4
Габаритные размеры длина ширина высота	870 1110 2700
Масса станка, кг	1200

1.8 Расчет и назначение режимов обработки

1.8.1 Токарная операция (010)

1. Чистовая подрезка торца

Обрабатываемый материал сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Глубина резания $t = z_{11} = 1$ мм.

При чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предыдущем проходе.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5$ мм, $t_2 = 0,5$ мм.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 17) [4, с.367].

Назначаем подачу на подрезку торца: $s = 0,25$ мм/об, шероховатость получаемая на данной операции $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями (Табл. 3) [4, с.180] – Т15К6

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 420$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (Табл.3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 0,9$ (Табл.5) [4. с361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (Табл.6) [4. с361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{420}{30^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,25^{0,2}} * 0,9 = 282,09 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 282,09}{3,14 * 115} = 781,2 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 700 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 115 * 700}{1000} = 252,77 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем силы резания;

$$P_{z,x,y} = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp} = 0,85 * 1 * 1,25 * 1 * 0,93 = 0,99$$

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = \\ = 10 * 300 * 0,5^1 * 0,25^{0,75} * 252,77^{-0,15} * 0,99 = 228,97 \text{ Н};$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{228,97 * 252,77}{1020 * 60} = 0,95 \text{ кВт}.$$

2. Черновое точение поверхности до $\varnothing 110$ мм;

Общая глубина резания $t = 2$ мм, делим t на два прохода.

Тогда

Первый проход $t_1 = 1$ мм;

Второй проход $t_2 = 1$ мм;

Выбираем подачу равной $s = 1,3$ мм/об для чернового точения. (табл. 11) [4. с.364];

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 340$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 0,9$ (табл. 5) [4. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [4. с.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{340}{30^{0,2} * 1^{0,15} * 1,3^{0,45}} * 0,9 = 174,41 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 174,41}{3,14 * 115} = 482,99 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 115 * 350}{1000} = 126,39 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем силы резания;

$$P_{z,x,y} = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,85 * 1 * 1,1 * 1 * 0,93 = 0,86$$

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p =$$

$$= 10 * 300 * 1^1 * 1,3^{0,75} * 126,39^{-0,15} * 0,86 = 1519,92 \text{ Н};$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{1519,92 * 126,39}{1020 * 60} = 3,14 \text{ кВт.}$$

3. Сверление отверстия $\varnothing 43,5 \text{ мм}$

Материал режущей части инструмента Р6М5.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5D;$$

где D – диаметр сверла;

$$t = 0,5D = 0,5 * 43,5 = 21,75 \text{ мм};$$

При сверлении отверстия без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу (табл. 35)

$$s = 0,66 \text{ мм/об [4. с. 381].}$$

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

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

где C_v – коэффициент равный $C_v = 9,8$;

q, y, m – показатели степеней $q=0,40$; $y=0,50$; $m=0,20$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали $T = 90 \text{ мин.}$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{mv} - коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 3), [4. с. 360];

K_{uv} -коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [4. с. 361];

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [4. с. 385].

$$K_v = K_{mv} * K_{uv} * K_{lv} = 0,66 * 1 * 1 = 0,66$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} * K_v = \frac{9,8 * 43,5^{0,4}}{90^{0,2} * 0,66^{0,5}} 0,66 = 14,56 \frac{м}{мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 * 0,0345 * 43,5^2 * 0,66^{0,8} * 0,704 = 329,61 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 C_P D^q S^y K_p = 10 * 68 * 43,5^1 * 0,66^{0,7} * 0,704 = 15568,67 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{329,61 * 350}{9750} = 9,83 \text{ кВт};$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 14,56}{3,14 * 43,5} = 106,6 \frac{об}{мин}.$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{об}{мин}$.

4. Растачивание отверстия до $\varnothing 70 \text{ мм}$

Общая глубина резания $t = 13,25 \text{ мм}$, делим t на три прохода.

Тогда

Первый проход $t_1 = 5 \text{ мм}$;

Второй проход $t_2 = 5 \text{ мм}$;

Третий проход $t_3 = 3,25 \text{ мм}$.

Подача $s = 1,2 \text{ мм/об}$ для черного растачивания, (табл. 12) [4. с.365].

Определяем скорость резания v (м/мин). При растачивании рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 340$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,5$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 2,27$ (табл. 3) [4. с.360],

состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [4. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [4. с.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 2,27 * 1 * 1 = 2,27,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{340}{60^{0,2} * 3,25^{0,5} * 1,2^{0,45}} * 2,27 = 173,83 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр отверстия.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 173,83}{3,14 * 43,5} = 1272,64 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 43,5 * 1400}{1000} = 191,26 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5. Растачивание отверстия до $\varnothing 80 \text{ мм}$

Общая глубина резания $t = 10 \text{ мм}$, делим t на три прохода.

Тогда

Первый проход $t_1 = 4 \text{ мм}$;

Второй проход $t_2 = 4 \text{ мм}$;

Третий проход $t_3 = 2 \text{ мм}$.

Подача $s = 1,2 \text{ мм/об}$ для растачивания, (табл. 12) [4. с.365].

Определяем скорость резания v (м/мин). При растачивании рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 340$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,5$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 2,27$ (табл. 3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [4. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [4. с.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 2,27 * 1 * 1 = 2,27,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{340}{60^{0,2} * 2^{0,5} * 1,2^{0,2}} * 2,27 = 232,02 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр отверстия.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 232,02}{3,14 * 70} = 1055,6 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1050 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 70 * 1050}{1000} = 230,79 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

1.8.2 Токарная операция (015)

1. Чистовая подрезка торца

Глубина резания $t = z_{11} = 1 \text{ мм}$.

При чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предыдущем проходе.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5 \text{ мм}$, $t_2 = 0,5 \text{ мм}$.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 12) [4, с.365].

Назначаем подачу на подрезку торца: $s = 0,25 \text{ мм/об}$, шероховатость, получаемая на данной операции, $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями (Табл. 4) [4, с.180] – Т15К6

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирическим формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 420$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 2,27$ [4. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ [4. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ [4. с.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 2,27 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{420}{60^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,25^{0,2}} * 2,27 = 615,48 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 615,48}{3,14 * 115} = 1704,46 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1750 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 115 * 1750}{1000} = 631,93 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем силы резания;

$$P_{z,x,y} = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp} = 0,66 * 1 * 1,25 * 1 * 0,93 = 0,77$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = \\ &= 10 * 300 * 0,5^1 * 0,25^{0,75} * 631,93^{-0,15} * 0,77 = 155,22 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{155,22 * 631,93}{1020 * 60} = 1,6 \text{ кВт}.$$

2. Черновое точение поверхности до $\varnothing 110$ мм;

Общая глубина резания $t = 2$ мм, делим t на два прохода.

Тогда

Первый проход $t_1 = 1$ мм;

Второй проход $t_2 = 1$ мм;

Выбираем подачу равной $s = 1,3$ мм/об для чернового точения. (табл. 12) [4. с.365];

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 340$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 0,9$ (табл. 5) [4. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [4. с.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{340}{30^{0,2} * 1^{0,15} * 1,3^{0,45}} * 0,9 = 174,41 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 174,41}{3,14 * 115} = 482,99 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 115 * 350}{1000} = 126,39 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем силы резания;

$$P_{z,x,y} = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} = 0,85 * 1 * 1,1 * 1 * 0,93 = 0,86$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = \\ &= 10 * 300 * 1^1 * 1,3^{0,75} * 126,39^{-0,15} * 0,86 = 1519,92 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{1519,92 * 126,39}{1020 * 60} = 3,14 \text{ кВт.}$$

3. Точение канавки до $\varnothing 107$ мм

Выбираем значение подачи $s = 0,26 \text{ мм/об}$, (табл. 12), [4. с.365].

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * S^y} * K_v,$$

где C_v -коэффициент $C_v = 47$;

m, y – показатели степени $m = 0,20$; $y = 0,80$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 2,27$ (табл. 3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [4. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [4. с.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 2,27 * 1 * 1 = 2,27,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * S^y} * K_v = \frac{47}{60^{0,2} * 0,26^{0,8}} * 2,27 = 138,2 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 138,2}{3,14 * 110} = 400,12 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 110 * 350}{1000} = 120,89 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4. Точение канавки до $\varnothing 51,5$ мм

Выбираем значение подачи $s = 0,16$ мм/об, (табл. 12), [4. с.365].

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * S^y} * K_v,$$

где C_v -коэффициент $C_v = 47$;

m, y – показатели степени $m = 0,20$; $y = 0,80$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 2,27$ (табл. 3) [4. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [4. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [4. с.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 2,27 * 1 * 1 = 2,27,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * S^y} * K_v = \frac{47}{60^{0,2} * 0,16^{0,8}} * 2,27 = 203,8 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 203,8}{3,14 * 43,5} = 1492 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 43,5 * 1400}{1000} = 191,23 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

1.8.3 Фрезерная операция (020)

1. Фрезерование пазов

Глубина резания $t = 7$ мм.

Подача на зуб $s_z = 0,18$ мм/об. (табл. 75), [4. с. 403].

Определяем скорость резания м/мин – окружная скорость фрезы:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 68,5$;

$D=75$ мм – диаметр фрезы;

s_z – подача на зуб, мм/об;

$z=20$ – число зубьев;

$B=20$ – ширина фрезы, мм;

m, x, y, q, u – показатели степени $m = 0,2$; $x = 0,3$; $y = 0,2$; $q=0,25$; $p=0,1$;

$u=0,1$.

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1,6$, состояние поверхности $K_{nv} = 1$, материал инструмента $K_{uv} = 1$.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1,6 * 1 * 1 = 1,6,$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} * K_v = \frac{68,5 * 75^{0,25}}{60^{0,2} * 7^{0,3} * 0,18^{0,2} * 20^{0,1} * 20^{0,1}} * 1,6 = 38,62 \frac{м}{мин}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 38,62}{3,14 * 75} = 164 \frac{об}{мин},$$

Принимаем частоту вращения шпинделя $n = 160$ об/мин;

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 75 * 160}{1000} = 37,68 \frac{м}{мин}$$

Сила резания. Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н.

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^{n_z}}{D^q n^w} * K_{mp} = \frac{10 * 68,2 * 7^{0,86} * 0,18^{0,72} * 20^{1,0} * 20}{75^{0,86} * 160^{0,1}} = 6215 \text{ H};$$

Крутящий момент, Н*м, на шпинделе

$$M_z = \frac{P * D}{2 * 100} = \frac{6215 * 75}{2 * 100} = 2230 \text{ H * м};$$

Мощность резания, кВт.

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{2230 * 37,68}{1020 * 60} = 1,37 \text{ кВт.}$$

1.8.4 Сверлильная операция (025)

1. Сверление отверстий Ø4,5 мм

Материал режущей части инструмента P6M5.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5D;$$

где D – диаметр сверла;

$$t = 0,5D = 0,5 * 4,5 = 2,25 \text{ мм};$$

При сверлении отверстия без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу (табл. 35)

$$s = 0,19 \text{ мм/об [4. с. 381].}$$

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} * K_v;$$

где C_v – коэффициент равный $C_v = 7$;

q, y, m – показатели степеней $q=0,40$; $y=0,70$; $m=0,20$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали $T = 90$ мин.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{mv} – коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 3), [4. с. 360];

K_{mv} -коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [4. с. 361];

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [4. с. 385].

$$K_v = K_{mv} * K_{lv} = 0,66 * 1 * 1 = 0,66$$
$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} * K_v = \frac{7 * 4,5^{0.4}}{90^{0.2} * 0.19^{0.7}} 0,66 = 2,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 * 0,0345 * 4,5^2 * 0.19^{0.8} * 0,704 = 1,303 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 C_P D^q S^y K_p = 10 * 68 * 4,5^1 * 0.19^{0.7} * 0,704 = 673,63 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{1,303 * 157,5}{9750} = 0,021 \text{ кВт};$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 2,2}{3.14 * 4,5} = 155,7 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем частоту вращения $n = 157,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

1.9 Нормирование технологического процесса

Основное время для токарных операций определяем по формуле

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

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

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{в}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{нд}}$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;
 $l_{\text{в}}$ – величина врезания инструмента, мм;
 $l_{\text{сх}}$ – величина схода инструмента, мм;
 $l_{\text{нд}}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{\text{сх}} = l_{\text{нд}} = 1 \text{ мм}$.

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\text{tg}\varphi},$$

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

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{нд}}) \cdot i}{n \cdot S}$$

Основное время для первой токарной операции:

переход 1- подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{нд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(115 + \frac{0,5}{\text{tg}45^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{700 \cdot 0,25} = 1,34 \text{ мин.}$$

переход 2 – точение поверхности:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(110 + \frac{1}{\operatorname{tg}90^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{350 \cdot 1,3} = 0,5 \text{ мин.}$$

Переход 3 – сверление отверстия

При сверлении на проход длину врезания определяют по формуле:

$$l_s = \frac{d}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi$$

$$T_{o1} = \frac{(l + \frac{d_1}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20,83 + \frac{43,5}{2} \cdot \operatorname{ctg}59^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{350 \cdot 0,66} = 0,31 \text{ мин.}$$

переход 4 – растачивание отверстия:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(70 + \frac{3,25}{\operatorname{tg}60^\circ} + 1 + 1) \cdot 3}{1400 \cdot 1,2} = 0,13 \text{ мин.}$$

переход 5 – растачивание отверстия:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(80 + \frac{2}{\operatorname{tg}60^\circ} + 1 + 1) \cdot 3}{1050 \cdot 1,2} = 0,2 \text{ мин.}$$

Основное время для второй токарной операции:

Переход 1 – подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(115 + \frac{0,5}{\operatorname{tg}45^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{1750 \cdot 0,25} = 0,54 \text{ мин.}$$

Переход 2 – точение поверхности:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(110 + \frac{1}{\operatorname{tg}90^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{350 \cdot 1,3} = 0,5 \text{ мин.}$$

Переход 3 – точение канавки:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,5 + \frac{1,5}{\operatorname{tg}90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{350 \cdot 0,26} = 0,06 \text{ мин.}$$

Переход 4 – точение канавки

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4 + \frac{2}{\operatorname{tg}90^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{1400 \cdot 0,16} = 0,07 \text{ мин}$$

Фрезерная операция

$$T_o = \frac{l + (\sqrt{t(D-t)} + 1) + 2}{S * n} * i = \frac{20 + (\sqrt{7(75-7)} + 1) + 2}{160 * 0,18} * 1 = 1,56 \text{ мин}$$

Сверлильная операция

При сверлении на проход длину врезания определяют по формуле:

$$l_s = \frac{d}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi$$

$$T_{o1} = \frac{(l + \frac{d_1}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + \frac{4,5}{2} \cdot \operatorname{ctg}59^\circ + 1 + 1) \cdot 3}{157,5 \cdot 0,19} = 2,49 \text{ мин};$$

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 5:

Таблица 5

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «крышка подшипника» на вертикально-сверлильном станке модель 2С132.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «крышка подшипника»
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечивать: точную установку и надежное закрепление заготовки «крышка подшипника» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятие заготовки.
Технические (тактико-технологические) требования	Тип производства – мелкосерийный Программа выпуска – 5000 шт. в год Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку 2С132.
Документация подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертежи общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

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

Перед разработкой принципиальной схема и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 6.)

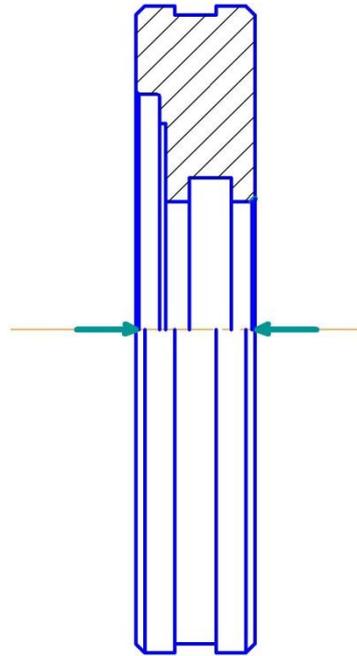


Рис. 6. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

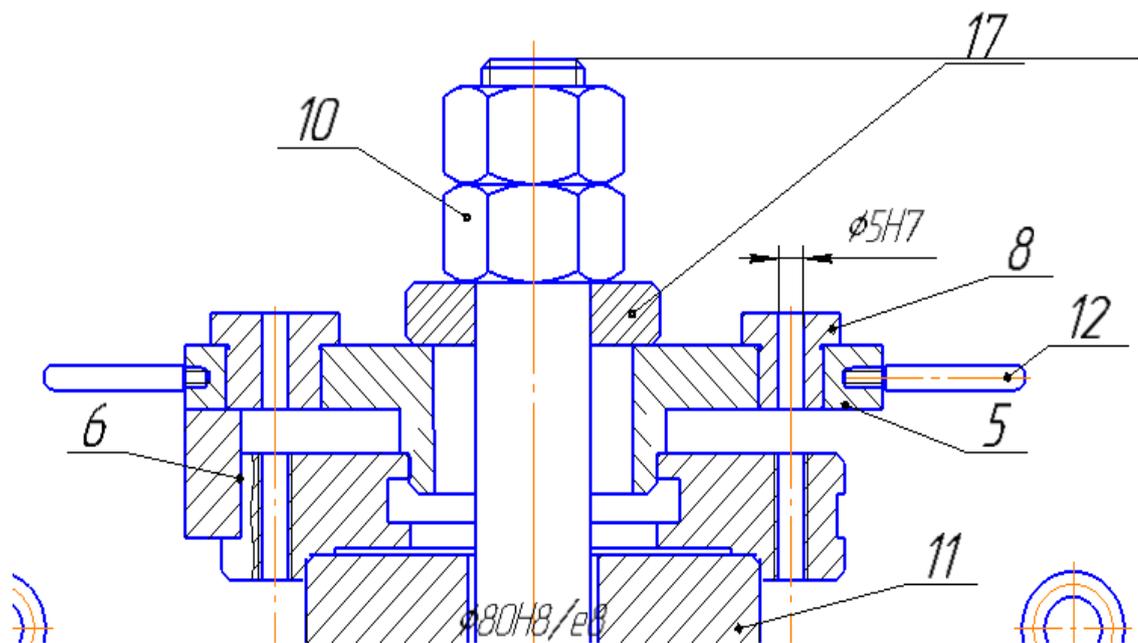


Рис. 7. Компоновка (общий вид) приспособления

2.2 Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки при ее обработке на вертикально-сверлильном станке модели 2С132.

Приспособление состоит из корпуса 2, который устанавливается на стол станка. Внутри корпуса расположен пневмоцилиндр 3, который устанавливается на основание 1. Основание крепится к корпусу болтами 7. Перемещение поршня пневмоцилиндра при зажиме и отжиме заготовки производится сжатым воздухом, который подводится к пневмоцилиндру через специальную полость.

Приспособление работает следующим образом. Обрабатываемая заготовка устанавливается на постоянную опору (центровик) 11 так, чтобы оси просверливаемых отверстий расположились вертикально, соответственно направлению рабочей подачи сверла. После закрепления в таком положении на заготовку устанавливают накладной кондуктор 5. В накладном кондукторе имеются отверстия, в которые запрессованы кондукторные втулки 8. Сверху накладной кондуктор поджимается быстросменной шайбой 17 и гайкой 10. Далее идет зажим подачей штока пневмоцилиндра 4. В кондукторе предусмотрены рукоятки 12. Для снятия приспособления со стола станка на поверхности корпуса имеются рым-болты 13.

Таким образом, при использовании данного приспособления достигается максимальный эффект обработки отверстий.

2.3 Разработка схемы установки заготовки в приспособлении и расчет погрешности обработки

В условиях серийного производства к конструкциям приспособлений и их приводов предъявляются различные требования, в зависимости от которых определяется степень специализации приспособления, уровень их механизации. Помимо общих требований – точность, жесткость, компактность – главная задача при конструировании приспособления сводится к максимальной механизации и автоматизации с целью повышения точности обработки, производительности и облегчения труда станочника.

Выбирая схему приспособления нужно учитывать максимальное использование нормативных сборочных единиц и конструкций, а также обеспечение наименьшей величины времени на установку и закрепление обрабатываемых деталей при достижении требуемой точности обработки.

Для выполнения отверстий $\varnothing 5H7(+0,012)$ детали приспособление на вертикально-сверлильный станок, которое позволит точно и быстро производить механическую обработку, сократить время за закрепление и переустановку детали.

Ознакомившись с возможными вариантами закрепления данной детали, выбираем следующую конструкцию приспособления.

2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления

К спроектированному приспособлению предъявляются следующие технические требования:

- 1.* Размеры подлежащие контролю 1 раз в 3 месяца.
2. Усилие пневмоцилиндра 14000 Н при давлении сжатого воздуха 2,25 МПа.
3. Маркировать: шифр приспособления, шифр детали, порядковый номер и дату изготовления.

2.5 Точностной расчет приспособления

Заданная точность обработки заготовки в станочном приспособлении будет обеспечена, если соблюдается условие:

$$\varepsilon_z < IT$$

где ε_z - суммарная погрешность обработки;

IT- допуск на размер или на отклонение расположения обрабатываемой поверхности.

Запас точности, который необходим, в частности, для компенсации износа элементов приспособления:

$$\Delta_T = IT - \varepsilon_z$$

Межремонтный период приспособления

$$A = \frac{\Delta_T}{u}$$

u - износ элементов приспособления.

Суммарная погрешность обработки ε_z - следствие совокупного влияния различных факторов, порождающих потребности обработки:

$$\varepsilon_z = k \cdot \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_{ct}^2 + \varepsilon_{u.u}^2}$$

;

k - в зависимости от числа слагаемых 1÷1.2.

ε_y - погрешность установки;

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

ε_6 - погрешность базирования;

ε_3 - погрешность закрепления;

$\varepsilon_{пр}$ - погрешность положения станочного приспособления.

В большинстве случаев эту погрешность установки и принимают за суммарную погрешность обработки и не учитывают дополнительных погрешностей :

$\varepsilon_{ст}$ - погрешность станка в ненагруженном состоянии (характеристики точности МРС).

$\varepsilon_{и.и}$ - погрешность, вызываемая размерным износом режущего инструмента.

$$\varepsilon_{и.и} \approx h_3 \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

h_3 - допустимый износ режущего инструмента по задней поверхности;
 α - задний угол инструмента.

Принимаем:

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{\delta}{2} + \Delta;$$

где δ – допуск на отверстие, Δ – величина зазора, отсюда:

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{\delta}{2} + \Delta = \frac{0,021}{2} + 0,017 = 0,0275 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_3 = 0,015 [1]$$

$$\varepsilon_{пр} = 0,001 \text{ (по ГОСТ 24351-80)}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2} = 0,015^2 + 0,0275^2 + 0,001^2 = 0,025 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{ст} = 0,01 \text{ (по паспорту станка 6P11Ф3-1)}$$

$$\varepsilon_{и.и} = 0,01 \cdot \operatorname{tg} 8^\circ$$

$$\varepsilon_z = k \cdot \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_{ст}^2 + \varepsilon_{и.и}^2} = 1 \cdot \sqrt{0,025^2 + 0,01^2 + (0,01 \cdot \operatorname{tg} 8^\circ)^2} = 0,0269 \text{ мм.}$$

Заданная точность обработки обеспечивается, т.к

$$\varepsilon_z < IT$$

2.6 Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку

При конструировании нового станочного приспособления силу закрепления P_z находим из условия равновесия заготовки под действием сил резания, тяжести, инерции, трения, реакции в опорах. Полученное значение силы закрепления проверяем из условия точности выполнения операции. В случае необходимости изменяем схему установки, режимы резания и другие условия выполнения операций. При расчетах силы закрепления учитываем упругую характеристику зажимного механизма.

Силовой расчет учитывает коэффициент запаса – K_z , поскольку при обработке заготовки возникают неизбежные колебания сил и моментов резания. В общем случае величина этого коэффициента находится в пределах от 2...3,5, в зависимости от конкретных условий обработки.

$$K_z = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

Значение коэффициента K_z следует выбирать дифференцированно в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки. Его величину можно представить как произведение частных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора:

$K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса [6, с.119].

$K_1 = 1,2$ – коэффициент, зависящий от состояния поверхностного слоя заготовок Табл. 4.1 [6, с.118].

$K_2 = 1$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента. Принимаем в зависимости от обрабатываемого материала и метода обработки [6, с.119].

$K_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий прерывистость резания; [6, с.119].

$K_4 = 1$ – коэффициент, характеризующий постоянство силы развиваемой зажимным механизмом [6, с.119].

$K_5 = 1$ – коэффициент, характеризующий эргономику зажимного механизма.

$K_6 = 1$ – коэффициент, характеризующий установку заготовки [6, с.119].

Если $K3 < 2,5$, то при расчете надежности закрепления ее следует принять равным $K3 = 2,5$.

$$\hat{E}_{\zeta} = 4.118$$

Величину необходимого зажимного усилия определяем на основе решения задачи статики, рассматривая равновесие заготовки под действием приложенных к ней сил. Для этого составляем расчетную схему, то есть, изображаем на схеме базирования заготовки все действующие на неё силы: силы и моменты резания, зажимные усилия, реакции опор и силы трения в местах контакта заготовки с опорными и зажимными элементами.

По расчетной схеме необходимо установить направления возможного перемещения или поворота заготовки под действием сил и моментов резания, определить величину проекций всех сил на направление перемещения и составить уравнения сил и моментов:

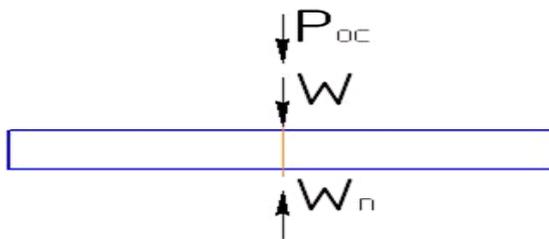


Рисунок 2.1 - Условная расчетная схема кондуктора.

где $P_{ос}$ – осевая сила;

W – усилие зажима;

f – коэффициент трения;

$W_{п}$ – реакция осевой силы;

Действующие на заготовку силы и моменты резания можно рассчитать по формулам, приводимым в справочниках и нормативах по режимам резания применительно к определенному виду обработки.

Приравняв M_p' и M_z' и введя коэффициент запаса K , получим формулу для расчета силы зажима:

$$W' = \frac{K \cdot P_h \cdot l}{2 \cdot (f_1 + f_2) \cdot l_1}, \text{ где}$$

K - коэффициент запаса, определяемый из справочника;

$$f_1 = 0.16, f_2 = 0.25.$$

$$K = K_0 + K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 = 4.118$$

$$l = 8 \text{ мм}; l_1 = 32,5 \text{ мм};$$

$$W' = \frac{4.118 \cdot 3000 \cdot 8}{2 \cdot (0.16 + 0.25) \cdot 32.5} = 3801H .$$

2.7 Выбор зажимных элементов, передаточного механизма. Определение сил зажима на исходном звене

Зажим заготовки будет осуществляться с помощью шайбы поз. 17 с гайкой и контргайкой посредством штока, от проворота заготовка фиксируется кронштейном.

2.8 Выбор и расчет силового привода

В спроектированном приспособлении для обработки отверстий применяется пневмопривод.

Преимущества и недостатки пневмопривода

В современных машинах, и в частности в системах автоматизации производственных процессов, наряду с гидромеханизмами применяются пневмомеханизмы (пневмоприводы), основанные на использовании в качестве рабочей среды сжатого или разреженного воздуха.

С помощью пневматических устройств (приводов) решаются сложные задачи по автоматизации управления машин и производственных процессов. Применение их имеет преимущества в тех случаях, когда требуется осуществить быстрые перемещения выхода, а также когда применение гидравлических приводов с масляной рабочей средой недопустимо по требованиям пожарной безопасности, как это имеет место в угольных шахтах и в ряде химических производств.

К основным преимуществам пневматических устройств относятся относительная простота конструкции и эксплуатационного обслуживания обусловленные одноканальным питанием исполнительных пневмо-механизмов (отработавший воздух выпускается непосредственно в атмосферу без отводящих трубопроводов), а следовательно, низкая стоимость и быстрая

окупаемость затрат; надежность работы в широком диапазоне температуры, высокой влажности и запыленности окружающей среды; пожаро- и взрывобезопасность; большой срок службы, достигающий 10 000—20 000 ч (10—50 млн. циклов); высокая скорость перемещения выходного звена пневматических исполнительных устройств (линейного до 15 м/с, вращательного до 100 000 об/мин); легкость получения и относительная простота передачи энергоносителя (сжатого воздуха), возможность снабжения им большого количества потребителей от одного источника; отсутствие необходимости в защитных устройствах при перегрузке (пневмодвигатели могут быть заторможены до полной остановки без опасности повреждения и могут оставаться под нагрузкой практически без потребления энергии).

Наряду с положительными качествами пневмосистемы обладают рядом недостатков, вытекающих из природы рабочей среды — воздуха. Воздух обладает высокой сжимаемостью, ввиду чего он при сжатии накапливает энергию, которая при известных условиях может превратиться в кинетическую энергию движущихся масс и вызвать ударные нагрузки.

Вследствие этого пневматические силовые системы не обеспечивают без специальных дополнительных средств необходимой плавности и точности хода. Сжимаемость воздуха в пневмосистемах исключает возможность непосредственной фиксации органов управления в заданных промежуточных положениях. В равной мере в пневмоприводе затруднительно получение при переменной нагрузке равномерной и стабильной скорости. Помимо этого пневмоприводы имеют, как правило, более низкий КПД сравнении с гидроприводами, а также требуют применения смазочных устройств.

Сжатый воздух для питания пневмосистем обычно вырабатывается компрессорами, обслуживающими пневмомашину всего предприятия либо определенную их группу. В централизованных и групповых системах питания обычно применяется давление 5—6 кг/см², при индивидуальном питании — от 5 кг/см² и выше.

3. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ» ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Ключевым потребителем данного проекта является ООО «Электромотор». Так же к потенциальным потребителям результатов данной ВКР можно отнести предприятия схожего профиля – заводы электродвигателей, расположенные как на территории РФ, так и за ее пределами.

Основной целью данного раздела является разработка технологического процесса детали «крышка подшипника», отвечающего современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов исследования;
- провести анализ конкурентных технических решений;
- структурировать работу в рамках научного исследования;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет научно-технического исследования.

3.2 Технология QuaD

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

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

Процедура проведения QuaD представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
1. Производительность труда рабочего.	0,09	95	100	0,97	8,55
2. Время изготовления детали «крышка подшипника»	0,12	95	100	0,95	11,4
3. Вид получения заготовки	0,05	90	100	0,9	4,5
4. Качество изготовления детали	0,2	100	100	1	20
5. Уровень квалификации рабочего	0,14	95	100	0,95	13,3
6. Сокращение кол-во операций тех.процесса	0,05	90	100	0,9	4,5
7. Гибкость технологического процесса	0,08	90	100	0,9	7,2
8. Количество операций	0,08	90	100	0,9	7,2
9. Уровень сложности изготовления детали	0,08	90	100	0,9	7,2
10. Уровень автоматизации	0,11	95	100	0,95	10,45
Итого	1				94,3

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i * B_i \quad (1)$$

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

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{cp} = 8,55 + 11,4 + 4,5 + 20 + 13,3 + 4,5 + 21,6 + 10,45 = 94,3$$

По проведенным расчетам, средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки оказалось высоким, что говорит о том, что инвестирование денежных средств в данную разработку целесообразно.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Так, для последовательного и структурированного хода выполнения работ необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 2.

Таблица 2 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания по ВКР	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме ВКР	Студент
	3	Выбор направления исследований по теме ВКР	Студент
	4	Календарное планирование работ по выбранной теме исследования	Научный руководитель, Студент
Теоретические исследования	5	Проведение анализа и изучение литературы по теме ВКР	Научный руководитель, Студент
	6	Проектирование технологического процесса изготовления детали «крышка подшипника»	Студент
	7	Проведение теоретических расчетов и обоснований по ВКР	Студент
	8	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	9	Проектирование конструкторско-технологического процесса на изготовление детали «крышка подшипника»	Студент
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки к работе	Студент

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5}, \quad (3)$$

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

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

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

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

$$t_{\text{ож.1}} = \frac{3 * 1 + 2 * 3}{5} = 1.8 \text{ чел. -дн.}$$

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

$$t_{\text{ож.2}} = \frac{3 * 3 + 2 * 6}{5} = 4.2 \text{ чел. -дн.}$$

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

$$t_{\text{ож.4}} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1.4 \text{ чел. -дн.}$$

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

$$t_{\text{ож.5}} = \frac{3 * 3 + 2 * 6}{5} = 4.2 \text{ чел. -дн.}$$

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

$$t_{\text{ож.6}} = \frac{3 * 7 + 2 * 14}{5} = 9.8 \text{ чел. -дн.}$$

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

$$t_{\text{ож.7}} = \frac{3 * 7 + 2 * 10}{5} = 8.2 \text{ чел. -дн.}$$

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

$$t_{\text{ож.8}} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2.4 \text{ чел. -дн.}$$

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

$$t_{\text{ож.9}} = \frac{3 * 5 + 2 * 10}{5} = 7 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 10-й работы составило:

$$t_{\text{ож.10}} = \frac{3 * 3 + 2 * 6}{5} = 4.2 \text{ чел. -дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (4)$$

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:

$$T_{p1} = \frac{1.8}{1} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p2} = \frac{4.2}{1} = 4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p3} = \frac{1.4}{1} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p4} = \frac{1.4}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p5} = \frac{4.2}{2} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p6} = \frac{9.8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p7} = \frac{8.2}{1} = 8 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p8} = \frac{4.2}{2} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p9} = \frac{2.4}{1} = 3 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 10-й работы:

$$T_{p10} = \frac{4.2}{1} = 5 \text{ раб. дн.}$$

Таким образом, из произведенных расчетов можно сделать вывод что наиболее трудоемкими и продолжительными этапами работы ожидаются этапы 6 и 7, и их длительность соответственно равно 10 и 8 рабочим дням.

3.3.3 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (5.3)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5.4)$$

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 2017 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.478$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{k1} = 2 * 1.478 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{k2} = 4 * 1.478 = 6 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{k3} = 2 * 1.478 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{k4} = 1 * 1.478 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{k5} = 2 * 1.478 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{k6} = 10 * 1.478 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{k7} = 8 * 1.478 = 12 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{k8} = 2 * 1.478 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{k9} = 3 * 1.478 = 5 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях

$$T_{k10} = 5 * 1.478 = 8 \text{ кал. дн.}$$

Таблица 3 - Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность	Длительность работ в календарных днях,
		t _{min} ,	t _{max} ,	t _{ож} i,			
1	Составление и утверждение технического задания	1	3	1.8	Научный руководитель	2	3
2	Подбор и изучение материалов по теме	3	6	4.2	Студент	4	6
3	Выбор направления исследований	1	2	1.4	Студент	2	3
4	Календарное планирование работ по выбранной теме исследования	1	2	1.4	Научный руководитель, Студент	1	2
5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	3	6	4.2	Научный руководитель, Студент	2	3
6	Проведение исследования, выполнение задач, поставленных научным руководителем	7	14	9.8	Студент	10	15
7	Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	10	8.2	Студент	8	12
8	Согласование полученных данных с научным руководителем	2	3	2.4	Студент, научный руководитель	2	3
9	Работа над выводами по проекту	5	10	7	Студент	3	5
10	Составление пояснительной записки к работе	3	6	4.2	Студент	5	8

Таблица 4 - Календарный план-график выполнения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	3	■											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	6		■	■									
3	Выбор направления исследований	Студент	3			■									
4	Календарное планирование работ по выбранной теме исследования	Научный руководитель, Студент	2				■	■							
5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	Научный руководитель, Студент	3				■	■							
6	Проведение исследования, выполнение задач, поставленных научным руководителем	Студент	15				■	■	■	■	■	■			
7	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	12							■	■	■	■	■	■
8	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель	3										■	■	
9	Работа над выводами по проекту	Студент	5										■	■	■
10	Составление пояснительной записки к работе	Студент	8											■	■

■ Научный руководитель

■ Студент

Вывод: Построенный календарный план-график показывает, что наиболее продолжительными этапами работы являются: «Проектирование технологического процесса изготовления детали «крышка подшипника»» (15 дней), «Проведение теоретических расчетов и обоснований» (12 дней). В ходе НИР руководитель темы участвует в работе в течении 11 календарных дней, студент – в течении 57 календарных дней.

Общая продолжительность работ в календарных днях составила 60 календарных дней.

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.4.1 Расчет затрат на сырье и материалы НТИ

При написании ВКР требуются материалы, представленные в таблице 5.7.

Таблица 5 - Стоимость материалов

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Ручка	шт.	2	55	110
Карандаш	шт.	2	15	30
Ластик	шт.	1	40	40
Линейка	шт.	1	30	30
Маркеры	шт.	3	80	240
Степлер	шт.	1	250	250
Скобы для степлера	шт.	1	45	45
Бумага офисная	л.	500	0,4	200
Термопаста для ноутбука	шт.	1	500	500
Картридж	шт.	1	1000	1000
Итого				2445

Итого суммарные затраты на сырье и материалы необходимые для реализации научно-технического исследования составили 2 445 рублей.

3.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (5.5)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (5.6)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (5.7)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p \quad (5.8)$$

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_m = 17000 * (1 + 0,3 + 0,3) * 1,3 = 35\ 360$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$З_m = 17000 * (1 + 0,2 + 0,2) * 1,3 = 30\ 940$$

Таблица 6 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	105	105
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	15	20
Действительный годовой фонд рабочего времени	203	198

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{дн} = \frac{35\ 360 * 10,4}{203} = 1\ 811,55$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{дн} = \frac{30\ 940 * 11,2}{198} = 1\ 750,14$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_r=11$ раб.дней

Студент: $T_p=57$ раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{осн} = 1811,55 * 11 = 19\ 927,05 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{осн} = 1\ 750,14 * 57 = 99\ 757,98 \text{ руб.}$$

Таблица 7. Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	17 000	0,3	0,3	1,3	35 360	1 811,55	11	19 927,05
Студент	17 000	0,2	0,2	1,3	30 940	1750,14	57	99 757,98
Итого $Z_{осн}$								119 685,03

3.4.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (5.9)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,12;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 8. Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Зарплата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	19 927,05	99 757,98
Дополнительная зарплата	2 391,25	11 970,95
Итого, руб	22 318,3	102149,23

Итого суммарные затраты на заработную плату научного руководителя и инженера составили 124467,53 рублей

3.4.4 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (5.10)$$

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

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot 124467,53 = 41\,489 \text{ руб}$$

3.4.5 Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}} \quad (5.11)$$

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = (2\,445 + 124\,467,53 + 14\,362,20 + 41\,489) \cdot 0,16 = 29\,242,1 \text{ руб}$$

$$(\text{Мат затраты} + \text{осн з/п} + \text{доп з/п} + \text{страховые взносы}) \cdot 0,16$$

3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 9. Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля от общих затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	2 445	1,5
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	124467,53	60,1
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14 362,20	7,2
4. Отчисления на социальные нужды	41 489	20,2
5. Накладные расходы	29 242,1	11
6. Бюджет затрат НТИ	160 163,3	100

Так из бюджета можно увидеть, что наибольший удельный вес во всех затратах, связанных с реализацией научно исследовательской работы,

занимают затраты по основной заработной плате научному руководителю и инженеру-дипломнику – 60 % от общего объема затрат, что можно объяснить тем что работа над проектом в основном является продуктом человеческого мышления и дополнительных материальных ресурсов требует не так много.

3.5 Оценка эффективности исследования

В результате выполнения данной работы, можно сделать вывод о том, что для повышения эффективности разработанной детали (крышки подшипника) необходимо – повысить качество изготовления детали, а также снизить затраты. Однако, необходимость таких затрат обусловлена тем, что своевременная и качественная подготовка проекта разработки детали, проведение всех этапов анализа и проектирования, даст возможность для успешного выхода детали на рынок.

Таким образом, поставленная цель достигнута, решены поставленные задачи. При выполнении данного раздела дипломной работы было сделано следующее:

- определены потенциальные потребители результатов исследования предприятие ООО «Электромотор»;
- выполнена оценка конкурентоспособности разработки по технологии QuaD средневзвешенное значение 94,3;
- составлен план выполнения научного исследования, В ходе НИР руководитель темы участвует в работе в течении 11 календарных дней, студент – в течении 57 календарных дней.
- определена трудоемкость выполненной работы и разработан график проведения научного исследования;
- рассчитан бюджет научно-технического исследования, составили 160 163,3 рублей;
- оценена эффективность исследования.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

В условиях современного производства отдельные, частные мероприятия по улучшению условий труда, предупреждению травматизма и заболеваемости оказываются недостаточно эффективными. Необходимо, чтобы они осуществлялись комплексно, образуя в системе управления производством подсистему управления безопасностью труда.

Система управления безопасностью труда (СУБТ) может быть определена как функциональная подсистема управления предприятием, целью которого является обеспечение безопасных условий труда.

Одним из наиболее важных принципов построения и функционирования СУБТ является принцип системного подхода. Он выражается в том, что на основе программно – целевого управления осуществляется комплекс взаимосвязанных организационных, технических, гигиенических и социально - экономических мероприятий, направленных на создание условий для высокопроизводительного и безопасного труда на всех участках и стадиях производства.

Проблемы повышения электробезопасности решаются повседневным улучшением условий труда, совершенствованием мер и средств защиты персонала и других лиц, занимающихся эксплуатацией электроустановок, от опасности поражения током создаются новые принципы и методы защиты с учетом достижений науки и практики в области электробезопасности.

Опыт эксплуатации показывает, что для обеспечения безопасной, безаварийной и высокопроизводительной работы электроустановок необходимо наряду с совершенным их исполнением и оснащением средствами защиты так организовать их эксплуатацию, чтобы была исключена всякая возможность ошибок со стороны обслуживающего персонала.

4.1 Анализ вредных производственных факторов

Полностью безопасных и безвредных производств не существует. Задача охраны труда – свести к минимальной вероятности поражение или заболевание работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда. Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных производственных факторов.

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Перечень вредных факторов:

- Микроклимат (повышенная температура воздуха производственного помещения);
- Повышенный уровень шума;
- Недостаточная освещенность.

4.2 'Микроклимат

Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей (ГОСТ 12.1.005 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны"). Требования этого государственного стандарта установлены для рабочих зон — пространств высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного и временного пребывания работающих. Постоянным считают рабочее место, на котором человек находится более 50 % рабочего времени (или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется

в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые (комплекс климатообразующих факторов данной местности) и регулируемые (особенности и качество строительства зданий и сооружений, интенсивность теплового излучения от нагревательных приборов, кратность воздухообмена, количество людей и животных в помещении и др.). Для поддержания параметров воздушной среды рабочих зон в пределах гигиенических норм решающее значение принадлежит факторам второй группы.

Работа оператора относится к категории Ib (работы с интенсивностью энерготрат 121 - 150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением). Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;

Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энерготрат организма в ккал/ч (Вт). Работа оператора УИН относится к категории Ib (работы с интенсивностью энерготрат 121 - 150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением). Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте для категории Ib приведены в таблице № [1].

Таблица №1. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, φ%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин, $t_{\text{опт}}^{\circ}$	Диапазон выше оптимальных величин $t_{\text{опт}}^{\circ}$		Если $t^{\circ} < t_{\text{опт}}^{\circ}$	Если $t^{\circ} > t_{\text{опт}}^{\circ}$ "※※"
Холодный	Іб	19 - 20	23 - 24	15 – 75	0,1	0,2
Теплый	Іб	20 - 21	24 - 28	15 - 75	0,1	0,3

Температура поверхностей и скорость движения воздуха не превышают допустимых величин. Следовательно, в помещении соблюдаются допустимые микроклиматические условия.

Микроклимат в помещении контролируется системами центрального отопления и регулируемой вентиляцией. Также в самой установке предусмотрена система воздушного (или жидкостного) охлаждения, не позволяющая деталям устройства при нагревании существенно влиять на температуру воздуха в помещении.

Не допускается использование устройства во взрывоопасной среде, содержащей токопроводящую пыль, едкие пары и газы, разрушающие металл и изоляцию.

4.3 Шум

Длительное воздействие производственного шума может привести к развитию комплекса патологических нарушений. Исследования показали изменения со стороны слухового анализатора, центральной нервной и сердечно – сосудистой систем. Шум обладает аккумулятивным эффектом, т. е. акустические раздражения, накапливаясь в организме, все сильнее угнетают нервную систему. Поэтому перед потерей слуха, возникает функциональное расстройство центральной нервной системы. Особенно

страдает нервно-психическая деятельность организма. Нервно-психические заболевания выше среди работающих в шумных условиях. Шумы оказывают вредное влияние на зрительный и вестибулярный анализаторы, снижает рефлекторную деятельность, что часто становится причиной несчастных случаев и травм на производстве.

Основными источниками механического шума являются подшипники качения, зубчатые передачи и неуравновешенные вращающиеся части станков. Следовательно, уменьшение шума может быть достигнуто применением принудительной системы смазки трущихся частей, уменьшением скорости вращения неуравновешенных масс станков. По возможности можно заменить цепные передачи клиноременными. Уровень шума колеблется от 60 до 65 дБА по ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда «Шум. Общие требования безопасности»

При повышенных значениях допустимого уровня шума необходимо предусмотреть СИЗ и СКЗ.

СИЗ

- Применение спец обуви и спецодежды, защитные средства защиты для органов слуха: беруши, наушники.

СКЗ

- Применение средств защиты для снижения шума и вибрации и их распространения;

- Устранение причин шума или ослабление шума в источнике возникновения;

- Изоляция от источников повышенного шума окружающей среды, шумоизоляции, виброизоляции, вибропоглощение.

В качестве материала шумоизоляции используют вспененные синтетические материалы (газонаполненный пластик, пенополиэстр, пенополиуретан, пенополиэтилен, пенополипропилен и др.

Таблица №2 Предельно допустимый уровень звука для трудовой деятельности .

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звука, дБА.
Работа, сосредоточенности, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами: рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без связи по телефону; в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин.	65

4.4 'Вибрации

Вибрацией называется механическое колебательное движение, заключающееся в перемещении тела как целого. Вибрация в отличие от звука не распространяется в виде волн сжатия/разряжения и передается только при механическом контакте одного тела с другим.

В природе вибрация практически не встречается, но, к сожалению, очень часто возникает в технических устройствах. Кроме того, в технике вибрацию специально используют, например, при вибрационной транспортировке.

Вибрация, воздействующая на человека через опорные поверхности, оказывает влияние на весь организм и называется общей. (Поверхность, на которой человек стоит, сидит или лежит, называется опорной.) Общая вибрация, захватывающая все тело, наблюдается на всех видах транспорта и при работе в непосредственной близости от источника вибрации (промышленного оборудования).

Вибрация, воздействующая не через опорные поверхности, охватывает только часть организма и называется локальной. Практически вся она является вибрацией, передающейся через руки, и возникает там, где вибрационные инструменты или обрабатываемые детали контактируют с руками или пальцами. Локальная вибрация возникает, например, при использовании ручных силовых инструментов, применяемых на производстве. Число лиц, подвергающихся локальной вибрации, составляет несколько десятков миллионов человек.

Особым подвидом общей вибрации является укачивание, связанное с низкочастотными колебаниями тела и некоторыми типами его вращения на транспорте. Человек реагирует на вибрацию в зависимости от общей продолжительности ее воздействия.

Наибольшее воздействие общей вибрации сказывается на процессах получения входящей информации (в основном зрительной из-за колебаний глазных яблок и головы) и на процессах передачи информации (непрерывный контроль деятельности колеблющихся рук).

Долговременное воздействие весьма интенсивной общей вибрации (например, на трактористов) может нежелательным образом сказываться на позвоночнике и увеличивать риск возникновения изменения позвонков и дисков.

Помимо воздействия на организм как на механическую систему, вибрация оказывает влияние на нормальное течение физиологических процессов. Например, общая вибрация вызывает варикозное расширение вен на ногах, геморрой, ишемическую болезнь сердца и гипертонию.

Чрезмерное воздействие локальной вибрации может вызывать заболевания кровеносных сосудов, нервов, мышц, костей и суставов верхних конечностей, так называемую «виброболезнь».

Для борьбы с вибрацией машин и оборудования и защиты работающих от вибрации используют различные методы. Борьба с вибрацией в источнике ее возникновения связана с установлением причин появления механических колебаний и их устранением. Для снижения вибрации широко используют эффект вибродемпфирования – превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии, чаще всего в тепловую. С этой целью в конструкции деталей, через которые передается вибрация, применяют материалы с большим внутренним трением: специальные сплавы, пластмассы, резины, вибродемпфирующие покрытия. Для предотвращения общей вибрации используют установку вибрирующих машин и оборудования на самостоятельные виброгасящие фундаменты.

Для ослабления передачи вибрации от источников ее возникновения полу, рабочему месту, сиденью, рукоятке и т.п. широко применяют методы

виброизоляции в виде виброизоляторов из резины, пробки, войлока, асбеста, стальных пружин.

Виброгашением называется гашение вибрации за счет активных потерь или превращения колебательной энергии в другие ее виды, например, в тепловую, электрическую, электромагнитную. Виброгашение может быть реализовано в случаях, когда конструкция выполнена из материалов с большими внутренними потерями; на ее поверхность нанесены вибропоглощающие материалы; используется контактное трение двух материалов; элементы конструкции соединены сердечниками электромагнитов с замкнутой обмоткой и др.

Наиболее действенным средством защиты человека от вибрации является устранение непосредственного контакта с вибрирующим оборудованием. Осуществляется это путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации и замены технологических операций.

Снижение неблагоприятного воздействия вибрации ручных механизированных устройств на операторов достигается как путем уменьшения интенсивности вибрации непосредственно в ее источнике (за счет конструктивных усовершенствований), так и средствами внешней виброзащиты, которые представляют собой упругодемпфирующие материалы и устройства, размещенные между источником вибрации и руками оператора.

В качестве средств индивидуальной защиты работающих используют специальную обувь на массивной резиновой подошве. Для защиты рук служат рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготовляют из упругодемпфирующих материалов.

Важным фактором для снижения опасного воздействия вибрации на организм человека является правильная организация режима труда и отдыха, постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно-профилактические мероприятия – такие, как гидропроцедуры (теплые ванночки для рук и ног), массаж рук и ног, витаминизация и др.

4.5 Освещенность

Качественное освещение рабочего места на предприятиях и заводах, в учреждениях и фабриках в должной мере является одним из наиболее важных факторов влияющих на здоровье рабочих, сотрудников. Во многих случаях хорошее освещение - залог качественной и успешной работы, поэтому вопросам освещения на работе уделяется большое внимание.

Ниже приведен расчет искусственного освещения для наиболее важного помещения - проектного отдела с размерами:

Длина $l = 11,5$ м; Ширина $a = 6,2$ м; Высота $c = 4,0$ м.

Требования к освещению ряда производственных помещений представлены в табл. 3

Взаимосвязь нормируемых параметров естественного и искусственного освещения с характеристиками зрительных работ в жилых и общественных помещениях

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы, %	Освещенность на рабочей поверхности от системы общего искусственного освещения, лк	Средний КЕО при верхнем или боковом освещении, %	Минимальный КЕО при боковом освещении, %
Обзор окружающего пространства							
Средняя насыщенность помещений светом	-	Д	-	-	200	2,5	0,7

4.6 Расчет искусственного освещения

Для освещения помещения в качестве источника света выбираем люминесцентные лампы типа ЛБ, как наиболее экономичные согласно.

Так как работа производится по всей площади, то искусственное освещение - общее равномерное. В качестве осветительных приборов выбираем открытый двухламповый светильник типа ОДОР - 2 - 30 с параметрами:

- 1) количество и мощность: 2×30 Вт;
- 2) размеры: длина $l_{ce} = 925$ мм; ширина $a_{ce} = 265$ мм; высота $h_{ce} = 125$ мм;
- 3) КПД $\eta = 75\%$.

1. Индекс помещения

$$i = \frac{S}{h(a + b)},$$

где S - площадь помещения, $S = a \cdot b = 11,5 \cdot 6,2 = 71,3$ м²;

h — высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, принимаем $h = 2,5$ м.

$$i = \frac{71,3}{2,5(11,5 + 6,2)} = 1,611$$

Значение коэффициентов отражения потолка $\rho_n = 70\%$ и стен $\rho_c = 50\%$ находим по Табл.4.10 [8, стр. 50].

Коэффициент использования светового потока светильников $\eta = 50\%$ находим по Табл.4.11 [8, стр. 51].

Коэффициент неравномерности освещения $Z = 0,9$.

Световой поток F для ламп типа ЛБ мощностью 30 Вт и напряжением сети 220 В составляет 2020 лм согласно Табл.4.1 [8, стр. 42].

На выгоднейшее расстояние между светильниками можно определить с помощью коэффициента

$$\lambda = \frac{L}{h},$$

где L - расстояние между светильниками; принимаем $\lambda = 1.1$ согласно Табл. 4.7 [1, стр. 47], тогда:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2,5 = 2,75 \text{ м,}$$

$$\frac{L}{3} = \frac{2,75}{3} = 0,92 \text{ м.}$$

В соответствии с рекомендациями [8, стр. 46] строим схему расположения светильников в проектом отделе. Схема расположения светильников изображена на рисунке 1.

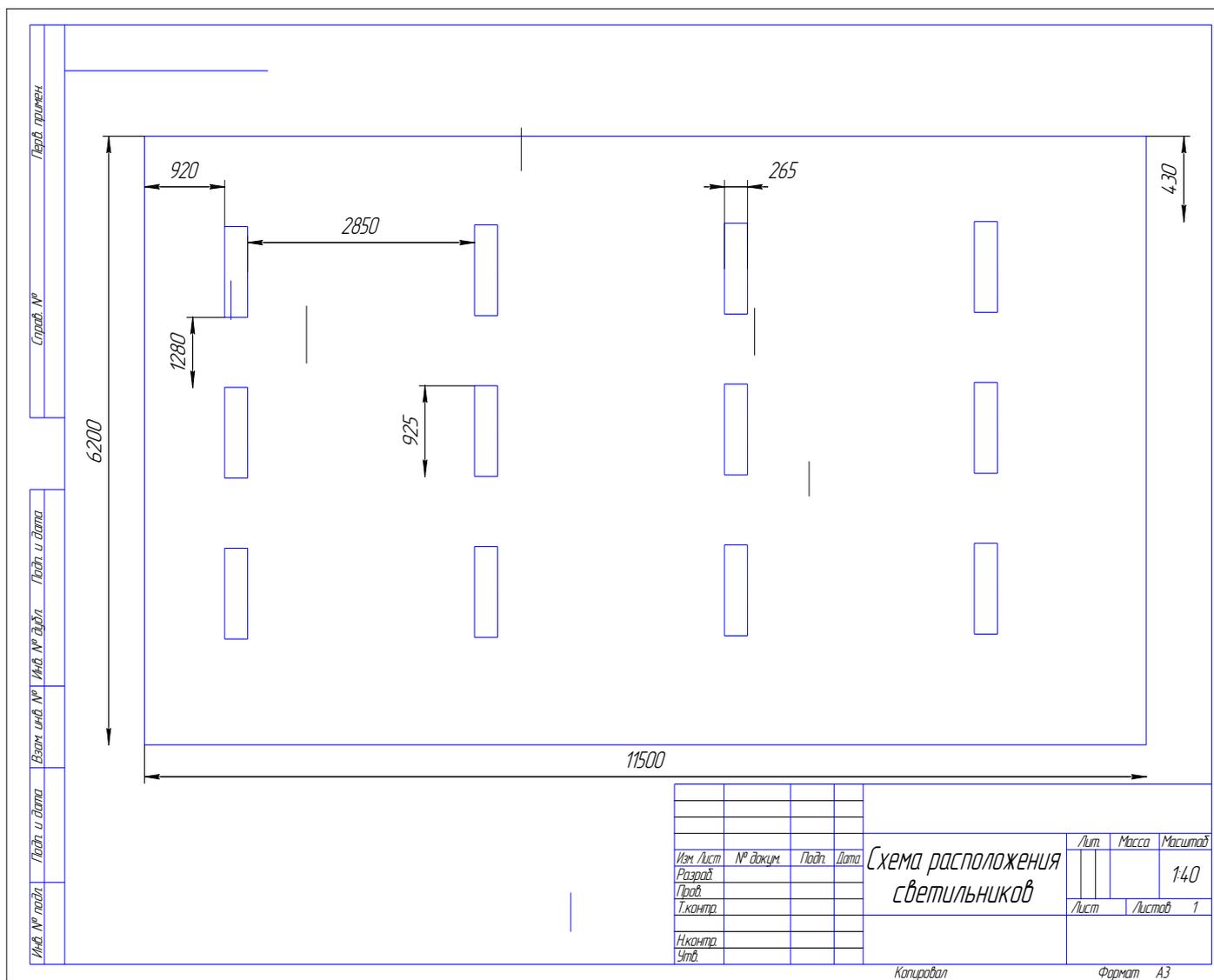


Рисунок 1 - Схема расположения светильников

2. Число светильников, размещенных по длине помещения в одном ряду

$$n_g = \frac{e - 2 \cdot \frac{L}{3}}{a_{ce} + d} = \frac{6,2 - 2 \cdot 0,92}{0,925 + 0,5} = 3,06,$$

округляем до целого числа $n'_e = 4$.

3. Уточняем расстояние между светильниками:

$$L' = \frac{b - (2 \cdot \frac{L}{3} + 4 \cdot 0.265)}{3} = \frac{11.5 - (2 \cdot 0.92 + 4 \cdot 0.265)}{3} = 2.87 \text{ м};$$

$$d' = \frac{a - (2 \cdot \frac{L}{3} + 4 \cdot 0.265)}{2} = \frac{6.2 - (2 \cdot 0.92 + 3 \cdot 0.965)}{2} = 0.73 \text{ м}.$$

4. Общее число светильников

$$n_{\Sigma} = n_a \cdot n_b = 3 \cdot 4 = 12 \text{ шт.}$$

1. Общее число ламп

$$n_{\lambda} = 2 \cdot n_{\Sigma} = 2 \cdot 12 = 24 \text{ шт.}$$

где k – коэффициент запаса, $k = 1,8$ для помещения со средним выделением пыли согласно Табл. 4.9 [8, стр. 50];

Согласно норме освещенности по СНиП 23-05-95, для цеховых помещений по Табл. 4.8 [8, стр. 48] $E = 200 \text{ Лк}$.

$$\Phi = \frac{200 \cdot 71,3 \cdot 1,8 \cdot 0,9}{24 \cdot 0,47} = 1906 \text{ Лм}$$

Проверка выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\% = \frac{2020 - 1906}{2020} \cdot 100\% = 5,6\%$$

Полученная величина минимальной освещенности является приемлемой, т.е. данный выбор ламп светильников и их расположение удовлетворяет требованиям по технике безопасности.

4.7 Электробезопасность

Электробезопасность обеспечивают в соответствии с правилами устройства электроустановок.

Категория помещения с повышенной опасностью, возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Безопасный номинал напряжения 12-36 В. Ток 0,05- 0,10 А, сопротивление 40 Ом.

- своевременные действия по осмотру технического состояния оборудования и изоляции токоведущих частей;
- установка защитного заземления;
- ограждение и изолирование токоведущих частей, в исключении случайного соприкосновения с ними;
- применение общего рубильника;

СИЗ

- диэлектрические перчатки, боты и галоши, ковры, изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты, ширмы, изолирующие накладки, колпаки);
- защитные очки, каски, противогазы, респираторы.

СКЗ

- электроинструмент, с электро-изолированными ручками
- ограждения, знаки безопасности, защитные покрытия;
- устройства автоматического зануления и заземления, автоматического отключения;
- устройства для увлажнения воздуха, нейтрализаторы статического электричества, экранирующие устройства.

4.8 Пожаробезопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для рабочих и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и

сооружений имеют большое значение и регламентируются специальными государственными постановлениями и указами СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений,ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда «Пожарная безопасность. общие требования»

При проектировании и строительстве производственных зданий и сооружений необходимо учитывать категорию пожарной безопасности производства. Согласно строительным нормам и правилам в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности производства подразделяются на категории, здания : А,Б,В,Г,Д. Помещения А,Б,В1-В4, Г,Д

Согласно данной классификации производство детали "Крышка подшипника" относится к категории **В** (пожароопасная) относится производства, связанные с применением горючих и трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих материалов и веществ, а также материалов, способных гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом. При условии, что помещения, в которых они используются, не относятся к категориям *А* или *Б*. К этой категории относятся: фотомеханические цехи; цехи высокой, офсетной, трафаретной печати и склады красок для этих видов печати; брошюровочно-переплетные цехи и их отделения (кроме лакировального); склады масел, олиф, бумаги, картона, переплетных тканей и других переплетных материалов; красочные станции цехов высокой печати; лаборатории и экспедиции; деревоотделочные цехи и т.п..

В цехе имеются первичные средства для тушения пожара, которые могут быть использованы любым рабочим или сотрудником, оказавшимся на месте возгорания.

В цехе на заметных местах установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем:

- Топоры.
- Багры.
- Ломы.

- Ведро.
- Огнетушитель **ОХВП-10** предназначен для тушения начальных загораний твердых веществ и легковоспламеняющихся жидкостей, за исключением щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Запрещается использовать огнетушитель ОХВП-10 для тушения загоревшихся электроустановок, находящихся под напряжением.

Огнетушители **ОВП-4** Огнетушитель воздушно-пенный, предназначен для тушения возгораний твердых, тлеющих материалов органического происхождения (дерево, бумага, уголь и т.д.) - класс пожара А и жидкостей или твердых тел, превращающихся в жидкости (нефтепродукты, масла, краски и т.п.) - класс пожара В . Огнетушитель порошковый **ОП-5** предназначен для тушения возгорания твердых, жидких и газообразных веществ (класса А,В,С или В,С в зависимости от типа применяемого порошка).

В непосредственной близости от щита установлен ящик с песком. На участке имеется пожарная сигнализация, оповещающая пожарную службу завода при появлении возгорания. Кроме того в цехе имеются пожарные краны, оборудованные пожарными рукавами, которые установлены в предназначенных для этого местах (выходы, лестничные площадки и др.). Чтобы имеющееся противопожарное оборудование находилось в исправном и работоспособном состоянии, проводятся его регулярные осмотры ответственными за противопожарное состояние лицами - мастером производственного участка и т. п.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования производится по специальным эвакуационным путям, обозначенным на планах эвакуации на случай пожара, которые также вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ С ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ЭЛЕКТРОМОТОР»



Действия при пожаре

Сохранять спокойствие!

- 1 Сообщить по телефону:**
 - адрес объекта
 - место возникновения пожара
 - свои фамилию
- 2 Эвакуировать людей:**
 - ориентироваться по указам, указателям движения
 - идти с собой по эвакуационным путям
- 3 По возможности принять меры по тушению пожара:**
 - использовать средства личной защиты
 - использовать первичные средства пожаротушения
 - обеспечить безопасность



Действия при аварии

Сохранять спокойствие!

- 1 Сообщить по телефону:**
 - адрес объекта
 - место возникновения аварии
 - свои фамилию
- 2 Локализовать аварию:**
 - предотвратить развитие аварии
 - локализовать аварию
 - локализовать место аварии
- 3 Эвакуировать людей:**
 - ориентироваться по указам
 - идти с собой по эвакуационным путям

4.9 Охрана окружающей среды.

Охрана природы предполагает, в отношении машиностроения, совершенствование технологических процессов и транспортных операций с целью уменьшения выбросов вредных веществ в окружающую среду, уменьшение теплового воздействия и увеличение объема вторичной переработки отходов, увеличение мощностей водоочистки.

Металлические отходы (металлолом и металлическая стружка, металлическая пыль). Существует два пути утилизации металлических отходов: без переплава и с переплавом. Утилизация без переплава подразумевает переработку листового металла с целью изготовления мелких и средних по размерам деталей из отходов более крупных. Переработка металлических отходов с переплавом является основным видом переработки металлической стружки, для этого на предприятии есть необходимые емкости для сбора и последующего его прессования. Отходы сдаются на предприятие по утилизации ООО «Втормет» в городе Томске.

Люминесцентные лампы утилизируют способом: Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как впрочем, и само стекло, и цоколи. Утилизирует их компания ООО "Стройнеруд" в городе Новосибирск.

Промасленная ветошь, подлежит утилизируется с помощью сжигания в специализированных печах. Такой способ наносит меньший вред экологии регионов, чем захоронение и более экономично, чем проведение мер противопожарной безопасности на свалках и полигонах.

Виды утилизаций отходов масла:

Регенерация - убирают засоряющие компоненты из масла, таким образом продлевая срок его службы, преимущество можно применять многократно.

Обезвоживание – масло используют в качестве энергоносителя, сжигаемый материал может служить отопляющим веществом, дающим тепло на предприятии.

Крекинг - Специальный сосуд заполняется «отработкой», которая затем нагревается и перемешивается. В результате однородная масса перемещается в испаритель, где она сепарируется, а также обезвоживается при помощи вакуума и температуры +110 градусов, избавляясь от посторонних примесей. Образующиеся легкие летучие вещества конденсируются, сжижаясь до состояния бензина. Получается так называемое печное топливо.

Физико-химические способы утилизации : коагуляция.

Адсорбционная очистка – впитывающие гранулы собирают загрязняющие продукты, получают силикогель и много вредного адсорбента.

Вариант селективной очистки – воздействие на масло пропаном, когда углеводороды поглощаются им, а смолистые вещества, которые содержатся в масле в коллоидном виде, выпадают в осадок.

Утилизацией отходов нефтепродуктов в городе Томск занимается компания ООО «Экология тепла»

5 . Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Морозы при сильном ветре, длительное воздействие низких температур вызывают обморожение, и часто сильное. На предприятии это обусловлено возможной поломкой оборудования, выхода из строя технических систем которые обслуживают предприятие и сооружения.

Ущерб от сильных морозов связан с переохлаждением, замораживанием технических объектов, разрушением систем отопления, при возникновении отключения теплоснабжения в цеху предприятия имеется газовые обогреватели с катализатором, которые могут обогреть производственные помещения в сильные морозы. При порывах в системе водоснабжения на предприятии предусмотрена емкость 500 литров чистой воды, которой снабжаются все необходимые помещения, по аварийной системе водоснабжения. При повреждениях в электросетях, на предприятии имеется дизель генератор, который установлен в отдельном помещении с вентиляцией, он на время может обеспечить электроэнергией важные объекты.

При поломке городского транспорта в сильные морозы, для своевременной доставки работников предприятия на рабочие места, на производстве предусмотрен автобус который в сильные морозы находится в теплом гараже и может без промедления выехать за работниками нуждающимися в транспортировке.

От несанкционированного проникновения на территорию предприятия, необходимо территория оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной службой охраны, постами охраны с пропускной системой, системой связи. Не распространение сведений о системе охраны объектов, расположения оборудования, складов, сигнализаций. Должностные лица должны производить инструктаж и мероприятия по отработке действий при экстренных и чрезвычайных ситуациях

5.1 Перечень нормативно технических документов

1. ГОСТ 12.4.154-85 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры.
2. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
3. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
4. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Пожарная безопасность.
5. ГОСТ 12.4.123-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования
6. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
8. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».
- 10.ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения.
- 11.СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений.
- 12.СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.
13. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте были решены следующие задачи:

1. Выполнен анализ современных направлений совершенствования механической обработки.
2. Разработан технологический процесс изготовления детали «Крышка».
3. Проведен размерный анализ.
4. Спроектировано и рассчитано станочное приспособление – кондуктор специальный.
5. Выполнены технико-экономические расчеты механического цеха по изготовлению деталей «Крышка».
6. Произведен расчет и калькуляция себестоимости продукции, экономической эффективности принятых в проекте решений.
7. Проведён анализ опасных и вредных факторов, возникающих в механическом цехе по изготовлению деталей «Крышка», разработаны меры по уменьшению их воздействия; выбраны параметры микроклимата и параметры освещения; разработаны мероприятия по электрической и противопожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.
2. Горбацевич А.Ф., Шкерд В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
3. Обработка металлов резанием. Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. и доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова- 5-е изд., исправл. – М.: «Машиностроение», 1986.- 472 с.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Проектирование и расчет приспособлений. В.А Горохов – Высш.шк., 1986.-233 с.
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
8. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 101 с.Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистров всех направлений (специальностей) и форм обучения /Сост. Ю.В. Бородин, В.Н. Извеков, Е.В. Ларионова, А.М. Плахов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 20 с.
9. Методические указания по разработке раздела «Производственная и экологическая безопасность» выпускной квалификационной работы

для студентов всех форм обучения /Сост. М.Э. Гусельников, В.Н. Извеков, Н. В. Крепша, В.Ф. Панин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 42 с.