

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали "Полумуфта" и оснастки

УДК 621.825.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Халикулов Илхам Абдикаюмович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Екатерина Александровна	К.ф.М.Н		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Евгений Петрович	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	К. Т. Н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ _____ Ефременков Е. А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Халикулов Илхам Абдикаюмович

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали "Полумуфта" и оснастки

Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.05.2019г. № 4216/с
---	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2019г
--	-------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Чертеж детали, годовая программа выпуска детали "Полумуфта" и оснастки

<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>Определение типа производства, составление маршрута технологических операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Михаевич Евгений Петрович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Немцова Ольга Александровна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Евгений Петрович	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Халикулов Илхам Абдикаюмович		

Реферат

Тема выпускной квалификационной работы: Проектирование технологического процесса изготовления детали "Полумуфта" и оснастки. Объем дипломной работы 99 страниц, на которых размещены 15 рисунков и 23 таблиц. При написании диплома использовалось 13 источников. Ключевые слова: "Полумуфта", поковка, технологический процесс, приспособления, размерный анализ. Объектом исследования при написании работы была деталь "Полумуфта" и технологический процесс ее изготовления. В дипломную работу входит введение и четыре раздела. Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, цель и задачи исследования. В разделе первом проектируется технологический процесс изготовления детали. В разделе втором проектируется конструкторская часть, которое будет использовано на одной из операций технологический процесс. В разделе третьем рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности научной разработки. В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовления детали "Полумуфта".

Оглавление

Введение.....	8
1. Технологическая часть.....	9
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание.....	9
1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ....	10
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	13
1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.....	14
1.5 Выбор типового технологического процесса или аналога единичного.	15
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	16
1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций.....	16
1.6.2. Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки.....	22
1.7 Анализ схем базирования детали.....	30
1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	32
1.9 Выбор технологической оснастки.....	39
1.10 Расчет режимов резания.....	41
1.11 Расчет норм времени операций техпроцесса.....	54
2. Конструкторская часть. Проектирование станочного приспособления.....	56
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.....	56
2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.....	56
2.3 Разработка схемы установки заготовки и приспособление, и расчет погрешности обработки.....	57
2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию сборки приспособления.....	59
2.5 Точностной расчет приспособления.....	61
2.6 Выбор и расчет привода зажимного устройства.....	63

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	65
3.1 SWOT-анализ разработки технологического процесса изготовления детали Полумуфа.....	65
3.2 Организация работ технического проекта.....	69
3.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования.....	69
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения ТП.....	71
3.2.3 Разработка графика проведения технического проекта.....	73
3.3 Составление сметы затрат на разработку ТП.....	75
3.3.1 Расчет материальных затрат.....	70
3.3.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы.....	76
3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	78
3.3.4 Накладные расходы.....	78
3.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта.....	78
3.4 Определение ресурсоэффективности проекта.....	79
4. Социальная ответственность.....	82
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	82
4.2 Производственная безопасность.....	83
4.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.....	85
4.2.1.1. Отклонение параметров микроклимата.....	85
4.2.1.2. Повышенный уровень шума.....	87
4.2.1.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	88
4.2.1.4. Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	88

4.2.1.5. Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами.....	89
4.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего).....	90
4.2.2.1. Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цеха являются правильный воздухообмен в помещении.....	91
4.2.2.2. Средствами защиты вредных веществ могут служить.....	91
4.2.2.3. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности.....	91
4.2.2.4. Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.....	92
4.2.2.5. К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства.....	92
4.3 Экологическая безопасность.....	93
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	95
4.5 Вывод по разделу социальная ответственность.....	95
Заключение.....	97
Список использованных источников.....	98

Введение

Машиностроение играет основополагающую роль в ускорении научно-технического прогресса, в повышении производительности труда, в переводе экономики на интенсивный путь развития, создает условия, определяющие развитие многих видов производства и отраслей промышленности.

Важными задачами машиностроения являются совершенствование технологических процессов, внедрение автоматизации производства и точечной механизации. Необходимо так же использовать достижения науки, совершенствовать методы управления персоналом, следить за нормами охраны труда, отдыхом, организацией питания персонала.

Целью данного ВКР проектирование технологического процесса изготовления детали – "Полумуфта" и разработка приспособления для сверлильной операции. Для этого необходимо рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1 Технологическая часть

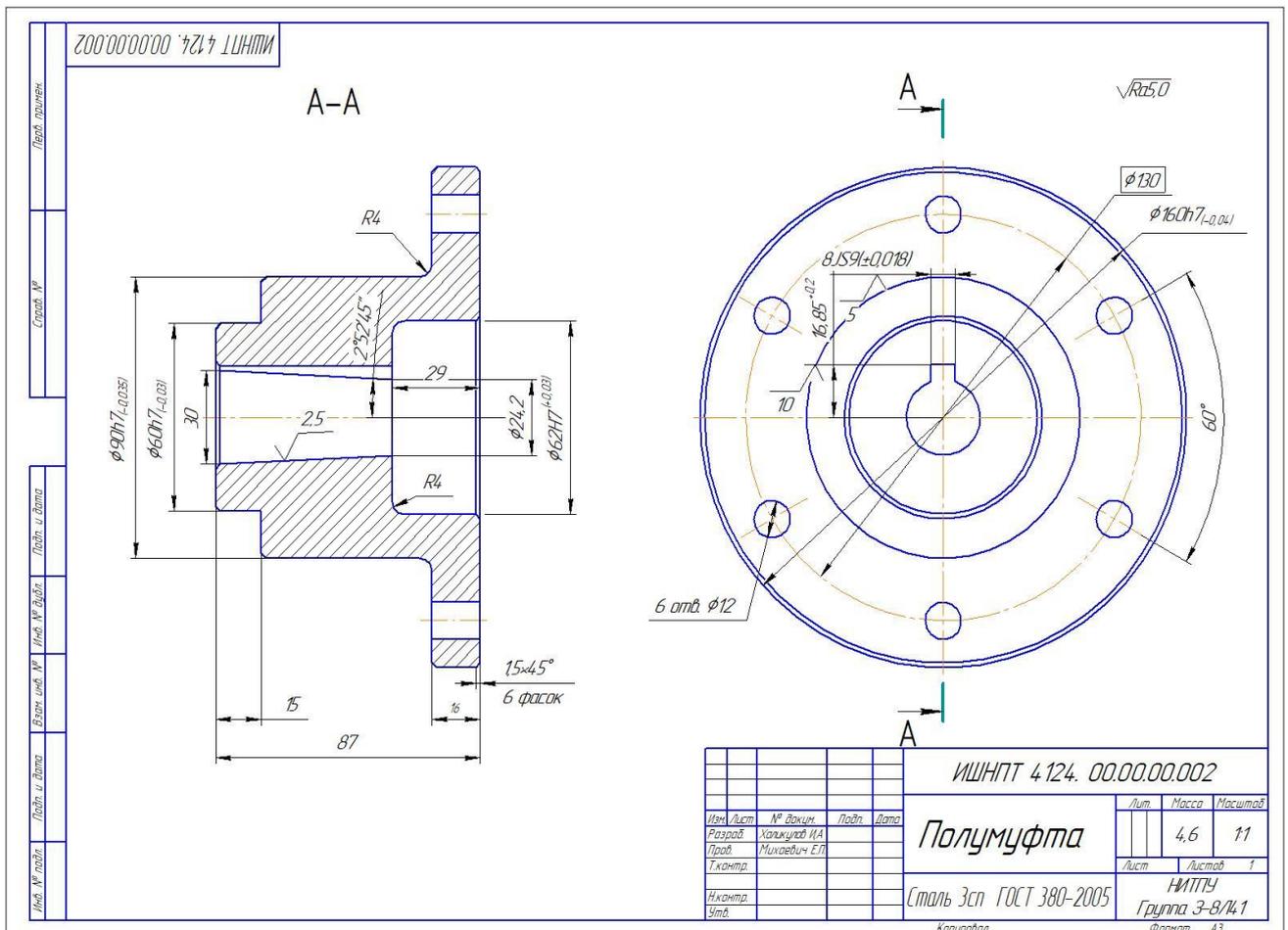


Рисунок 1 – чертеж детали

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

Муфта — устройство (деталь машины), предназначенное для соединения друг с другом концов валов и свободно сидящих на них деталей для передачи крутящего момента. Служат для соединения двух валов ведущего и ведомого, расположенных на одной оси или под углом друг к другу. В зависимости от количества выпускаемых в партии насосов зависит и количество выпускаемых для него комплектующих деталей. В нашем случае количество определено как мелкосерийное (1000 шт.). Конструкция детали является не очень сложной, но имеются классные размеры, которые требуется выдерживать при изготовлении.

Муфта состоит из ведущей и ведомой полумуфт, могут отличаться диаметрами отверстий для валов.

1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ

Для производственной программы 1000 шт. и массе изделий 4,6 кг – тип производства – мелкосерийное.

Данный тип производства характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска, чем в единичном типе производства. При мелкосерийном производстве используются универсальные станки, оснащенные как специальными, так и универсальными и универсально-сборными приспособлениями, что позволяет снизить трудоемкость и себестоимость изготовления изделия. В мелкосерийном производстве технологический процесс изготовления, как правило, дифференцирован, т.е. расчленен на отдельные операции, выполняемые на определенных станках.

При мелкосерийном производстве обычно применяют универсальные, специализированные, агрегатные и другие металлорежущие станки. При выборе технологического оборудования специального и специализированного, дорогостоящего приспособления или вспомогательного приспособления и инструмента необходимо производить расчет затрат и сроков окупаемости, а также ожидаемый экономический эффект от использования оборудования и технологического оснащения.

Рассчитаем партию запуска:

$$N_{\text{зан}} = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1)$$

Где N – годовая программа выпуска деталей, $N=1000$ шт.

a – необходимый запас деталей на складе, для мелкосерийного производства мелкогабаритных изделий принимаем равным 7 дней;

F - количество рабочих дней в году, $F = 247$ дней.

На основании этого получаем:

$$N_{\text{зан}} = \frac{1000 \cdot 7}{247} = 28,34 \text{ шт.}$$

Принимаем партию запуска равную 28 деталям.

Штучно-калькуляционное время, необходимое для выпуска полумуфты и комплектующих, для полной сборки агрегата производит производственный отдел нормирования времени, утверждается руководителем предприятия.

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

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (2)$$

Где $t_{\text{в}}$ - такт выпуска детали, мин;

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

Такт выпуска детали определяется по формуле:

$$t_{\text{д}} = \frac{\Phi_{\text{г}}}{N_{\text{г}}}, \quad (3)$$

Где $\Phi_{\text{г}}$ - годовой фонд времени работы оборудования.

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

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл.5 [1, с. 22] при двух сменном режиме работы: $\Phi_{\text{г}} = 4030\text{ч}$.

Тогда:

$$t_{\text{д}} = \frac{\Phi_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4030 \cdot 60}{1000} = 241,8 \text{ мин};$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.ки}}}{n}, \quad (4)$$

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции (n=6): две токарные, одно сверлильное, (см. операционную карту).

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

$$T_{ш.ки} = \varphi_{к.и} * T_{о.и}, \quad (5)$$

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

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

Для первых двух токарных операций:

$$\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 2,14;$$

для сверления:

$$\varphi_{к.3} = 1,72;$$

Основное технологическое время первой операции:

$$\begin{aligned} T_{о.1} &= 0,037d^2 + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,52dl + 0,18dl + 0,52dl + 0,52dl \\ &+ 0,17dl + 19dl + 0,4dl = 0,037 * 60^2 + 0,17 * 39 * 52 + 0,17 * 34 * 45 + 0,17 \\ &* 32 * 12 + 0,52 * 16 * 74 + 0,18 * 17 * 9 + 0,52 * 4 * 55 + 0,52 * 4 * 55 + 0,17 \\ &* 22 * 10 + 19 * 39 * 5 + 0,4 * 18 * 9 = 21,795 \text{ мин}; \end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле:

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} * T_{о.1} = 2,14 * 21,795 = 46,641 \text{ мин};$$

Основное технологическое время второй операции:

$$\begin{aligned} T_{о.2} &= 0,037d^2 + 0,17dl + 0,17dl + 0,63(D^2 - d^2) + 0,18dl = 0,037 * 60^2 = \\ &= +0,17 * 52 * 22 + +0,17 * 30 * 8 + 0,63(52^2 - 34^2) + 0,18 * 18 * 65 = \\ &1,554 \text{ мин}; \end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле:

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} * T_{о.2} = 2,14 * 1,554 = 3,325 \text{ мин};$$

Основное технологическое время третьей операции:

$$T_{о.3} = 4l + 4l + 4l = 4 * 13,8 + 4 * 13,8 + 4 * 13,8 = 0,165 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяется по формуле:

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.4} * T_{о.3} = 1,84 * 0,165 = 0,303 \text{ мин};$$

Тип производства определяется по формуле:

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{80,6}{12,616} = 6,388.$$

Так как $K_{3.0} = 1 < 6,388 < 10$, то тип производства – мелкосерийное производство.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали



Рисунок 2 состав стали

Деталь полумуфта относится к классу втулок.

Деталь изготовлена из стали СтЗсп ГОСТ 380-2005 конструкционно углеродистая обыкновенного качества.

Химический состав детали:

- Углерод (С) 0,14...0,22%;
- Марганец (Mn) 0,40...0,65%;
- Кремний (Si) 0,15...0,30%;
- Фосфор (P) до 0,04%;
- Сера (S) до 0,05%;
- Хром (Cr) до 0,30%;
- Никель (Ni) до 0,30%;
- Медь (Cu) до 0,30%;
- Мышьяк (As) до 0,08%;
- Азот (N) до 0,008%;
- Остальное железо (Fe).

Физико-механические свойства материала:

- Плотность 7850 кг/м³;

- предел кратковременной прочности $\sigma_B=380-490$ МПа;
- предел текучести $\sigma_T=205-255$ МПа;
- относительное сужение 0%;
- относительное удлинение при разрыва 25%;
- твердость 131 МПа;

На чертеже детали представлены все виды, сечения и разрезы, необходимые для выяснения конструкции детали. Деталь имеет простую форму и не представляет особых технологических трудностей при ее изготовлении.

Обработка детали возможна с применением стандартного и стандартизированного режущего и мерительного инструмента.

При проектировании детали выдержаны все требования стандартов.

Точность размеров и параметры шероховатости согласованы.

Самыми точными поверхностями детали являются поверхность $\text{Ø}160\text{h}8$ - его можно получить двукратным (черновым и чистовым) точением. Конусное отверстие с размерам $\text{Ø}30 - \text{Ø}24,2$ с конусом $2^{\circ}51'45''$ - его можно получить со шлифовальной обработкой. Также шесть отверстий $\text{Ø}12\text{H}6$ расположенных на диаметре $130\text{Js}12$ – их можно получить однократным сверлением. Остальные поверхности получаем однократной механической обработкой.

Технологический контроль чертежа производится в техническом отделе предприятия. После разработки чертежа конструктором проводится проверка, технический контроль, со стороны технолога. До утверждения чертежа проходит проверку у начальника отдела, после чертеж утверждается главным специалистом курирующий отдел. Составляется технологическая карта с выдачей комплекта документов на технологический процесс обработки резанием.

1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

Изготовление заготовок – один из основных этапов машиностроительного производства, непосредственно влияющий на расход материалов, качество

изделий, трудоемкость их изготовления и себестоимость.

Так как деталь изготавливается из стали 3сп ГОСТ 380-2005, в качестве метода получения заготовок принимаем поковка. Изготавливаем штамп с припуском на каждую сторону от 2 до 3 мм, для уменьшения механической обработки. Основные размеры представим в виде таблицы.

Таблица 1 – Определение размеров заготовки

Размер детали	Допуск, мм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм
Ø90	0,5	2,5x2	Ø95
Ø160	0,5	2,5x2	Ø165
92	0,5	2+3	92
16	1,0	1+3	20

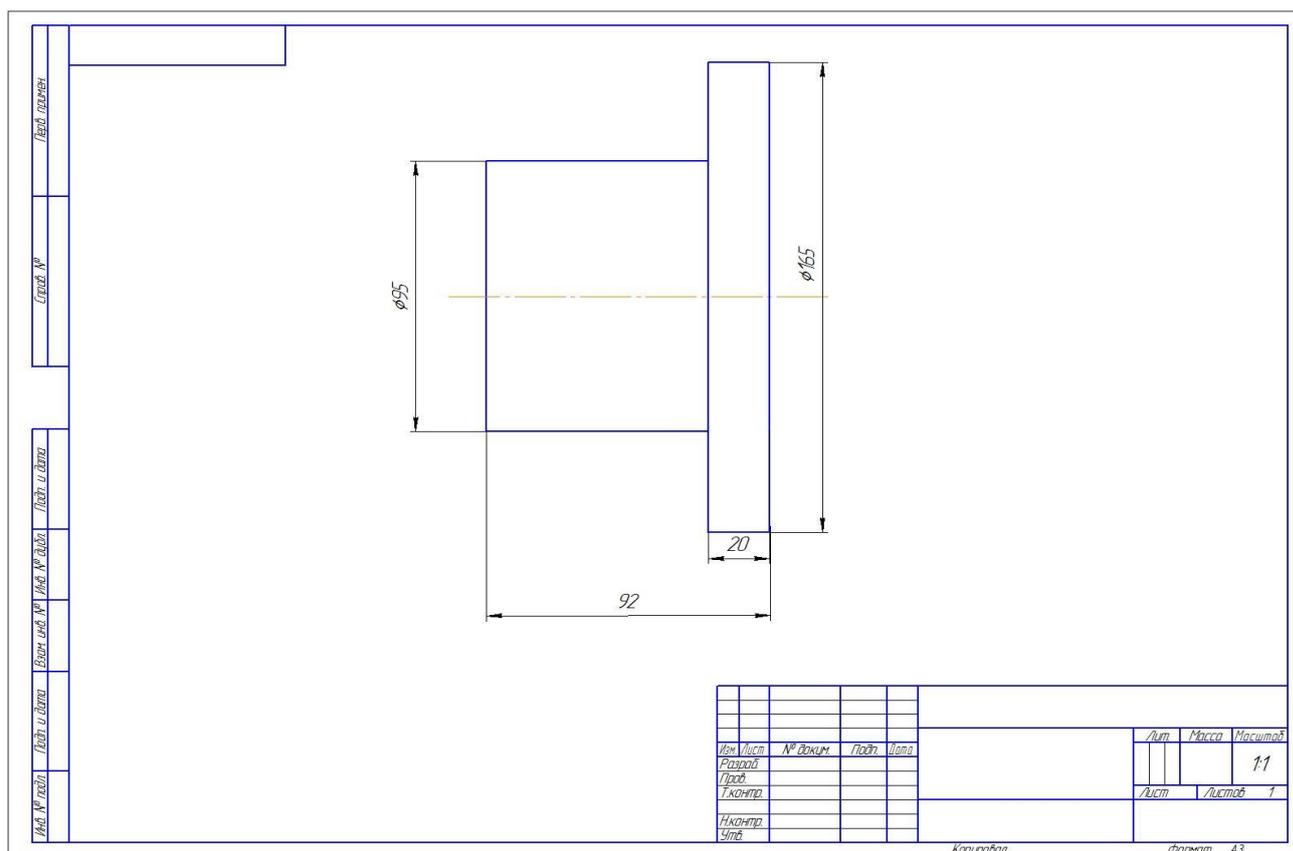


Рисунок 3 – чертеж заготовки

1.5 Выбор типового технологического процесса или аналога единичного

Рассмотрим маршрутную карту базового технологического процесса,

сконцентрировав внимание на важных пунктах. Маршрутная карта технологического процесса представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Маршрутная технология базового технологического процесса.

Номер операции	Наименование Операции	Оборудование
000	Заготовительная (ПГФ)	Пресс гидравлический
005	Токарная	Токарно-винторезный ст. 1К62
010	Токарная	Токарный ст. с ЧПУ L300LA
020	долбежная	Долбежный ст. мод.5150
025	сверлильная	Радиально-сверлильный ст. 2Н55
030	слесарная	Верстак
035	моечная	Моечная машина
040	контрольная	Контрольный стол

В соответствии с существующим технологическим процессом, детали со станка на станок передаются партиями. Время механической обработки партии деталей складывается из времени обработки партии на первом, втором и третьем станке, времени транспортировки партии между станками.

На точность механической обработки оказывает значительное влияние погрешность базирования на станках. Достоинством этого технологического процесса является то, что для обработки используется универсальное оборудование и универсальная оснастка. В свою очередь недостатки этого технологического процесса очевидны: очень длительный цикл обработки и очень низкая точность обработки.

1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали

1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операции

Разработка маршрутного технологического процесса сводится к опреде-

лению вида обработки каждой поверхности, соответствующей точности данной поверхности.

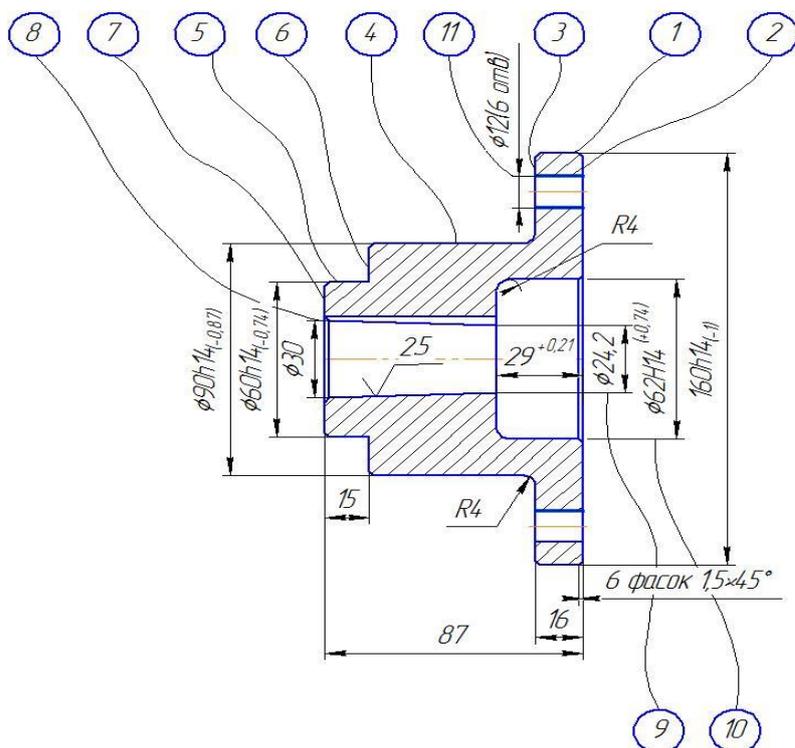


Рисунок 4 – Эскиз обозначения поверхностей детали.

Маршрутный технологический процесс представляем в виде таблицы.

Разработку маршрутного технологического процесса начинаем с установления количества переходов для каждой обрабатываемой поверхности.

Определяется необходимое количество технологических переходов, для обеспечения требуемого качества поверхности зависящий от ее точности, способа обработки, относительного положения, шероховатости, качества поверхностного слоя. Результаты выбора количества переходов сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Формирование маршрутного технологического процесса

Поверхность	Точность	Ra, мкм	Технологический переход	Квалитет	Ra, мкм
1	h6	2,5	Черновое точение	h12	12,5
			Чистовое точение	h6	5,0
2	IT14/2	2,5	Черновое подрезание торца	IT14/2	12,5
			Чистовое подрезание торца	IT14/2	2,5

Продолжение таблицы №3

3	IT14 2	2,5	Черновое подрезание торца	IT14/2	12, 5
			Чистовое подрезание торца	IT14/2	2,5
4	h6	2,5	Черновое точение	h12	12, 5
			Чистовое точение	h6	5,0
5	h6	2,5	Чистовое точение	h6	5,0
6	IT14 2	2,5	Чистовое подрезание	IT14/2	2,5
7	IT14 2	2,5	Чистовое подрезание торца	IT14/2	2,5
8	H12	3,2	Сверление	H12	6,3
			Расточка отверстия	H12	5,0
			Снятие фаски	H12	6,3
9	H12	2,5	Расточка отверстия	H12	5,0
10	H12	3,2	Расточка отверстия	H12	5,0
11	Js13	5,0	Сверление	H12	5,0

По данным из таблицы составим маршрутный техпроцесс обработки детали полумуфта:

000. Заготовительная;

005. Токарная:

Установить и снять деталь;

1. Подрезать торец, выдерживая размер L-90;
2. Точить поверхность, выдерживая размер Ø160 и снять фаску 1,5x45°.

010. Токарная с ЧПУ:

Установить и снять деталь;

1. Подрезать торец, выдерживая размер L-87;
2. Точить поверхность, выдержав размер Ø90 h6, L-56 и снять фаску 1,5x45° и

R4;

3. Точить поверхность, выдержав размер $\text{Ø}60 \text{ h}6$, L-15 и снять фаску $1,5 \times 45^\circ$.

015. Токарная с ЧПУ:

Установить и снять деталь;

1. Расточить отверстие на конус $2^\circ 51' 45''$;

выдерживая поверхность $\text{Ø}24,2 - \text{Ø}30$ и снять фаску $1,5 \times 45^\circ$.

020. Токарная с ЧПУ:

Установить и снять деталь;

1. продолбит шпоночный паз 8JS9, выдерживая размер $16,85 \pm 0,2$.

025. Сверлильная:

Установить и снять деталь;

1. Сверлить шесть отверстия $\text{Ø}12$ через 60° .

030. Слесарная:

1. Зачистить заусенцы.

035. Моечная:

1. Промыть деталь.

040. Контрольная:

1. Контроль размеров окончательный.

Разработка маршрута изготовления детали

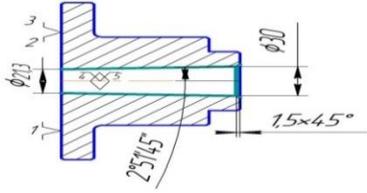
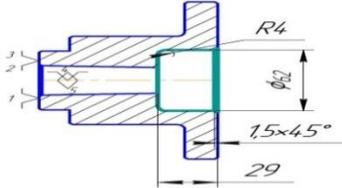
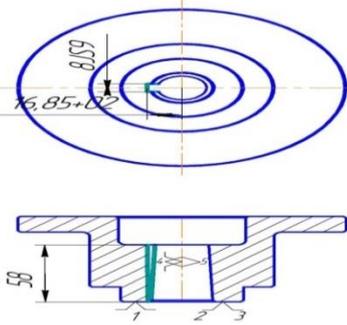
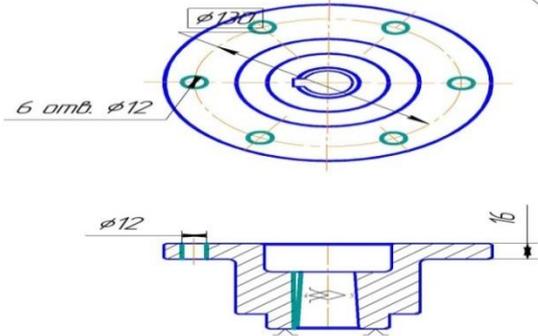
Маршрут технологии изготовления детали типа "Полумуфта" включает в себя номер операции и установки, наименование операций и содержание переходов. Схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические и конструкторские размеры. Также отображены операционные эскизы изготовления детали.

Маршрутная технологическая карта изготовления детали "Полумуфта" представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Маршрут обработки.

Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
Операции	Установ		
1	2	3	4
000		<p>Заготовительная</p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Штамповать заготовку выдерживая размеры $\phi 165$, $\phi 95$, L-92</p>	
005	A 1 2	<p>Токарная</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>1 Подрезать торец выдерживая размеры $\phi 160$, L-90</p> <p>2 снять фаску $1,5 \times 45^\circ$</p>	
000	A 1 2 3 4	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>1 Подрезать торец выдерживая размеры $\phi 90$ L-87</p> <p>2 Точить поверхность выдерживая размер $\phi 60$ L-15 и снять фаску $1,5 \times 45^\circ$</p> <p>3 Точить поверхность выдерживая размер $\phi 90$ L-56 и снять фаску $1,5 \times 45^\circ$ и R4</p> <p>4 Центровать отверстия выдерживая размеры $\phi 23$ L-87</p>	
000	A 1	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>1 Просверлить отверстия $\phi 23$ L-87</p>	

Продолжение таблицы 4

010	<p>A 1</p>	<p>Токарная с ЧПУ Установить и снять деталь</p> <p>1 Расточить выдержав размер на Конус $2^{\circ}51'45''$ и снять фаску $1,5 \times 45^{\circ}$</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 2,5}$</p> 
015	<p>B 1</p>	<p>Токарная с ЧПУ переустановить и снять деталь</p> <p>1 Расточить $\phi 62\ L-29$ и снять фаску $1,5 \times 45^{\circ}$ и R4</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 2,5}$</p> 
020	<p>A 1</p>	<p>Долбежная Установить и снять деталь</p> <p>1 Пройсодить шпоночный паз выдерживая размер $16,85 \pm 0,2$</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 2,5}$</p> 
025	<p>A 1</p>	<p>Сверлильная Установить и снять деталь</p> <p>1 Сверлить 6 отв. $\phi 12$ выдерживая размер $\phi 12$, L-16</p>	<p>$\sqrt{Ra\ 2,5}$</p> 
030		<p>Слесарная</p>	<p>Зачистить заусенцы</p>
035		<p>Маечная</p>	<p>Промыть деталь</p>
040		<p>Контрольная</p>	<p>Контроль размеров окончательный</p>

1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки.

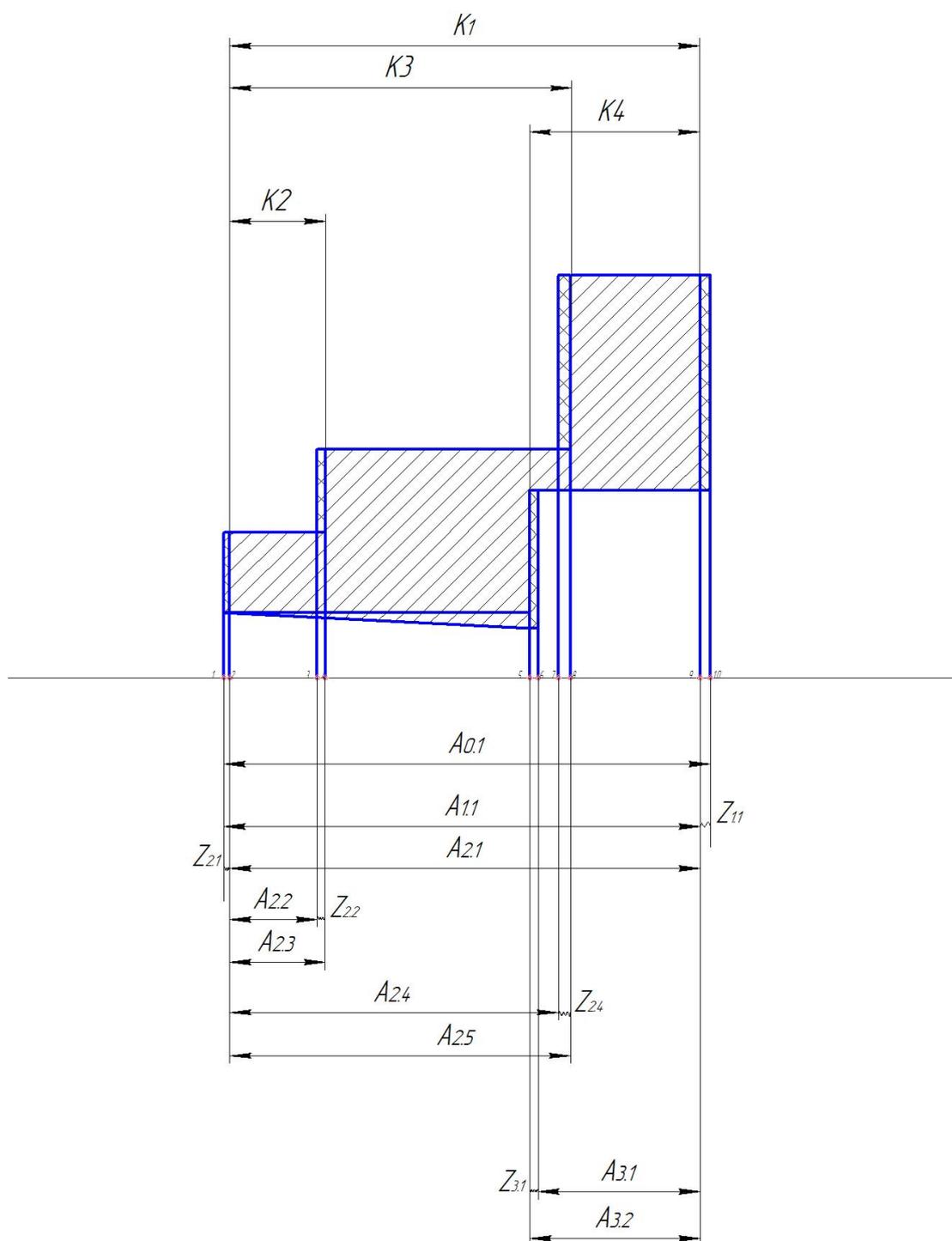


Рисунок 5 – Размерная схема технологического процесса изготовления детали полумуфта. (продольное направление)

С целью облегчения составления размерных цепей в дальнейшем, на базе расчётной схему строиться граф технологических размерных цепей.

Методика построения графа подробно излагается в источнике [3, с. 29]. Граф для продольной размерной схемы изготовления стакана представлен на рисунок – 6.

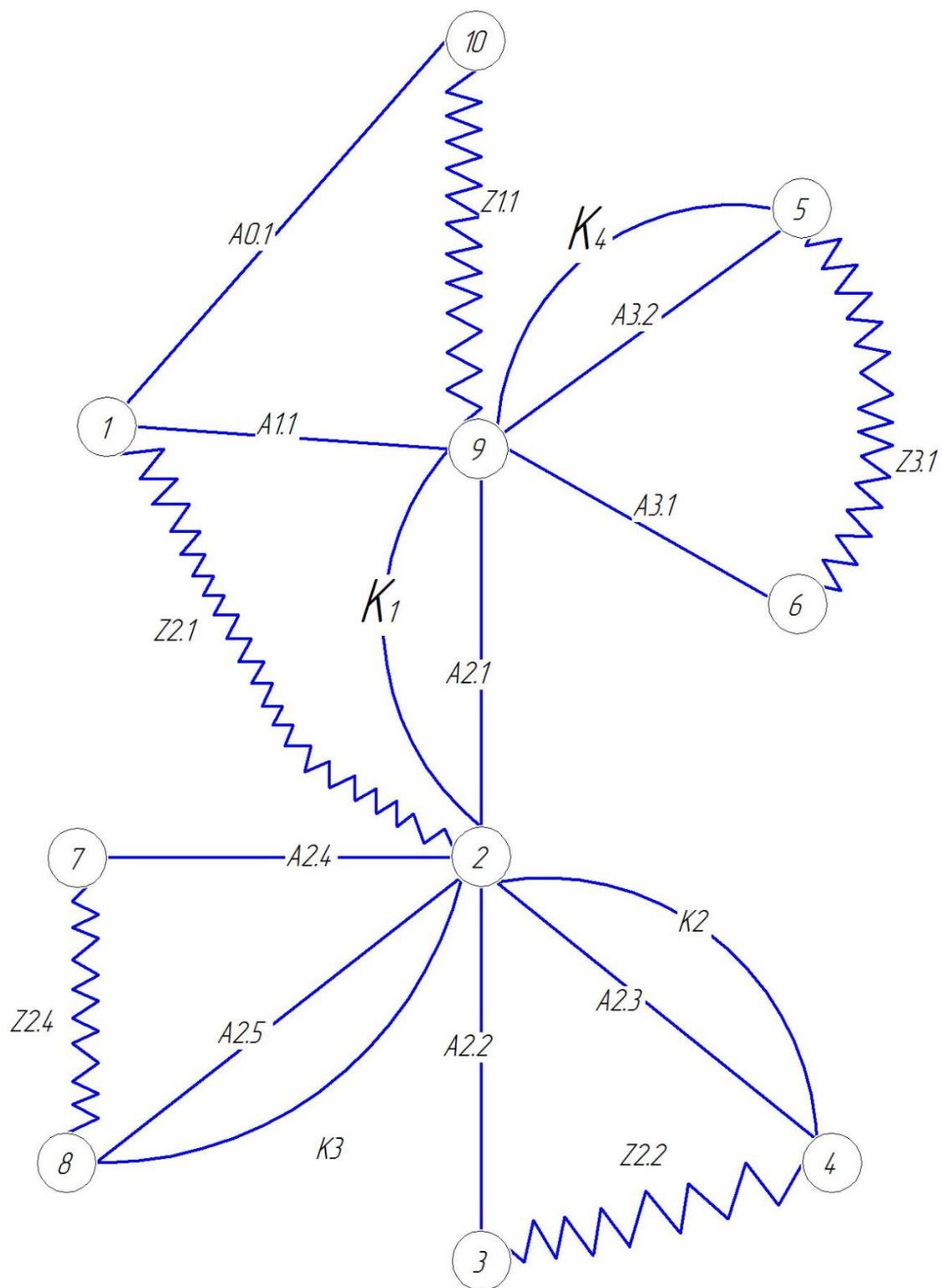
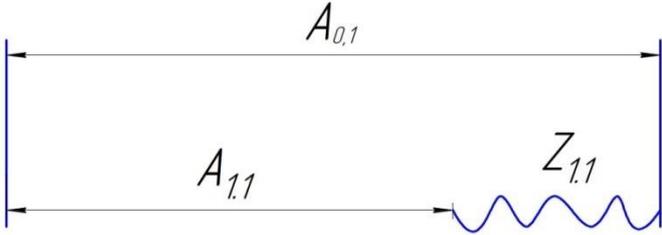
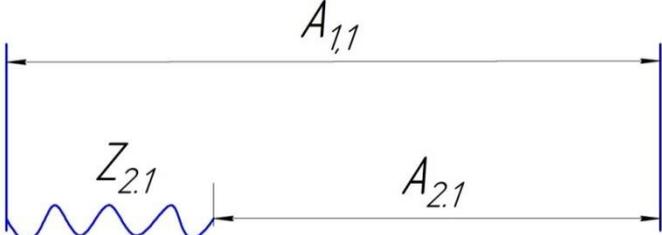
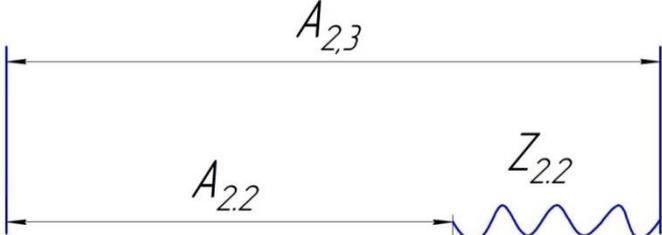
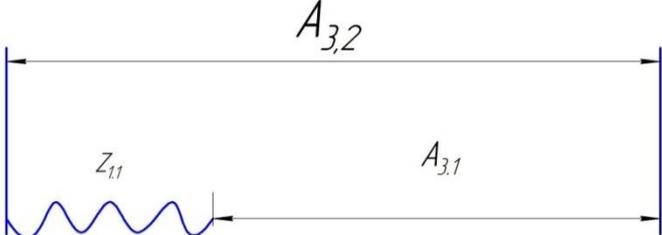
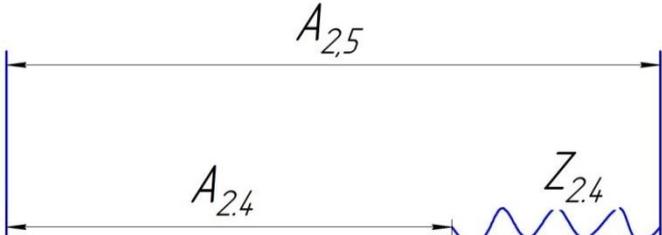
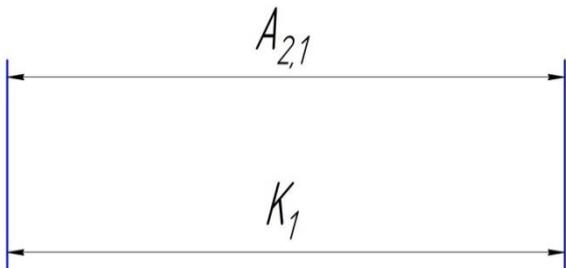
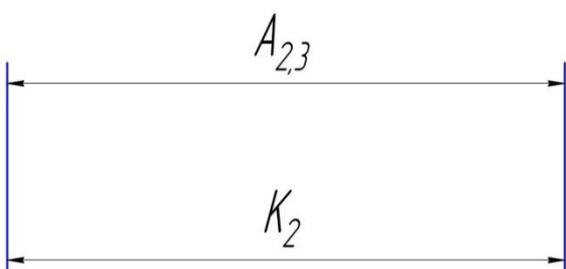
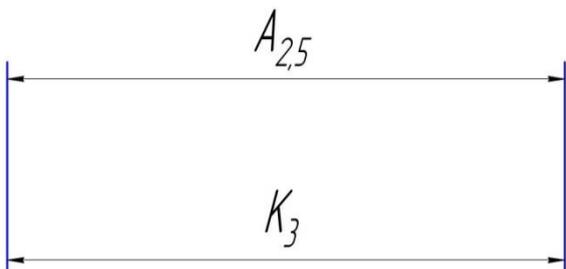
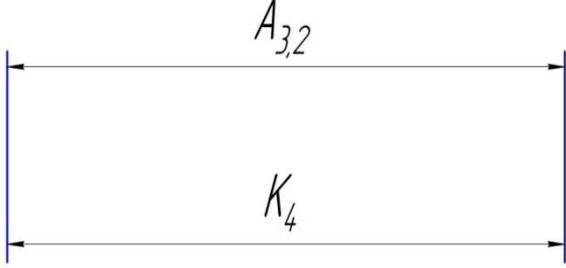


Рисунок 6 – граф дерево

Таблица 5 - Расчет технологических размеров (продольное направление)

	$Z_{11} = A_{0,1} - A_{1,1}$ $Z_{11} = 92 \pm 0.3 - 90 \pm 0.3 = 2 \pm 0.3$
	$Z_{2,1} = A_{1,1} - A_{2,1}$ $Z_{2,1} = 90 \pm 0.3 - 87_{-0.62} = 3_{-0.92}^{+0.32}$
	$A_{2,3} = A_{2,2} + Z_{2,2}$ $Z_{2,2} = A_{2,3} - A_{2,2} = 15_{-0.36}$ $13 \pm 0.1 = 2_{-0.2,6}^{+0.46}$
	$A_{3,2} = A_{3,1} + Z_{3,1}$ $Z_{3,1} = A_{3,2} - A_{3,1} = 29_{-0.36}$ $27 \pm 0.1 = 2_{-0.2,6}^{+0.46}$
	$A_{2,5} = A_{2,4} + Z_{2,4}$ $Z_{2,4} = A_{2,5} - A_{2,4} = 71_{-0.36}$ $69 \pm 0.1 = 2_{-0.2,6}^{+0.46}$

Продолжение таблицы 5

	$A_{2,1}=K_1 = 87_{0,1}$
	$A_{2,3}=K_2 = 15_{0,1}$
	$A_{2,5}=K_3 = 71_{0,1}$
	$A_{3,2}=K_4 = 29_{\pm 0,26}$

Расчет припусков аналитическим методом будем вести для $\varnothing 90h7^{(+0,000)}_{(-0,35)}$ и $\varnothing 160h7^{(+0,000)}_{(-0,40)}$.

Расчет припусков на механическую обработку для $\text{Ø}90\text{h}7 \begin{pmatrix} +0,000 \\ -0,35 \end{pmatrix}$.

Припуск на механическую обработку аналитическим методом определяется по формуле:

$$2Z_{\min i} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (6)$$

где R_{zi-1} – шероховатость поверхности на предыдущем переходе, мкм;

h_{i-1} – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - суммарная погрешность взаимного положения поверхностей на предыдущем переходе, мкм

ε_{yi} - погрешность установки на выполняемом переходе, мкм.

Определяем параметры поверхности Rz - шероховатость и h – глубину дефектного слоя в зависимости от вида обработки поверхности. Суммарная погрешность взаимного расположения поверхностей определяем для заготовки по формуле:

$$\Delta\Sigma = l \frac{\Delta_{\kappa}}{\Delta_{\kappa}^2 + 0,25}, \quad (7)$$

где Δ_{κ} - отклонение оси детали от прямолинейности, мкм на 1мм $\Delta_{\kappa} = 84$ мкм [4, с.186];

l - длина вылета заготовки $l = 28000$ мкм [4, стр.177].

Таким образом:

$$\Delta\Sigma = 28000 \frac{84}{84^2 + 0,25} = 333 \text{ мкм.}$$

На остальных переходах $\Delta\Sigma$ определяем через коэффициент уточнения K_u [4, с. 190]:

$$\Delta\Sigma_i = \Delta\Sigma_{i-1} \cdot k_u, \quad (8)$$

После точения:

чернового $K_u = 0,06$,

$$\Delta\Sigma_{\text{ток.черн}} = 333 \cdot 0,06 = 19,98 \text{ мкм,}$$

чистового $K_u = 0,04$,

$$\Delta\Sigma_{\text{ток.чист}} = 19,98 \cdot 0,04 = 0,799 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки в приспособлениях ε_y определяем по [4, с. 4].

Операционный припуск для токарной черновой:

$$2z_{\min}^{\text{ток.черн}} = 2(200 + 300 + \sqrt{333^2}) = 1666 \text{ мкм.}$$

Операционный припуск для токарной чистовой:

$$2z_{\min}^{\text{ток.чист}} = 2(50 + 50 + \sqrt{19,98^2 + 80^2}) = 365 \text{ мкм.}$$

После этого определяем максимальное $2z_{\max i}$ и $2z_{\min i}$ минимальное округленное значение операционных припусков по формулам:

$$2z_{\min i} = A_{\min i-1} + A_{\max i} \quad (9)$$

$$2z_{\max i} = A_{\max i-1} + A_{\min i} \quad (10)$$

где $A_{\max i}$, $A_{\min i}$ – максимальное и минимальное значение операционного размера на выполняемом переходе;

$A_{\max i-1}$, $A_{\min i-1}$ – максимальное и минимальное значение операционного размера на предыдущем переходе.

Результаты расчета занесем в таблицу 6.

Таблица 6 – Определение припусков аналитическим методом для **90h7** .

Технологический переход, операция	Квалитет	Rz	h	\square \square	\square y	$2z_{\min}$, мкм	Допуск, мкм	Операции. Размер, мм	расч. оперр размер max, мм	расч. оперр размер min, мм	расч. раз-р прип.	расч. раз-р прип. min, мм
Пов. 90h7												
Заготовка		200	300	333	0	-	2000	64,750	67,000	65,000	-	-
Черн. точение	12	50	50	19,98	80	1666	755	63,585	64,340	63,625	2,660	1,375
Чист. точение	7	25	25	0,8	80	365	310	63,260	63,570	63,260	0,770	0,365

Расчет припусков на механическую обработку для Ø160h7.

Припуск на механическую обработку аналитическим методом определяется по формуле:

$$2Z_{\min i} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (11)$$

где R_{zi-1} – шероховатость поверхности на предыдущем переходе, мкм;

h_{i-1} – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарная погрешность взаимного положения поверхностей на предыдущем переходе, мкм;

ε_{yi} – погрешность установки на выполняемом переходе, мкм.

По [4, с. 185] определяем параметры поверхности Rz – шероховатость и h – глубину дефектного слоя в зависимости от вида обработки поверхности. Суммарная погрешность взаимного расположения поверхностей определяем для заготовки по формуле:

$$\Delta\Sigma = l \frac{\Delta_{\kappa}}{\Delta_{\kappa}^2 + 0,25}, \quad (12)$$

где Δ_{κ} - отклонение оси детали от прямолинейности, мкм на 1мм $\Delta_{\kappa} = 72$ мкм [4, с. 186];

l - длина вылета заготовки $l = 24000$ мкм [4, с. 177].

Таким образом:

$$\Delta\Sigma = 24000 \frac{72}{72^2 + 0,25} = 333 \text{ мкм.}$$

На остальных переходах $\Delta\Sigma$ определяем через коэффициент уточнения [4, с. 190]:

$$\Delta\Sigma_i = \Delta\Sigma_{i-1} \cdot k_y, \quad (13)$$

После точения:

чернового $K_y = 0,06$,

$$\Delta\Sigma_{\text{ток.черн}} = 333 \cdot 0,06 = 19,98 \text{ мкм,}$$

чистового $K_y = 0,04$,

$$\Delta\Sigma_{\text{ток.чист}} = 19,98 \cdot 0,04 = 0,799 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки в приспособлениях ε_y определяем по [4, с. 255].

Операционный припуск для токарной черновой:

$$2z_{\min}^{\text{ток.черн}} = 2(200 + 300 + \sqrt{333^2}) = 1666 \text{ мкм.}$$

Операционный припуск для токарной чистовой:

$$2z_{\min}^{\text{ток.чист}} = 2(50 + 50 + \sqrt{19,98^2 + 80^2}) = 365 \text{ мкм.}$$

После этого определяем максимальное $2z_{\max i}$ и $2z_{\min i}$ минимальное округленное значение операционных припусков по формулам:

$$2z_{\min i} = A_{\min i-1} + A_{\max i} \quad (14)$$

$$2z_{\max i} = A_{\max i-1} + A_{\min i} \quad (15)$$

Где $A_{\max i}$, $A_{\min i}$ - максимальное и минимальное значение операционного размера на выполняемом переходе;

$A_{\max i-1}$, $A_{\min i-1}$ - максимальное и минимальное значение операционного размера на предыдущем переходе.

Результаты расчета занесем в таблицу 7.

Таблица 7 – Определение припусков аналитическим методом для $\varnothing 160h7 \begin{matrix} +0,000 \\ -0,40 \end{matrix}$

Технологический переход, операция	Квалитет	Rz	h	\square \square	\square y	$2z_{\min}$, мкм	Допуск, мкм	Операц. размер, мм	расч. оперр размер max, мм	расч. оперр размер min, мм	расч раз-р прип. max, мм	расч раз-р прип. min, мм
Пов. $\varnothing 160h7$												
Заготовка		200	300	333	0	-	2000	53,800	56,000	54,000	-	-
Черн. точение	12	100	100	18,5	80	1666	780	52,540	53,320	52,751	2,680	1,249
Чист. точение	7	25	25	0,74	80	365	280	52,260	52,570	52,386	0,750	0,365

1.7 Анализ схем базирования детали

Выбор баз является одним из самых сложных и принципиальных разделов проектирования технологических процессов. От правильного выбора технологических баз в значительной степени зависят: фактическая точность исполнения размеров, правильность взаимного расположения поверхностей, степень сложности приспособлений, режущих и измерительных инструментов, общая производительность обработки заготовок.

Выбор базовых поверхностей зависит от конструктивных форм детали, технических требований и масштаба выпуска. Цилиндрические детали имеют основные базирующие поверхности обычно в виде цилиндрических поверхностей или комбинации поверхностей, которые обладают достаточной протяженностью. В качестве вспомогательных баз обычно используют торцовые поверхности.

При выборе баз использовались следующие основные рекомендации:

- базовые поверхности должны быть простыми по форме и иметь достаточную протяженность;
- заготовка должна занимать в приспособлении соответствующее ей место под действием собственного веса, а не в результате приложения усилий закрепления;
- на всех операциях желательно добиваться соблюдения принципа постоянства баз и принципа совмещения баз.

На первой токарной операции заготовка базируется по наружной поверхности $\varnothing 95$ с упором в торец (в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне). Схема базирования в данной операции показана на рис 6. Использование этой схемы обеспечивает принцип совмещения баз, поэтому погрешность установки определяется погрешностью установки в 3-х кулачковом патроне: $\varepsilon_y = 50 \text{ мкм}$.

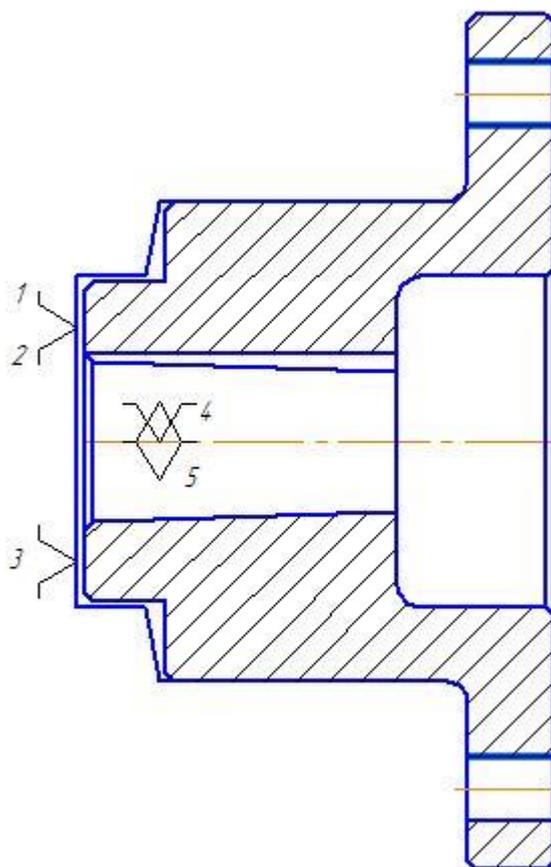


Рисунок 7 – Схема базирования заготовки на токарной операции 010.

На токарной операции 015 выбираем схему базирования по торцу и оси отверстия с помощью трехкулачкового самоцентрирующегося патрона. Схема базирования на данной операции показана на рисунок 7. Этот способ позволяет обеспечивать принцип совмещения баз, а также обеспечивает наиболее точное положение обрабатываемых поверхностей относительно инструмента. Погрешность установки для такой схемы определяется погрешностью установки для цанговой оправки. $\varepsilon_y=50\text{мкм}$.

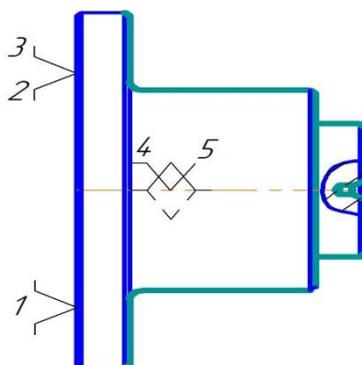


Рисунок 8 – Схема базирования заготовки на токарной операции 015.

На сверлильной операции 020 выбираем схему базирования по отверстию $\phi 12$ с упором в торец основания $\phi 60$ мм. Схема базирования на данной операции показана на рисунок.8. Этот способ позволяет обеспечивать принцип совмещения баз, а также обеспечивает наиболее точное положение обрабатываемых поверхностей относительно инструмента.

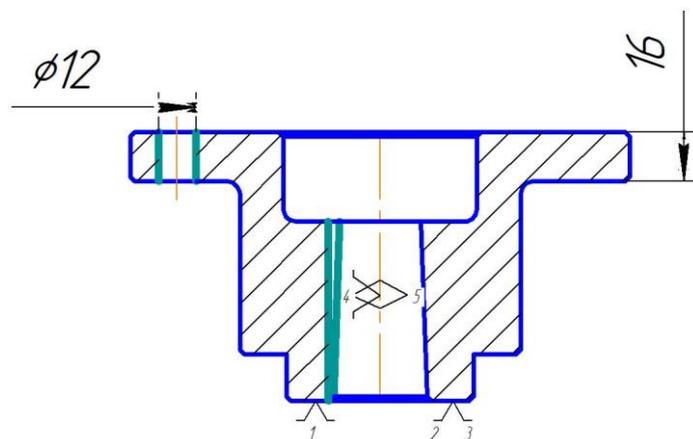


Рисунок 9 – Схема базирования заготовки на сверлильной операции 020.

1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки

После выбора методов обработки, точности, шероховатости и припуска на обработку поверхностей осуществляем выбор оборудования, на котором будет реализоваться данный технологический процесс, с учетом типа производства.

Выбор технологического оборудования производим по критерию, который в наибольшей степени отражает его функциональное назначение и технологические возможности. Таким критерием является вид обработки, на который рассчитан станок, соответственно его служебного назначения (фрезерный - для фрезерования, сверлильный - для сверления, шлифовальный – для шлифования). Вторым по важности критерием являются габаритные размеры рабочей зоны станка, которые должны соответствовать размерам заготовки с учетом размеров приспособлений. Третьим критерием является соответствие станка необходимой точности обработки.

Обеспечив соблюдение этих трех основных требований, осуществляем выбор модели с помощью паспортов станков и каталогов металлорежущего оборудования. Выбранный станок должен давать возможность работы на оптимальных режимах резания, соответствовать по мощности и производительности

Выбираемый станок должен позволять осуществлять взаимное перемещение детали и инструмента по командам без применения материального аналога обрабатываемой детали (кулачков, шаблонов, копиров), характеристик механизмов подачи по различным координатам с целью обеспечения высокой точности обработки криволинейных контуров детали; уменьшения изнашивания и нагрева механических узлов во избежание потери точности;

Для токарной обработки выбираем универсальный токарный станок с ЧПУ модели L300LA Абамет [3] (рисунок. 5).

Токарный станок с ЧПУ – Токарные станки с программным управлением предназначены для наружной и внутренней обработки сложных заготовок типа тел вращения. Токарные станки с ЧПУ используются для обработки внешних и внутренних сферических, конических и цилиндрических поверхностей тел вращения, а также для нарезки наружной и внутренней резьбы. За перемещение исполнительных органов станка отвечает электроника – числовое программное управление (ЧПУ) и система двигателей и приводов. Токарное оборудование применяется при средне- и мелкосерийном производстве, где важна высокая точность. Станки с ЧПУ могут быть оснащены револьверными головками, обеспечивающими автоматическую смену инструмента. Такое решение позволяет использовать токарное оборудование в качестве недорогих, многофункциональных систем, способных выполнять большую часть производственных задач в минимальные сроки при низкой себестоимости работ. Токарные станки с ЧПУ по сравнению с обычными станками имеют более широкие технологические возможности:

1. Мощный привод главного движения до 20-40 и более кВт. Используются двигатели постоянного тока, позволяющие осуществить бесступенчатое

регулирование частоты вращения шпинделя, или трехфазные двигатели переменного тока с большим числом ступеней регулирования (18-20 и более).

Верхние пределы частоты вращения шпинделя достигают 2000 об/мин (16K20Ф3С5, 1П717Ф3, 1П416Ф3).

Пределы регулирования частоты вращения шпинделя изменяются до 200 раз (1П752МФ3, 1А61Ф3С2, 1А512МФ3, 1А516МФ3).

2. Бесступенчатый привод движения подачи с очень широкими пределами регулирования величины подачи.

При установке специальных державок в одном гнезде можно закреплять несколько режущих инструментов для одновременной обработки детали положение каждого из инструментов регулируются так, чтобы размеры обработанной им поверхности деталей соответствовали указанным в чертеже.



Рисунок 10 – Универсальный токарный ст. ЧПУ модели L300LA Абамет.

Таблица – 8 Характеристика станка L300LA Абамет

Наименование оборудования	Haas DS-30	Haas DY-30Y
Максимальный устанавливаемый диаметр над станиной, мм	806	806
Максимальный устанавливаемый диаметр над кареткой, мм	527	527
Максимальный обрабатываемый диаметр (зависит от револьвера), мм	457	457

Продолжение таблицы 8

Максимальная длина обработки (без патрона), мм	660	584
Диаметр 3-х кулачкового патрона, мм	210	210
Максимальный диаметр обрабатываемого прутка, мм	51	51
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	88,9	88,9
Макс. частота вращения шпинделя, об/мин	4000	4000
Максимальный крутящий момент, Нм	407	407
Максимальная мощность шпинделя, кВт	22,4	22,4
Перемещение по оси X, мм	318	318
Перемещение по оси Y, мм	–	±50,8
Перемещение по оси Z, мм	660	584
Максимальное осевое усилие, кН	22,7	22,7
Максимальная скорость холостых подач, м/мин	24	24
Исполнение посадочного гнезда револьвера	VDI40/BOT	VDI40/BOT
Количество инструментальных гнезд в револьвере, шт.	12	12
Максимальное количество приводных станций, шт.	6*	6
Макс. скорость вращения приводного инструмента, об/мин	6000*	6000
Максимальная частота вращения контршпинделя, об/мин	4000	4000
Максимальная мощность контршпинделя, кВт	14,9	14,9
Диаметр 3-х кулачкового патрона контршпинделя, мм	210	210
Точность позиционирования, мм	±0,0050	±0,0050

Продолжение таблицы 8

Повторяемость, мм	$\pm 0,0025$	$\pm 0,0025$
Объем бака СОЖ, литр	208	208

Для обработки шесть отверстий диаметром $\varnothing 12$ принимаем радиально-сверлильный станок модели 2Н55 [2] (рисунок. 11). Станок предназначен для сверления, зенкерования, развертывания, нарезания резьбы, торцового подрезания деталей и т. д. в условиях мелкого и среднесерийного производства.



Рисунок 11 – Радиально–сверлильный станок 2Н55

Техническая характеристика вертикально–сверлильного станка 2Н55 приведена на таблице 9.

Таблица – 9 Характеристика станка 2Н55.

Наименование параметра	
Основные параметры станка	
Класс точности станка	Н
Наибольший условный диаметр сверления в стали 45, мм	50
Наибольший условный диаметр сверления в чугуне, мм	63
Диапазон нарезаемой резьбы в стали 45, мм	

Продолжение таблицы 9

Расстояние от оси шпинделя до направляющей колонны (вылет шпинделя), мм	400...1600
Количество электродвигателей на станке	7
Наибольшее горизонтальное перемещение сверлильной головки по рукаву, мм	1200
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	450...1600
Наибольшее вертикальное перемещение рукава по колонне (установочное), мм	800
Скорость вертикального перемещения рукава по колонне, м/мин	1,4
Наибольшее осевое перемещение пиноли шпинделя (ход шпинделя), мм	350
Угол поворота рукава вокруг колонны, град	360
Размер поверхности плиты (ширина длина), мм	1000 x 2530
Наибольшая масса инструмента, устанавливаемого на станке, кг	
Шпиндель	
Диаметр гильзы шпинделя, мм	
Обозначение конца шпинделя по ГОСТ 24644-81	Морзе 5
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин	20...2000
Количество скоростей шпинделя прямого вращения	21
Частота обратного вращения шпинделя, об/мин	
Количество скоростей шпинделя обратного вращения	
Пределы рабочих подач на один оборот шпинделя, мм/об	0,056...2,5
Число ступеней рабочих подач	12
Пределы рабочих подач на один оборот шпинделя при нарезании резьбы, мм	

Продолжение таблицы 9

Перемещение шпинделя на одно деление лимба, мм	1
Перемещение шпинделя на оборот лимба, мм	122
Наибольший допустимый крутящий момент, кгс*см	7100
Наибольшее усилие подачи, кН	
Зажим вращения колонны	Гидр
Зажим рукава на колонне	Электр
Зажим сверлильной головки на рукаве	Гидр
Электрооборудование. Привод	
Количество электродвигателей на станке	7
Электродвигатель привода главного движения, кВт	4
Электродвигатель привода перемещения рукава, кВт	2,2
Электродвигатель привода гидрозажима колонны, кВт	0,5
Электродвигатель привода гидрозажима сверлильной головки, кВт	0,5
Электродвигатель насоса охлаждающей жидкости, кВт	
Электродвигатель набора скоростей, кВт	0,15
Электродвигатель набора подач, кВт	0,15
Электродвигатель привода ускоренного перемещения шпинделя, кВт	
Суммарная мощность установленных электродвигателей, кВт	
Габариты и масса станка	
Габариты станка (длина ширина высота), мм	2545 1000 3315
Масса станка, кг	4100

1.9 Выбор технологической оснастки

Для закрепления заготовок и других элементов технологического оборудования применяют зажимные механизмы. Их также используют в качестве промежуточных передающих звеньев в составе более сложных систем. По степени автоматизации зажимные механизмы бывают ручными, механизированными и автоматизированными. Ручные механизмы требуют приложения мускульной силы рабочего, применяются только в мелкосерийном и единичном производстве. Механизированные зажимные устройства, которые оборудованы силовым приводом (пневмопривод или гидропривод), используют в серийном производстве. Автоматизированные механизмы работают без участия рабочего и применяются в крупносерийном и массовом производстве.

Базирующими элементами технологических приспособлений являются основные и вспомогательные опоры. Основными опорами называют элементы приспособлений, которые лишают заготовку всех или некоторых степеней свободы, определяя ее положение в пространстве или в системе координат станка. Поэтому они в большинстве случаев закреплены неподвижно относительно технологической системы. Вспомогательные опоры - отдельные элементы или механизмы, предназначенные для придания заготовке дополнительной жесткости или стойкости во время ее обработки. При обработке данной детали использовались основные и направляющие опоры.

Общие требования к базирующим элементам приспособлений обусловлены заданной точностью и сводятся к следующему:

- количество и расположение установочных элементов должны обеспечивать надежное базирование заготовки, ее стойкость и жесткость при закреплении. Для обеспечения стойкого положения заготовки в приспособлении расстояние между опорами принимают как можно больше;
- рабочие поверхности установочных элементов не должны быть слишком большими (для уменьшения влияния отклонений размеров и формы базовых поверхностей заготовки на точность базирования);

- установочные опоры не должны ухудшать качество базовых поверхностей заготовки, для чего следует увеличивать контактную поверхность, что противоречит предыдущему требованию. Поэтому принятое решение должно быть оптимальным;
- для обеспечения надежного соединения опор с корпусом приспособления установочные опоры должны быть достаточно жесткими;
- конструкция опор должна способствовать их быстрой замене в случае износа или повреждения.

На токарных операциях заготовка устанавливается в трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон DIN 6350 тип 3204-250. На операции 010 заготовка устанавливается по наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 133,6$ мм, а на операции 015 заготовка устанавливается по обработанной внутренней цилиндрической поверхности $\varnothing 80H9$ мм. Общий вид патрона представлен на рис. 8. Корпус данного патрона получен чугуном литьем высшего качества. Кулачки из легированной высококачественной стали, направляющие и другие рабочие поверхности цементированы, закалены и отшлифованы.



Рисунок 12 – Токарный трехкулачковый самоцентрирующийся патрон
DIN 6350 тип 3205-250.

Основные размеры трёхкулачкового самоцентрирующегося патрона DIN 6350 тип 3205: В=89 мм, В1=92,8 мм, С=5 мм, D=200H7, Е=76 мм, F=224 мм, G=6xM12, H=105 мм, J=34 мм, K=95 мм, L=53 мм, P=3xM12, вес около 29кг.

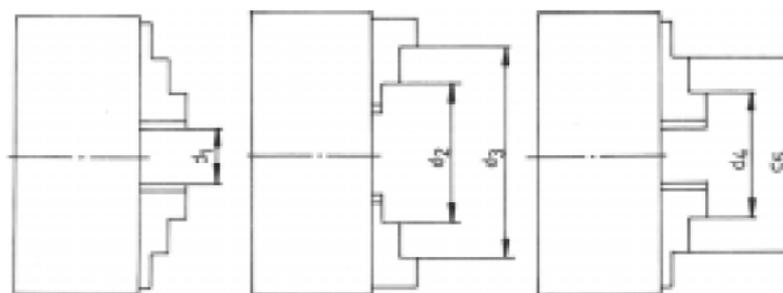


Рисунок 13 – Диапазоны крепления трехлапчатого самоцентрирующегося патрона DIN 6350 тип 3205.

Диапазоны крепления трехлапчатого самоцентрирующегося патрона DIN 6350 тип 3205: $d_1=5-118$ мм, $d_2=77-188$ мм, $d_3=160-250$ мм, $d_4=62-174$ мм, $d_5=145-256$ мм.

Максимальная скорость вращения патрона 2000 об/мин.

Сила крепления в патроне приблизительно 4600 Н при моменте на ключе 180Нм.

На сверлильной операции 020 заготовка устанавливается в специальное зажимное приспособление: базируется по внутренней цилиндрической поверхности $\varnothing 62H9$ установкой на клиновой механизм.

1.10 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания для токарной операции 010

1) Точить с $\varnothing 160h12$, $\varnothing 90h7$, последовательно по программе.

На данном переходе обработка производится резцом CoroTurn 107 для контурного точения, держатель SCLCR2020K09, правый с механическим креплением неперетачиваемой пластины CCMG090308-MR, материал пластины GC1525, рекомендуемые режимы резания: подача $S=0,2$ мм/об, скорость резания $V=90$ м/мин.

Частота вращения определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (16)$$

Где V – скорость резания, $V=90$ мм/мин;

D – диаметр, $D=90$ мм.

Подставив численные значения в формулу (16) получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 90} = 318 \text{ об/мин.}$$

Главная составляющая силы резания определяется по формуле:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (17)$$

где $C_p = 92$,

$x=1$,

$y=0,75$,

$n=0$ – постоянные коэффициенты по [5, с. 274];

t – глубина резания, $t=15$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{rp}, \quad (18)$$

где k_{mp} – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [5, с. 264]

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (19)$$

где σ_B - предел прочности,

$\sigma_B = 400$ МПа

$n=0,75$ – показатель степени [5, с. 264],

тогда:

$$k_{mp} = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,62;$$

$k_{\varphi p} = 0,89$ ($\varphi=95^\circ$),

$k_{\gamma p} = 1,1$ ($\gamma=0^\circ$),

$k_{\lambda p} = 0,98$ ($\lambda=0^\circ$),

$k_{rp}=0,9(r=0,8\text{мм})$ – коэффициенты , учитывающие фактические условия резания [5, с. 275] .

Подставив численные значения в формулу (18) получим:

$$K_p=0,62 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9=0,535;$$

Подставив численные значения в формулу (17) получим:

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 15^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,535 = 2208\text{Н}.$$

Определим эффективную мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2208 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 3,2\text{кВт}.$$

Основное время обработки определяется по формуле:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (20)$$

Где n – частота вращения, $n=318$ об/мин,

L – длина обработки:

$$L=l_o+l_n+l_{ep},$$

где, l_o – длина поверхности обработки,

$$l_o=10 \text{ мм};$$

l_n – длина перебега, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – длина врезания, $l_{ep}=29$ мм;

Подставив численные значения в формулу (20) получим:

$$t_o = \frac{(10 + 29) \cdot 1}{318 \cdot 0,2} = 0,61\text{мин}.$$

Расчет режимов резание для токарной операции 010

1) Точить с $\text{Ø}90\text{h}7$, $\text{Ø}60\text{h}7$, последовательно по программе.

На данном переходе обработка производится резцом CoroTurn 107 для

контурного точения, держатель SCLCR2020K09, правый с механическим креплением неперетачиваемой пластины CCMG090308-MR, материал пластины GC1525 , рекомендуемые режимы резания: подача $S=0,2$ мм/об, скорость резания $V=90$ м/мин.

Частота вращения определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (21)$$

где V – скорость резания, $V=90$ мм/мин;

D – диаметр, $D=60h7$ мм,

Подставив численные значения в формулу (21) получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 60} = 477 \text{ об / мин.}$$

Главная составляющая силы резания определяется по формуле:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (22)$$

где $C_p = 92$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постоянные коэффициенты по [5, с. 274];

t – глубина резания,

$t=15$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\phi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{rp}, \quad (23)$$

Где k_{mp} – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [5, с. 264]:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (24)$$

где σ_B - предел прочности,

$\sigma_B = 400$ МПа

$n=0,75$ – показатель степени [5, с. 264] ,

тогда:

$$k_{mp} = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,62;$$

$$k_{\varphi p} = 0,89 \quad (\varphi = 95^\circ),$$

$$k_{\gamma p} = 1,1 \quad (\gamma = 0^\circ),$$

$$k_{\lambda p} = 0,98 \quad (\lambda = 0^\circ),$$

$k_{rp} = 0,9$ ($r = 0,8$ мм) – коэффициенты, учитывающие фактические условия резания [5, с. 275].

Подставив численные значения в формулу (18) получим:

$$K_p = 0,62 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,535.$$

Подставив численные значения в формулу (17) получим:

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 15^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,535 = 2208 \text{ Н}.$$

Определим эффективную мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2208 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 3,2 \text{ кВт}.$$

Основное время обработки определяется по формуле:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (25)$$

где n – частота вращения, $n = 455$ об/мин,

L – длина обработки:

$$L = l_o + l_n + l_{ep}, \quad (26)$$

где l_o – длина поверхности обработки, $l_o = 13$ мм;

l_n – длина перебега, $l_n = 0$ мм;

l_{ep} – длина врезания, $l_{ep} = 23,5$ мм.

Подставив численные значения в формулу (25) получим:

$$t_o = \frac{(13 + 15) \cdot 1}{477 \cdot 0,2} = 0,29 \text{ мин}.$$

Расчет режимов резания для токарной операции 010

Расточить отверстия Ø23, L-87 последовательно по программе. На данном переходе обработка производится резцом CoroTurn 107 для контурного точения, держатель S16R-SCLCR06, правый с механическим креплением неперетачиваемой пластины CCMT 06 02 08-PR, материал режущей части GC4035, рекомендуемые режимы резания: глубина резания $t=1,6(0,8-3,2)$ мм, подача $S=0,19(0,09-0,26)$ мм/об, скорость резания $V=235$ м/мин.

Частота вращения определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (27)$$

где V – скорость резания, $V=235$ м/мин;

D – диаметр, $D=23$ мм,

Подставив численные значения в формулу (27) получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 235}{\pi \cdot 23} = 3253 \text{ об/мин.}$$

Главная составляющая силы резания определяется по формуле:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (28)$$

Где $C_p = 300$,

$x = 1$,

$y = 0,75$,

$n = -0,15$ – постоянные коэффициенты по [5, с. 273];

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{rp}, \quad (29)$$

где k_{mp} – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [5, с. 264]:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (30)$$

где σ_B – предел прочности,

$$\sigma_B = 400 \text{ МПа}$$

$n=0,75$ – показатель степени [5, с. 264],

тогда:

$$k_{mp} = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,62;$$

$$k_{\varphi p} = 0,89 \quad (\varphi=95^0),$$

$$k_{\gamma p} = 1,1 \quad (\gamma=0^0),$$

$$k_{\lambda p} = 0,98 \quad (\lambda=0^0),$$

$$k_{rp} = 0,9$$

($r=0,8\text{мм}$) – коэффициенты, учитывающие фактические условия резания [5, с. 275].

Подставив численные значения в формулу (18) получим:

$$K_p = 0,62 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,535;$$

Подставив численные значения в формулу (17) получим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,6^1 \cdot 0,19^{0,75} \cdot 235^{-0,15} \cdot 0,535 = 325 \text{ Н}.$$

Определим эффективную мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{325 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 1,25 \text{ кВт}.$$

Основное время обработки определяется по формуле:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (31)$$

где n – частота вращения, $n=3253$ об/мин,

L – длина обработки:

$$L = l_o + l_n + l_{ep},$$

где, l_o – длина поверхности обработки, $l_o=31$ мм;

l_n - длина перебега, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – длина врезания, $l_{ep}=9,5$ мм.

Подставив численные значения в формулу (31) получим:

$$t_o = \frac{(31+5,9) \cdot 1}{3253 \cdot 0,19} = 0,05 \text{ мин.}$$

Расчет режимов резания для токарной операции 015

4) Расточить радиус R4, фаски $1,5 \times 45^\circ$, отверстие $\varnothing 62H7$ последовательно по программе.

На данном переходе обработка производится резцом CoroTurn 107 для контурного точения, держатель S16R-SCLCR06, правый с механическим креплением неперетачиваемой пластины CCMT 06 02 04-WF, материал режущей части GC1525, рекомендуемые режимы резания: глубина резания $t=0,8$ (0,3-2) мм, подача $S=0,12$ (0,05-0,3) мм/об, скорость резания 305 м/мин.

Частота вращения определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (32)$$

где V – скорость резания,

$V=305$ м/мин;

D – диаметр, $D=62$ мм,

Подставив численные значения в формулу (32) получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 305}{\pi \cdot 62} = 1566 \text{ об/мин.}$$

Главная составляющая силы резания определяется по формуле:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (33)$$

Где $C_p = 92$,

$x=1$,

$$y=0,75,$$

$n=0$ – постоянные коэффициенты по [5, с. 274];

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{r p}, \quad (34)$$

где k_{mp} – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [5, с. 264]:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

где σ_B - предел прочности,

$$\sigma_B = 400 \text{ МПа},$$

$n=0,75$ – показатель степени [5, с. 264],

тогда:

$$k_{mp} = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,62;$$

$$k_{\varphi p} = 0,89 \quad (\varphi = 95^\circ),$$

$$k_{\gamma p} = 1,1 \quad (\gamma = 0^\circ),$$

$$k_{\lambda p} = 0,98 \quad (\lambda = 0^\circ),$$

$k_{r p} = 0,9$ ($r = 0,8 \text{ мм}$) – коэффициенты, учитывающие фактические условия резания [5, с. 275].

Подставив численные значения в формулу (18) получим:

$$K_p = 0,62 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,535;$$

Подставив численные значения в формулу (17) получим:

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 305^0 \cdot 0,535 = 98,4 \text{ Н}.$$

Определим эффективную мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{98,4 \cdot 305}{1020 \cdot 60} = 0,49 \text{ кВт}.$$

Основное время обработки определяется по формуле:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (35)$$

где n – частота вращения, $n=1566$ об/мин,

L – длина обработки:

$$L=l_o+l_n+l_{ep},$$

где, l_o – длина поверхности обработки, $l_o=2$ мм;

l_n – длина перебега, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – длина врезания, $l_{ep}=2$ мм;

Подставив численные значения в формулу (35) получим:

$$t_o = \frac{(2+2) \cdot 1}{1566 \cdot 0,12} = 0,021 \text{ мин.}$$

Расчет режимов резания для вертикально-сверильной операции 020

Сверлить отверстие с количеством 6 штук, диаметром $\varnothing 12H7$ последовательно по программе.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (36)$$

где D – диаметр сверления, $D=12$ мм;

T – период стойкости сверла с материалом из быстрорежущей стали, $T=75$ мин [5, с. 280];

S – горизонтальная подача, $S=0,6$ мм/об [5, с. 277];

$C_v=9,8$ – коэффициент [5, с. 278];

$q=0,4$,

$y=0,5$,

$m=0,2$ – показатели степени [5, с. 278];

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} , \quad (37)$$

где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал [5, с. 261]:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (38)$$

где $k_r=1,0$,

$n_v=1,0$ – постоянные коэффициенты [5, с. 262];

σ_B – предел прочности,

$\sigma_B=400$ МПа;

Подставив численные значения в формулу (38) получим:

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^{1,0} = 1,87;$$

$K_{IV}=1,0$ – коэффициент на инструментальный материал [5, с. 263];

$K_{IV}= 1,0$ – коэффициент , учитывающий глубину зенкерования [5, с. 280];

Подставив численные значения в формулу (2.11.6) получим:

$$K_V=1,87 \cdot 1,0 \cdot 1,0=1,87.$$

Подставив численные значения в формулу (36) получим:

$$V_p = \frac{9,8 \cdot 12^{0,4}}{40^{0,2} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 1,87 = 30,5 \text{ м/ мин.}$$

Частота вращения инструмента определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30,5}{\pi \cdot 12} = 809,4 \text{ об/ мин.}$$

Крутящий момент рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{MP} , \quad (39)$$

где $C_M=0,0345$ – коэффициент [5, с. 281];

$q=2,0$,

$x=0$,

$y=0,8$ – показатели степени [5, с. 281];

K_{MP} – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки [5, с. 264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

где $n=0,75$ – показатель степени [5, с. 264],

тогда :

$$K_{MP} = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,62;$$

Подставив численные значения в формулу (2.11.8) получим:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 26^{2,0} \cdot 35^0 \cdot 0,6^{0,8} \cdot 0,62 = 96,1 \text{ Нм.}$$

Осевая сила рассчитывается по формуле:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{MP}, \quad (40)$$

где $C_p=68$ – коэффициент [5, с. 281];

$$q=1,0,$$

$$x=0,$$

$$y=0,7 \text{ – показатели степени [5, с. 281];}$$

K_{MP} – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки, $K_{MP}=0,79$;

Подставив численные значения в формулу (17) получим:

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 35^0 \cdot 0,6^{0,7} \cdot 0,62 = 295,1 \text{ Н.}$$

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{96,1 \cdot 809,4}{9750} = 8,0 \text{ кВт.}$$

Основное технологическое время определяется по формуле :

$$T_O = \frac{L}{n_{cm} \cdot S_{cm}}, \quad (41)$$

где L – расчётная глубина отверстия :

$$L = l + l_1 + l_2,$$

где $l=35$ мм – глубина отверстия,

l_1 – величина врезания инструмента,

l_2 – величина перебега инструмента.

Можно принять $l_1+l_2=0,35D=0,35\cdot 26=9,1$ мм.

Подставив численные значения в формулу (41) получим:

$$T_o = \frac{35+9,1}{809,4 \cdot 0,6} = 0,09 \text{ мин}$$

Таблица 10 – Режимы резания

Опера-ция	Техноло-гическое оборудо-вание	Технологическая оснастка	Режущий инструмент	Измери-тельный инстру-мент
010 Токар-ная с Чпу	Токарный с ЧПУ L300LA Абамет	Трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон тип 3205–250 DIN 6350, переходной адаптер Coromant C4- 391–01–40 080А, адаптер для державки резца Coromant C4–131–00050–16	Держатель CoroTurn 107 SCLCR2020K09 и пластина к нему CCMG090308–MR, держатель CoroTurn 107 S16R–SCLCR06 и пластины к нему CCMT0600208–PR и CCMT060204–WF, держатель T–Max RAG151.32–16М–25 и пластина к нему N151.3– 300–30–4G	Штанген-циркуль ШЦ–1–250–0,05 ГОСТ 166–89. Линейка 300 ГОСТ 427–75
015 Токар-ная с ЧПУ	Токарный с ЧПУ L300LA Абамет	Трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон тип 3205-250 DIN 6350, адаптер для державки резца Coromant C4-131-00050-16	Держатель CoroTurn 107 SCLCR2020K09 и пластина к нему CCMG090308-MR, держатель CoroTurn 107 S16R-SCLCR06 и пластины к нему CCMT0600208-PR и CCMT060204-WF, держатель T-Max RAG151.32-16M-25 и пластина к нему N151.3-300-30-4G	Штанген-циркуль ШЦ–1–250–0,05 ГОСТ 166–89, Линейка 300 ГОСТ 427-75

Продолжение таблицы 10

020 Сверли ль ная	Радиально- сверлильн ый 2	Специальное зажимное приспособление, сверлильный патрон Coromant A1B27-40 20 080,	Специальный комбинированный инструмент сверло Ø12,	Штанген циркуль ШЦ-1- 250-0,05 ГОСТ 166-89
----------------------------	---------------------------------	--	--	---

1.11 Расчет норм времени операций техпроцесса.

Расчет штучного времени и нормирование работ для операции 010

Определяем штучное время

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

где T_0 - основное время, мин.;

T_v - вспомогательное время, мин.;

$T_{об}$ - время на обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{от}$ - время перерывов на отдых личные надобности.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$T_{вм} = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из},$$

Где $T_{ус}$ - время на установку и снятие детали, мин.;

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

$T_{уп}$ - время на приемы управления, мин.;

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин.

$$T_{оп} = T_0 + T_v, \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места состоит:

$$T_{об} = T_{орг} + T_{тех}, \text{ мин.}$$

где $T_{орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места, мин. ;

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание рабочего места, мин.

Время на техническое обслуживание определяется по формуле:

$$T_{\text{об.от}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot \Pi_{\text{об.от}}}{100} \quad (42)$$

Где $\Pi_{\text{об.от}}$ – процент затрат времени на обслуживание и отдых.

Основное время на операцию $T_0 = 1,8$ мин.

$T_{\text{ус}} = 0,07$ мин. [табл. 5.3; 3];

$T_{\text{з.о.}} = 0,015$ мин. [табл. 5.7; 3];

$T_{\text{уп}} = 0,045$ мин. [табл. 5.8, 5.9; 3];

$T_{\text{из}} = 0,031$ мин. [табл. 5.12; 3];

$T_{\text{в}} = (0,07 + 0,015 + 0,045 + 0,031) = 0,161$ мин.

$T_{\text{оп}} = 1,8 + 0,161 = 1,961$ мин.

$$T_{\text{тех}} = \frac{T_0 \cdot T_{\text{см}}}{T} = \frac{1,8 \cdot 2,4}{30} = 0,096 \text{ мин}$$

$$T_{\text{орг}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot \Pi_{\text{орг}}}{100} = \frac{1,961 \cdot 1}{100} = 0,01961 \text{ мин}$$

$T_{\text{обсл}} = 0,096 + 0$

$T_{\text{шт}} = 1,8 + 0,096 + 0,11 + 0,081 = 3,68$ мин.

2 Проектирование станочного приспособления

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.00173. Приспособление применяется при сверлении отверстий в детали на сверлильном станке модели 2Н55 и предназначено для базирования заготовки.

2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.

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

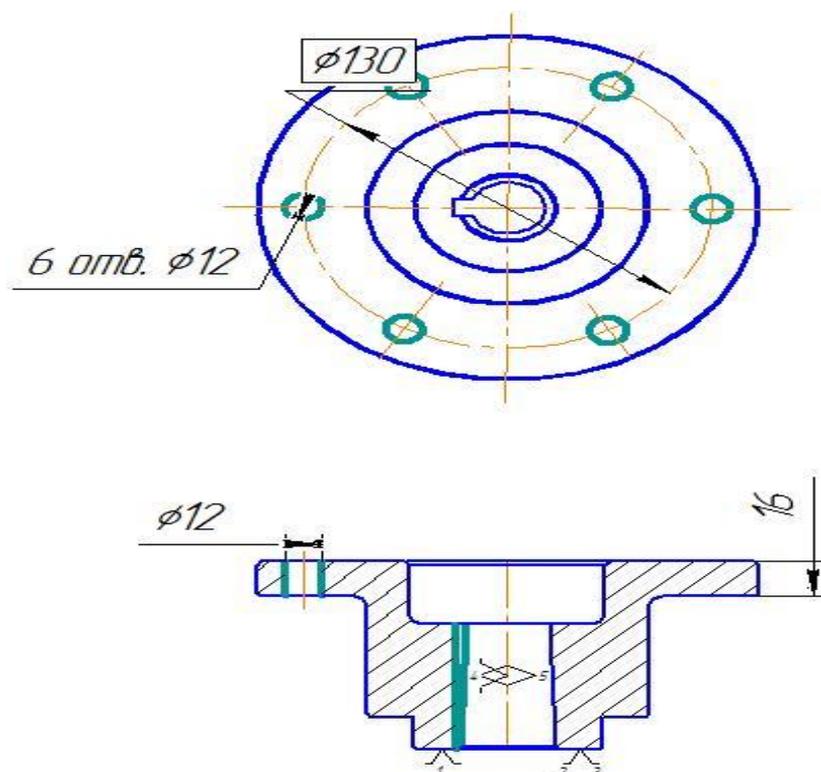


Рисунок 14 – Схема базирования заготовки.

Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров.

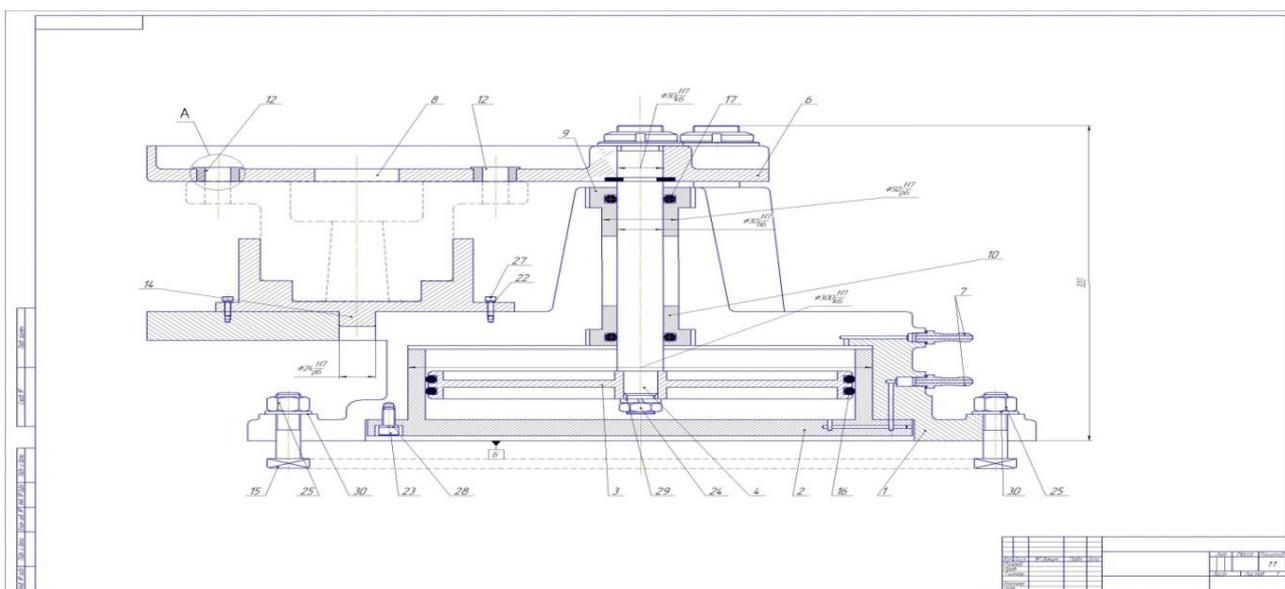


Рисунок 15 – Приспособление специальное с механизированным приводом.

Кондуктор содержит следующие основные детали: корпус поз. 8, плита поз. 1, прижим поз. 6, кондукторная плита поз. 7, втулка поз. 9.

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

2.3 Разработка схемы установки заготовки и приспособлении, и расчет погрешности обработки.

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

Необходимую величину силы зажима определяем из уравнения моментов

$$\sum M_5 = 0$$

$$3Qaf - M_{кр} - P_z b = 0$$

$$Q = \frac{M_{кр}K + P_z b}{3af} \quad (43)$$

где $f = 0,3$ – коэффициент трения (при использовании призм);

K - коэффициент запаса

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 \quad (44)$$

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

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

$K_2 = 1,15$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления инструмента;

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

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

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

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

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

$$M_{рез} = \frac{P_z \times D}{200} \quad (45)$$

$D=12$ мм – диаметр сверла

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp} \quad (46)$$

$S_z = 0,2$ мм/об подача на зуб

$C_p=825$ табличный коэффициент

$$q = 1,3$$

$$x = 1$$

$$y=0,75$$

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

$$w=0,2$$

Определение силы резания

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 32 \cdot 8}{12^{1,3} \times 630^{0,2}} \times 0,2 = 6880 \text{ Н}$$

$$M_{\text{рез}} = \frac{6880 \times 12}{200} = 412,8 \text{ Нмм}$$

$$a = 103 \text{ мм};$$

$$b = 183 \text{ мм.}$$

$$Q_{\text{сум}} = \frac{412,8 \cdot 1,725 + 6880 \cdot 183}{3 \cdot 103 \cdot 0,5} = 8992 \text{ Н}$$

$$Q \geq \frac{8992}{3} = 2997 \text{ Н} \text{ Выбор механизма закрепления}$$

Сила зажима заготовки определяется из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. На силу резания, реакциями опор и сил трения.

2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию сборки приспособления.

Сборочное приспособление – устройство, обеспечивающее определенное взаимное расположение, фиксацию и соединение деталей и сборочных единиц (панелей, узлов, секций, отсеков) самолета с заданной точностью. Оно позволяет: собрать из нежестких элементов конструкции жесткую сборочную единицу самолета с заданной точностью и с учетом конструктивно – технологических требований к ним; обеспечить взаимозаменяемость сборочных единиц, как по контуру, так и частично по разъемам; повысить производительность труда на сборочных работах.

Приспособление проектируется на основании технического задания.

Техническое задание должно содержать следующие сведения:

- назначение приспособления;
- основные требования к приспособлению (метод сборки, освещение, оборудование, температура, давление, в которых будет работать

приспособление);

- указания на основные технологические базы и фиксирующие элементы с перечислением узлов и деталей, фиксируемых в приспособлении;
- краткая последовательность технологического процесса сборки;
- указание на взаимозаменяемые элементы и сопрягаемые поверхности и степени точности их изготовления;
- вид механизации приспособления (пневматика, механические зажимы, противовесы и т. д.);
- указание по единству баз, в приспособлениях и стапелях для сборки смежных узлов и агрегатов;
- указания: передвижная, вращающаяся, стационарная и т. д.
- для разъемного приспособления способ разъема (ручной, механизированный, другой).

При проектировании приспособления конструктор обязан руководствоваться:

- технологическим заданием на данное приспособление;
- чертежами на собираемые узлы, агрегаты, на входящие в их состав детали и ТУ к ним;
- перечнем средств увязки к данному приспособлению (эталонные, макеты, шаблоны и т. д.);
- перечнем готовых изделий;

При изготовлении приспособления:

- руководствоваться конструкторской документацией;
- к изготовлению сборочного приспособления допускаются рабочие, имеющие квалификационный разряд не ниже разряда работы;
- для контроля изготовления и приемки деталей и узлов приспособления применять только аттестованные средства контроля.

2.5 Точностной расчет приспособлений.

При расчете точности необходимо определить погрешности

изготовления и сборки элементов приспособления в зависимости от параметров, заданных в чертеже детали, а именно:

– Допуск на размер 90 мм от плоскости торца детали до края шпоночного паза согласно $\pm t_2/2$ составит $\pm 0,4$;

– Отклонение от перпендикулярности плоскостей не более $0,05/100$.

Определим допустимую погрешность изготовления кондуктора обеспечивающую получение размера $164 \pm 0,4$.

Половине допуска на это расстояние δ , при условии, что середины полей допусков в деталях и кондукторной плите совпадают, определяется по формуле:

$$\delta = \delta_1 + S \quad (47)$$

Где δ_1 – допуск на расстояние от торца детали до края шпоночного паза ($\delta_1 = 0,31$);

S – максимальный радиальный зазор между постоянной заготовкой и инструментом.

Принимаем наибольшее отклонение от номинала фрезы как сумму максимальной величины разбивки и допуска на неточность изготовления, равную полю допуска.

Таким образом, $S = 0,01$.

Тогда $\delta = 0,4 - 0,01 = 0,39$.

Следовательно, допуск на расстояние от торца детали до края шпоночного паза составит $\pm 0,39$.

Расчет погрешности выполнения размера $90 \pm 0,39$.

Погрешность настройки станка.

Допуск на размер, определяющий положение установочной поверхности относительно оси инструмента (по чертежу общего вида размер $10 \pm 0,3$) $\Delta_{н1} = 0,04$ мм.

Погрешность метода обработки.

Суммарная погрешность формы обрабатываемой поверхности в результате геометрических неточностей станка в данном случае оказывает влияния на точность выполнения данного размера, т.к. в процессе обработки не

применяются направляющие элементы.

Суммарная погрешность

$$\Delta_{\Sigma} = 1,2 \cdot \sqrt{0,088^2 + 0,067^2 + 0^2} + 0 = 0,133 \text{ мм.}$$

Следовательно, условие обеспечения точности выполняется ($0,133 \text{ мм} < 0,39 \text{ мм}$).

Погрешность установки заготовки в приспособлении.

Погрешность плиты кондукторной плиты на параллельность составляет:

0,05 мм, на плоскостность 0,05 мм.

Погрешность подставки под призму на параллельность составляет:

0,03 мм, на плоскостность 0,05 мм.

Погрешность самой призмы на параллельность составляет:

0,03 мм, на угловой размер составляет 0,04 мм.

Погрешность базирования для неуказанного на рабочем чертеже допуска симметричности в данном случае равна нулю, т.к. проекции конструкторской и технологической баз на направление выполнения размера совпадают:

$$\varepsilon_{\delta} = 0.$$

Погрешность закрепления равна нулю, т.к. сила закрепления направлена перпендикулярно выполняемому размеру:

$$\varepsilon_{\text{з}} = 0.$$

Погрешность при изготовлении и сборке установочных элементов в данном случае определяется неточностью установки призм, т.е.:

$$\varepsilon_{\text{у.с}} = 0,04 \text{ мм.}$$

Погрешность установки приспособления на столе станка определяется максимальным зазором между инструментом и специальной оправкой, предназначенной для установки приспособления на столе фрезерно-сверлильно-расточного станка.

Погрешность, возникающая вследствие износа установочных элементов приспособления в данном случае равна нулю, т.к. износ опорных поверхностей опорной призмы осуществляется симметрично, а, следовательно, не оказывает влияние на точность выполнения размера:

Таким образом:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2} < T_{разм} \quad (48)$$

Следовательно:

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,05^2 + 0,05^2 + 0,05^2 + 0,03^2 + 0,03^2 + 0,04^2 + 0,04^2} = 0,104 \text{ мм} < 0,40 \text{ мм}$$

2.6 Выбор и расчет привода зажимного устройства.

Минимальный рабочий ход элементов механизма закрепления определяется на основании графического построения двух положений механизма закрепления – положения механизма при закреплении заготовки и положения механизма при снятии заготовки с приспособления.

Ход пневмоцилиндра определяется по формуле

$$S(Pз) = \Delta_{гар} + \Delta + \frac{Pз}{I} + \Delta S(Pз) \quad (49)$$

Где $\Delta_{гар} = 0,2 \dots 0,4$ мм – гарантированный зазор для свободной установки заготовки;

$\Delta = 0,03$ мм – отклонение размера заготовки;

$I = 2000$ Н/мм – жесткость механизма;

$\Delta S(Pз) = 0,2 \dots 0,4$ мм – запас хода пневмоцилиндра, учитывающий износ и погрешности изготовления механизма.

$$S(Pз) = 0,4 + 0,03 + 1992,6/2000 + 0,4 = 1,82 \text{ мм}$$

Принимаем $S(Pз) = 5$ мм.

Ход привода [1, с. 89]:

$$S(Q) = \frac{S(Pз) \cdot l_1}{l}, \quad (50)$$

$$S(Q) = \frac{5 \cdot 50}{30} = 8,3 \text{ мм};$$

Принимаем $S(Q) = 10$ мм.

В качестве силового узла выбираем пневмоцилиндр двустороннего действия. Расчётный диаметр цилиндра находим по формуле:

$$D = 2 \sqrt{\frac{P_{\text{п}}}{\pi p \eta}} \quad (51)$$

где: $P_{\text{п}} = 1200$ МПа – развиваемое приводом усилие;

$\eta = 0,9$ - КПД учитывающий потери в пневмоцилиндре;

$p = 0,3$ МПа – номинальное давление;

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{1200}{3,14 \cdot 0,3 \cdot 0,9}} = 75,2 \text{ мм}$$

Из стандартного ряда назначаем диаметр цилиндра $D = 80$ мм.

Соотношение диаметров штока d и цилиндра D : $\frac{d}{D} = 0,25$

$d = 20$ мм;

$D = 80$ мм

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- Составление SWOT-анализа Полумуфты
- Планирование технико-конструкторских работ.
- Определение ресурсоэффективности проекта.

3.1 SWOT–анализ разработки технологического процесса изготовления детали "Полумуфта"

SWOT–анализ является инструментом стратегического менеджмента и представляет собой комплексное исследование технического проекта [11].

Задача анализа – описать ситуацию, для решения которой нужно принять какое-либо решение.

Для проведения SWOT–анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения [11]:

С – сильные стороны проекта;

Сл – слабые стороны проекта;

В – возможности;

У – угрозы;

Матрица SWOT приведена в таблице 11.

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также

надежность его реализации. При построении интерактивных матриц используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+, -) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие).

Интерактивные матрицы возможностей и угроз представлены в таблицах 12 и 13, соответственно.

Таблица 11 – Матрица SWOT

	<i>Сильные стороны проекта:</i>	<i>Слабые стороны проекта:</i>
	<p><i>C1:</i> Высокий уровень заготовительные операции</p> <p><i>C2:</i> Высокая точность расчет расхода</p> <p><i>C3:</i> Большой монтажный период</p> <p><i>C4:</i> Высококвалифицированный персонал</p>	<p><i>Сл1:</i> Низкий коэффициент использования материала</p> <p><i>Сл2:</i> Высокая цена материала</p> <p><i>Сл3:</i> Наличие вращающихся частей станков</p>
<p><i>Возможности:</i></p> <p><i>B1:</i> Увеличение производительности продукции</p> <p><i>B2:</i> Автоматизация технологического процесса</p> <p><i>B3:</i> Снижение затрат на заготовки готовой продукции</p> <p><i>B4:</i> Снижение затрат на себестоимость продукции</p>	<p><i>B1C1; C2; C3; C4;</i></p> <p><i>B2C1; C2; C4;</i></p> <p><i>B3C1; C3; C5;</i></p> <p><i>B4C1; C2; C5.</i></p>	<p><i>B1Сл1; Сл2;</i></p> <p><i>B2Сл2;</i></p> <p><i>B4Сл2.</i></p>

Продолжение таблицы 11

<p>Угрозы: <i>У1:</i> Отсутствие спроса на технологии производства <i>У2:</i> Ограничения на экспорт материала <i>У3:</i> Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции <i>У4:</i> Угрозы выхода из строя сложного рабочего органа</p>	<p><i>У1С1; С5;</i></p>	<p><i>У1Сл1; Сл3;</i></p>
	<p><i>У3С1;</i></p>	
	<p><i>У4С1; С2.</i></p>	<p><i>У4Сл1; Сл3.</i></p>

Таблица 12 – Интерактивная матрица возможностей

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

Таблица 13 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта				
	С1	С2	С3	С4	С5
У1	-	-	-	-	+
У2	-	-	-	-	-
У3	+	-	-	-	-
У4	+	+	-	-	-
Угрозы	Слабые стороны проекта				
	Сл1	Сл2	Сл3	-	-
У1	-	-	+		
У2	-	-	-		
У3	-	-	-		
У4	-	+	-		

При разработке технологического процесса изготовления детали, предприятия инженер нацелен на проектирование с возможно большим внедрением сильных сторон. Это влияет, прежде всего, на качество и востребованность продукции.

Несмотря на то, что для данного анализа сильных сторон, не исключен случай, когда какая-либо одна из слабых сторон окажется наиболее сильным фактором, негативно влияющим на разработку технологического процесса изготовления детали, чем все вместе взятые сильные стороны. Для данного случая таким фактором может быть Сл2 - «Высокая цена материала». К примеру, при любом проектировании систем с использованием более простых универсальных электрических и конструктивных систем внутризаводской и внутрицеховой сети всегда будет присутствовать сложность в эксплуатации, ввиду наличия высокой ответственности и сложности технической системы для персонала и для потребителей. Но именно для этого разрабатываются и усовершенствуются разработки универсальных, простых и безопасных систем с использованием автоматизированного управления, что позволит нам

минимизировать влияние слабых сторон.

3.2 Организация работ технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения проектирования.

3.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 14:

№ 1 – составление и утверждение технического задания – включает в себя изучение первичной информации об объекте, формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на работу;

№ 2 – Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта;

№ 3 – Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей;

№ 4 – Выбор рационального способа получения исходной заготовки;

№ 5 – Расчет оптимальных режимов резания;

№ 6 – Расчет норм времени.

№ 7 – Оценка эффективности полученных результатов – проверка соответствия выполненного проекта исходным требованиям с учетом ресурсов и энергоэффективности;

№ 8 – Составление пояснительной записки – оформление результатов проектной деятельности;

№ 9 – Проверка выпускной квалификационной работы руководителем - в рамках учебно-практической работы, включает в себя окончательную проверку руководителем и устранение недочетов дипломником.

№10 – Подготовка к защите ВКР – подготовка презентации и согласование с преподавателем для защиты перед аттестационной государственной комиссией

Таблица 14 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования завода	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник
Разработка технологического процесса изготовления детали "Полумуфта"	3	Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей;	Дипломник
	4	Выбор рационального способа получения исходной заготовки;	Дипломник, научный руководитель
Разработка технологического процесса изготовления детали "Полумуфта"	5	Расчет оптимальных режимов резания;	Дипломник, научный руководитель
	6	Расчет норм времени.	

Продолжение таблицы 14

Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник, Научный руководитель
Оформление отчета по техническому проектированию	8	Составление пояснительной записки	Дипломник
	9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Сдача выпускной квалификационной работы	10	Подготовка к защите ВКР	Дипломник, Научный руководитель

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения ТП

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула: [11]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (52)$$

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

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

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

В таблице 15. приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

Таблица 15.–Расчет продолжительность работ чел-дни

№	Название работы	Трудоёмкость работ, рабочие дни					
		минимально возможная трудоёмкость		максимально возможная трудоёмкость		ожидаемая трудоёмкость выполнения	
		Науч. рук-ль	Диплом- ник	Науч. рук-ль	Диплом- ник	Науч. рук-ль	Диплом- ник
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	1	-	1	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	2	-	5		3
3	Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей;	-	24	-	28	-	26
4	Выбор рационального способа получения исходной заготовки;	1	22	1	26	1	24
5	Расчет оптимальных режимов резания;	1	22	1	26	1	24
6	Расчет норм времени.	-	1	-	3		2
7	Оценка эффективности полученных результатов	1	4	1	6	1	5
8	Составление пояснительной записки	-	5	-	12		8
9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	1	-	1	-	1	
10	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	2	3	2	4	2	3

3.2.3 Разработка графика проведения технического проекта

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [11]

Таблица 16 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп-ли	T _{рв} раб. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февр.		Март			Апрель			Май			Июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	-												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник	3	-												
3	Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей;	Дипломник	26	—————												
4	Выбор рационального способа получения исходной заготовки;	Руководитель	1													
		Дипломник	24				—————			-						
5	Проведение анализа разработок технологических процессов изготовления деталей;	Руководитель	1													-
		Дипломник	24							—————						
6	Проведение графических построений и обоснований	Дипломник	2													-
7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	1													-
		Дипломник	5													—
8	Составление пояснительной записки	Дипломник	8													—
9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Руководитель	1													-
10	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	Руководитель	2													-
		Дипломник	3													—

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, На основе таблицы 15 строим план-график проведения работ (таблица 16). Исходя из составленной диаграммы. Продолжительность выполнения технического проекта составит 118 календарных или 97 рабочих дней. Из них:

7 – рабочих дней у научного руководителя

95 – рабочих дней у инженера дипломника.

3.3 Составление сметы затрат на разработку ТП

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} , \quad (53)$$

где m – количество видов материальных ресурсов;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.);

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайте канцелярского магазина ТД „Канцелярский мир”.

Таблица 17. – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	100	2,5	250
Ручка	2	84	168
Скоросшиватель	1	82	82
Степлер	1	200	200
Флеш-карта	1	350	350
Распечатка	100	2,5	250
Итого			1300

3.3.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как :

$$Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп} , \quad (54)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата исполнителя рассчитывается исходя из трудоемкости работ и квалифицированных исполнителей по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p , \quad (55)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{тс} \cdot Z_{р.к.}}{F_d} \quad (56)$$

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

$Z_{р.к.}$ – районная доплата, руб.;

F_d – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе)

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 18.

Таблица 18. – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад	Месячный основной оклад работника руб.	Средняя заработная плата работника руб.	Продолжитель ность работ выполняемых работником раб.дн.	Основная заработная плата одного работника руб.
Руководитель	33664	43764	1683	7	11780
Бакалавр	12300	16000	615	95	58425
Итого :					70205

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (57)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 19.

Таблица 19. – Расчет полной заработной платы

Исполнители	коэффициент дополнительной заработной платы. $k_{\text{доп}}$, руб	Основная заработная плата одного работника $Z_{\text{осн}}$, руб.	Дополнительная заработная плата $Z_{\text{доп}}$, руб.	Полная заработная плата $Z_{\text{п}}$, руб.
Руководитель	15%	11780	1720	13500
Бакалавр	12%	58425	6975	65400
Итого:		70205	8695	78900

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 78,9 = 23,8 \text{ тыс.руб}$$

3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Величина накладных расходов принимается в размере 16% от общей суммы затрат.

3.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при заключении договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Определение сметы затрат на технический проект приведен в таблице 20.

Таблица 20. – Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат %
1. Материальные затраты ТП	1,3	1,0
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	78,9	63,7
3. Отчисления во внебюджетные фонды	23,8	19,2
4. Накладные расходы	20,0	16,0
5. Итого	124,0	100,0

В ходе выполнения данного параграфа была рассчитана продолжительность выполнения технического проекта, общая продолжительность выполнения 118 календарные дней рабочих дней для руководителя. Составлен календарный график выполнения работ. Смета затрат на разработку технического проекта составляет 124,0 тыс. руб, из которых более половины (64%) составляют затраты на оплату труда. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.

3.4 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле: [11]

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (58)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Оценку характеристик проекта проведем на основе критериев,

соответствующими требованиями к системе электроснабжения промышленных предприятий:

- Экономичность: оптимизация затрат на электрическую часть предприятия на стадии проектирования приводит к их уменьшению на доли процентов, в абсолютном же измерении речь идет об экономии значительных средств.
- Гибкость: возможность частых перестроек технологии производства и развития предприятия.
- Безопасность: обеспечение безопасности работ, как для технического персонала, так и для не технического;

Обеспечение надлежащего качества изготовленной детали.

- Надежность: бесперебойное снабжение заготовками в пределах допустимых показателей ее качества и исключение ситуаций, опасных для людей и окружающей среды.
- Простота и удобство в эксплуатации: возможность использования персоналом более доступного, автоматизированного и адаптивного по конструкции техническим характеристикам оборудования на предприятии.
- Энергоэффективность: использование меньшего количества энергии для обеспечения установленного уровня потребления энергии в зданиях либо при технологических процессах на производстве.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Экономичность	0,15	4
2. Гибкость	0,10	4
3. Безопасность	0,15	5
4. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии	0,18	5
5. Надежность	0,20	5

Продолжение таблицы 21

6.Простота и удобство в эксплуатации	0,07	5
7.Энергоэффективность	0,15	4
Итого:	1,00	32

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит:

$$I_{p-исп1} = 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,18 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,07 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 = 4,6$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5–балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности и помехоустойчивости позволяют судить о надежности системы.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

в результате проведения SWOT–анализа были выявлены сильные и слабые стороны выбора технического проекта. Установлено, что технический проект имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности, безопасности экономичности технического производства.

– при планировании технических работ был разработан график занятости для двух исполнителей, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу исполнителя.

– составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта.

– оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,6 по 5–балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

Реализация данного технического проекта, позволяет увеличить эффективность производств путем улучшения энергоэффективности, энергосбережения при внедрении более универсального оборудования, требующего меньше затрат.

4 Социальная ответственность

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”

2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

16. Статья 211. Государственные нормативные требования охраны труда

17. Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда

18. Статья 219. Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда

19. Статья 220. Гарантии права работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда

20. Статья 230.1. Порядок регистрации и учета несчастных случаев на производстве

21. Статья 231. Рассмотрение разногласий по вопросам расследования, оформления и учета несчастных случаев

4.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

К производственной безопасности относятся организационные мероприятия и технические средства защиты от поражения электрическим током, защита от механических травм движущимися механизмами:

- а) отклонение параметров микроклимата;
- б) вредных веществ;
- в) производственного шума;
- г) недостаточной освещенности;

д) электрическая опасность;

е) движущиеся машины и механизмы

На таблице 22 приведены опасные и вредные производственные факторы.

Классификация. ГОСТ 12.0.003-2015

Таблица 22 – Классификация опасных и вредных производственных факторов.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изготов- ление	Эксплу- атация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки ОТК.
2. Опасность и вредность воздействия газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух примесей		+	+	
3. Превышение уровня шума		+	+	
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	+	

Продолжение таблицы 22

6. Движущиеся машины и механизмы		+	+	ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. ГОСТ 12.4.026-76. знаки безопасности
----------------------------------	--	---	---	---

4.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения.

4.2.1.1 Отклонение параметров микроклимата

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

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

Таблица 23 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	18 - 20	40 - 60	≤ 0.1
Теплый	средняя	21 - 23	40 - 60	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК.

Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

4.2.1.2 Повышенный уровень шума

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть

СКЗ и СИЗ.

СКЗ - устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования; изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции (бетон, кирпич, гипсокартон и др.), звуко- и вибропоглощения (гранулированная или суспензированная минеральная вата, стекловолокно, войлок, стекловолокнистые плиты с ячеистым строением - пенополиуретан и т.п); применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения.

СИЗ - применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4. 2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 лк.

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

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

4.2.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

В бюро используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля. Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм

человека. Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видео дисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», разработанными в соответствии с Федеральным законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и «Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании».

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики. Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

4.2.1.5 Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

– уменьшение излучения от источника;

- экранирование источника излучения и рабочего места;
- установление санитарно-защитной зоны;
- поглощение или уменьшение образования зарядов статического электричества;
- устранение зарядов статического электричества;
- применение средств индивидуальной защиты.

СИЗ

Поглощение электромагнитных излучений осуществляется поглотительным материалом путем превращения энергии электромагнитного поля в тепловую. В качестве такого материала применяют каучук, поролон, пенополистирол, ферромагнитный порошок со связывающим диэлектриком, волосяные маты, пропитанные графитом.

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154-85 «ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты». Экраны из металлической сетки и металлических прутков в виде навесов, козырьков применяют для защиты от излучений промышленной частоты. Они должны быть заземлены. Допустимая величина защитного сопротивления заземления экранирующих устройств не должна быть более 10 Ом.

4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Методы защиты работников от влияния вредных и опасных факторов в силу их большого разнообразия также многочисленны. Несмотря на это, методы защиты работников могут быть классифицированы по определенным принципам, и один и тот же метод может служить для защиты работников одновременно от нескольких вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

4.2.2.1 Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении

При проектировании систем отопления и вентиляции механических цехов основными вредными производственными факторами являются пары смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технологических смазок (ТС), абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

4.2.2.2 Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- Автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами
- Рациональная вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха.
- Механическая вентиляция помещения;
- Герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

4.2.2.3 При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности.

Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение. Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется

применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности.

4.2.2.4 Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.

– Основные способы и средства электрозащиты:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;
- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов;
- зануление;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной электрозащиты.
- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;

4.2.2.5 К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

К средствам защиты от воздействия механических факторов относятся

устройства:

- оградительные;
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные;
- знаки безопасности.

4.3 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность имеет огромное влияние на процесс производства и эксплуатации оборудования. Отходами объекта исследования, являются загрязнённое машинное масло, а также сам объект, после прихода установки в негодность. Следовательно, можно говорить только о влиянии на гидросферу и литосферу. Защита гидросферы. Источником загрязнения являются места хранения и транспортирования промышленной продукции и отходов производства. Основные загрязнители –масло и примесные элементы. Согласно ГН 2.1.5.1315-03 ПДК 0,3 мг/л. Отработанное масло нельзя слить на простую свалку, масло через грунт попадает в подземные воды и загрязняет их. Существуют специальные компании и полигоны, которые специализированно занимаются процессом утилизации, термическим, химическим или другими путями. Также существуют способы очистки масла от примесных элементов и его повторное использование. Очистка вод осуществляется при помощи специальных фильтров, либо через процесс перекачивания с помощью насосов способствует дополнительному диспергированию частиц масла и образованию более тонкой и устойчивой эмульсии. Защита литосферы. Промышленные отходы 5-го класса. Основные загрязнители –компоненты объекта исследования. Сбор отходов предусматривается в специальных местах по приёму металлических объектов. Отходы рекомендуются перерабатывать. Допускается хранение отходов в отведенных для этого местах. На машиностроительных и

металлургических предприятиях при обработке и прокатке металла применяются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), которые являются эмульсиями масла в воде. Масляные эмульсии — это коллоидные двухфазные системы, в которых одна жидкость (масло) диспергирована в виде капелек в другой жидкости (воде). Разрушению эмульсий, т. е. расслоению системы, препятствует упругая оболочка эмульгатора (органической кислоты), молекулы которого ориентированы углеводородным радикалом в сторону частицы масла, а карбоксильной группой — в сторону воды. Для разрушения эмульсий применяют следующие методы:

- центрифугирование;
- реагентную коагуляцию;
- термический метод; а также их комбинацию. Т.к. при производстве отдельных элементов будет использоваться СОЖ, которая может причинить ущерб гидросфере, следует применять переработку или утилизацию СОЖ на предприятии. Твёрдые отходы производства имеют строго однородный характер, в виде металлической стружки, поэтому следует подобные отходы отправлять переплавку и повторное использование. Переработка стружки трудоемкий процесс, подразумевающий под собой брикетирование или прессование стружки в компактный брикет (пакет) для наименьшего угара стружки при переплавке в сталеплавильных печах. В зависимости от стружки и ее засора используют центрифугу для отжима масла, дробилку для дробления стружки на мелкие фракции, а также брикетировочные или пакетировочные прессы для придания дробленой стружке компактного пакета (брикета) в целях удобства перевозки и плавки в печах. Помимо этого, переработанная и подготовленная для переплавки стружка на порядок дороже, чем выюнообразная или замасленная. При образовании производства следует обеспечить безотходность производства. Мероприятия по защите окружающей среды обусловлены необходимостью полной утилизацией и переработки отходов производства и использования объекта исследования, для снижения воздействия человека на окружающую среды.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

С развитием техносферы возникли техногенные бедствия, источниками которых являются аварии и техногенные катастрофы. Причиной большинства техногенных аварий и катастроф является человеческий фактор. При работе с объектом исследования, наиболее вероятны ЧС, не связанные с ним, например – применение источника энергии для питания гидромолота в здании при пожаре. В таком случае возможно обрушение здания. Полное или частичное внезапное обрушение здания –это чрезвычайная ситуация, возникающая по причине ошибок, допущенных при проектировании здания, отступлении от проекта при ведении строительных работ, нарушении правил монтажа, при вводе в эксплуатацию здания или отдельных его частей с крупными недоделками, при нарушении правил эксплуатации здания, а также вследствие природной или техногенной чрезвычайной ситуации. При обнаружении, что здание теряет устойчивость необходимо незамедлительно покинуть здание. Спускаться по зданию необходимо по лестнице, а не на лифте. Оказавшись на улице следует отойти на безопасное расстояние от здания, желательно перейти на открытое пространство. При отсутствии возможности покинуть здание, следует занять наиболее безопасное место –дверные проёмы, балки каркаса, углы. Необходимо обезопасить себя от падения обломков, накрывшись крепкими вещами, такими как чугунные ванны или столы с прочными ножками. Рекомендуется отключить воду, электричество и газ. Заранее обеспечить пути ухода, открыв двери и окна, после открытия окон от них следует отойти, чтобы если они разобьются, не зацепило осколками.

4.5 Вывод по разделу социальная ответственность

В ходе разработки, проектирования и исследования особое внимание уделяется экологическим аспектам процессов производства и эксплуатации разрабатываемому объекту, чтобы определить их степень влияния на природу и

человека, а также уменьшить их насколько это возможно. Следует учитывать государственные стандарты эксплуатации тех или иных устройств и механизмов. Разработка должна быть безопасной в использовании, надёжной и не должна быть источником ЧС. В разделе социальной ответственности были рассмотрены основные вредные и опасные факторы при эксплуатации и исследовании автономного мехатронного источника гидравлической энергии, представлены необходимые предельные значения этих факторов, а также средства защиты от них. Определены элементы загрязнения окружающей среды и предложены пути снижения степени загрязнения отходами или вовсе их избегания. Представлены рекомендации по действию в вероятных ЧС при применении и изучении объекта исследования, а также описаны правовые нормы исследователям объекта и рекомендации по компоновке рабочей зоны.

Заключение

В ВКР был спроектирован и разработан технологический процесс механической обработки детали "Полумуфта".

В качестве отправной точки был взят базовый технологический процесс изготовления "Полумуфта" серийного производства. В ходе проектирования был составлен технологический процесс для серийного производства 1000 штук в год. Кроме того, был выбран оптимальный вид заготовки, режимы резания, основное и штучное время.

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

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

Для разработки дипломного проекта использовалось программное обеспечение:

- Microsoft Word'2010 - пояснительная записка.
- Microsoft Excel'2010 - таблицы ТЭП, диаграммы.
- Компас-3D V16.1 – операционные эскизы, чертежи, иллюстрации.

Список использованных источников

1. Михаевич Е.П. Технология машиностроения. – Институт дистанционного образования. – 112 с.2010г.
2. Червач Ю.Б., Охотин И.С. Технические измерения в машиностроении. Учебное пособие. Томск ТПУ 2012г. 88 с.
3. Радкевич Я. М. "Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении" 2004г.
4. ГОСТ 15.101-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ [Текст]. - Введ. 2000–07–01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
5. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
6. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.
7. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
8. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
9. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013. -90 с.
10. Видяев, И.Г. 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. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
11. Производственный менеджмент: учебник для бакалавров / под ред. И.Н. Иванова. – М.: Юрайт, 2013. – 574 с.

12. Юдин Е.Я. , Борисов Л.А. Справочник. Борьба с шумом на производстве – М.: Машиностроение, 1985.-400., ил.

13. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 15 с.