

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления полумуфты

Обучающийся

А.А. Болотова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

М.А. Кривова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Тема работы: Технологический процесс изготовления полумуфты.

Работа включает 47 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы «достигается ее цель, которая заключается в проектировании максимально эффективного технологического процесса изготовления полумуфты в заданных производственных условиях» [1].

«В пояснительной записке содержатся: введение, основные разделы, заключение, список используемых источников и приложения» [1]. «Введение содержит обоснование актуальности выбранной темы и формулировку ее цели» [1]. «Первый раздел содержит описание имеющихся исходных данных и их критический анализ, по результатам которого ставятся задачи работы» [1]. «В частности, анализируются назначение, условия работы и показатели технологичности детали, параметры типа производства, в условиях которого предполагается изготавливать деталь» [1]. «Второй раздел содержит результаты проектирования технологии изготовления детали» [1]. «В частности, проектируется заготовка, разрабатывается план изготовления, выбираются средства технического оснащения, определяются количественные показатели технологических операций» [1]. «Третий раздел содержит результаты совершенствования технологического процесса» [1] исходя из критического анализа спроектированной технологии. «В частности, разрабатываются цанговый патрон и сверло» [1]. «Четвертый раздел содержит результаты анализа спроектированной технологии на соответствие требованиям безопасности и экологичности ее выполнения» [1]. «Пятый раздел содержит экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса» [1], по результатам которого принимается решение о внесении изменений в базовую технологию.

Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные и их анализ	5
1.1 Назначение и условия работы детали	5
1.2 Оценка технологичности детали	6
1.3 Анализ параметров типа производства.....	7
1.4 Постановка задач работы	9
2 Технологическая часть	10
2.1 Проектирование заготовки.....	10
2.2 Разработка плана изготовления	19
2.3 Технические средства оснащения	22
2.4 Определение режимов резания и нормирование	25
3 Разработка специальных технических средств оснащения	28
3.1 Разработка цангового патрона.....	28
3.2 Разработка сверла.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	34
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	36
4.4 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	38
5 Экономическая эффективность работы	40
Заключение	44
Список используемых источников.....	45
Приложение А Технологическая документация.....	48
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	56

Введение

Полумуфты различных типов нашли широкое распространение в машиностроении. Основное их назначение заключается в соединении валов или валового и фланцевого соединения в различных технических системах. Полумуфты позволяют передавать вращательное движение с минимальной потерей мощности и обеспечивают надежное соединение валов при работе в условиях высоких нагрузок и вибраций. Кулачковые полумуфты широко используются в различных отраслях промышленности, где требуется точная передача движения и усилия. Рассматриваемая в работе кулачковая полумуфта применяется в приводе ткацкого стана. Исходя из условий эксплуатации, наиболее важным является требование обеспечения надежности, так как выход стана из строя может привести к остановке работ и экономическим потерям.

Рассматриваемая в работе полумуфта является ответственной деталью. Формирование показателей надежности данной детали обеспечивается, прежде всего, на стадии ее изготовления. Соответственно, в ходе разработки технологии изготовления детали, необходимо создать такие производственные условия, при которых будет обеспечиваться выполнение всех требований заложенных конструктором. Другим немаловажным фактором является стоимость детали. Достижение минимальной стоимости возможно путем применения оптимальных средств производства и методов организации, что напрямую определяется типом производства. Это также необходимо учесть в ходе проектирования технологического процесса.

«Из сказанного следует, что цель работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления полумуфты эффективного в заданных производственных условиях» [1].

1 Исходные данные и их анализ

1.1 Назначение и условия работы детали

Назначение детали – это функция или роль, которую она выполняет в рамках конкретного механизма или устройства. Это означает, что каждая деталь имеет определенное предназначение и выполняет определенные функции, которые важны для работы всей системы [1].

Полумуфты предназначены для соединения двух валов или валового и фланцевого соединения в приводе ткацкого стана. Они используются для передачи крутящего момента и обеспечивают сцепление между элементами механизмов. Полумуфты позволяют передавать вращательное движение с минимальной потерей мощности и обеспечивают надежное соединение валов при работе в условиях высоких нагрузок и вибраций.

Условия работы детали отражают эксплуатационные параметры и параметры внешней среды, в которой будет эксплуатироваться деталь. Эти условия могут включать в себя такие параметры, как температура, влажность, давление, воздействие агрессивных сред и другие факторы, влияющие на работу и долговечность детали. Условия работы детали важно учитывать при проектировании и выборе материала, методов обработки и сборки, чтобы обеспечить качественную и надежную работу изделия [1].

Условия работы определяются его служебным назначением и условиями эксплуатации ткацкого стана. В условиях нормальной эксплуатации работа исполнительного механизма не оказывает существенного влияния на муфту. Возникновение ускоренного износа внутренних посадочных и исполнительных поверхностей возможно только в случае неисправности приводного механизма. Наиболее опасными для муфты являются внешние факторы, количество и степень воздействия которых зависят от условий эксплуатации. Технические характеристики стана подразумевают его эксплуатацию в условиях производственного

помещения. В данном случае, наиболее вероятным является нарушение целостности детали под влиянием механических воздействий. Следовательно, условия эксплуатации детали необходимо признать умеренно агрессивными.

1.2 Оценка технологичности детали

Технологичность детали характеризуется показателями характеризующими материал, из которого она изготавливается, конструктивными показателями и технологическими показателями, определяемыми в соответствии с методикой [10].

«Сталь 20Х ГОСТ 4543-71 имеет следующий химический состав: углерод от 0,17% до 0,23%, хром от 0,7% до 1,0%, сера 0,035%, фосфор 0,035%, медь 0,3%, никель 0,3%, кремний от 0,17% до 0,37%, марганец от 0,5% до 0,8%.» [21]. «Физико-механические свойства: предел текучести 215 МПа, временное сопротивление разрыву 430 МПа, относительное удлинение после разрыва 24%, относительное сужение 53%, твердость от 123 до 167 единиц по шкале Бринелля» [21]. Приведенные свойства обеспечивают коэффициент обрабатываемости твердосплавным инструментом 1,7, быстрорежущей сталью 1,6. Данные показатели обеспечивают хорошую производительность механической обработки и умеренный расход режущего инструмента.

Оценим конструктивные показатели детали с использованием данных [10]. Количество поверхностей, формирующих контур детали, незначительное. Форма поверхностей простая. Преобладают цилиндрические и плоские поверхности. Размерные и точностные характеристики поверхностей соответствуют стандартным значениям. Параметры качества поверхностей детали также соответствуют стандартным значениям.

Технологические показатели детали – это параметры или характеристики, которые характеризуют процесс производства детали или

изделия. Эти показатели могут включать в себя размеры, материалы, технические характеристики, методы обработки и сборки, а также другие параметры, влияющие на качество и характеристики детали. Важно тщательно определить технологические показатели детали для обеспечения эффективного производства и высокого качества готового изделия. Заготовка может быть получена методами штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе и штамповки в открытых штампах [4]. Технологию изготовления можно проектировать на базе типовой для данной группы деталей. «В этом случае можно применять типовые схемы для базирования детали, что позволит снизить погрешность при обработке за счет соблюдения принципов базирования» [12]. «Также это позволит использовать для реализации технологических операций стандартизованных и стандартных средств технологического оснащения и технологического оборудования» [12].

1.3 Анализ параметров типа производства

На первом этапе определим тип производства с использованием методики [18]. Массу детали определим с использованием метода объемного моделирования в специализированном программном обеспечении. Результаты моделирования приведены на рисунке 1. По результатам моделирования масса детали составила 2,45 кг.



Рисунок 1 – Объемная модель полумуфты

«При годовой программе выпуска деталей 8000 штук в год тип производства для данной детали соответствует среднесерийному типу» [18].

«Дальнейшее проектирование технологии изготовления детали основано на знании особенностей данного типа производства» [18].

«Отметим наиболее значимые из них. Технологический процесс организуется по непоточной форме с изготовлением деталей периодически повторяющимися партиями на специализированных рабочих местах» [18].

«Метод получения заготовок определяется экономическими показателями, физическими свойствами материала детали» [1] и возможностями имеющегося заготовительного производства предприятия. Определение размерных параметров заготовки, таких как припуски и допуски, производится в зависимости от точности и качества поверхности детали. Возможно применение как расчетного, так и статистического методов.

Технологический процесс строится на базе типовой технологии изготовления деталей данной группы в виде маршрутной и маршрутно-операционной технологии, в зависимости от сложности проектируемых технологических операций, с учетом применения методов достижения точности на заранее настроенном оборудовании. Для чистовых и отделочных операций для достижения точности рекомендуется применять активный контроль и системы адаптивного управления, что существенно снизит количество возможного брака. «Нормирование операций предпочтительно выполнять с использованием расчетно-аналитического метода» [18]. «Технологическое оборудование рекомендуется использовать оснащенное CNC-системами» [18]. «Средства технологического оснащения используются в зависимости от принятых схем обработки и технологического оборудования, с учетом схем базирования» [18]. «Предпочтительно использование универсальных средств технологического оснащения. Допускается использование специализированных и в исключительных случаях специальных средств технологического оснащения» [18].

1.4 Постановка задач работы

«По результатам проведенного анализа имеющихся данных, с учетом цели работы, сформулируем ее основные задачи» [1].

«На первом этапе проектирования технологии изготовления детали необходимо: спроектировать заготовку, разработать план изготовления, выбрать средства технического оснащения» [1], определить количественные показатели технологических операций.

Исходя из критического анализа спроектированной технологии, необходимо провести совершенствование технологического процесса. Усовершенствованию необходимо подвергнуть, прежде всего, лимитирующую операцию.

«Далее необходимо провести анализ спроектированной технологии на соответствие требованиям безопасности и экологичности ее выполнения, а также соответствия нормам пожарной безопасности» [1].

«В заключении необходимо провести экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса» [1], по результатам которого принять решение о внесении предлагаемых изменений в базовую технологию.

В ходе выполнения данного раздела было описание имеющихся исходных данных и их критический анализ, по результатам которого поставлены задачи работы. «В частности, проведен анализ назначения, условий работы и показателей технологичности детали, параметров типа производства» [1], в условиях которого предполагается изготавливать деталь.

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование заготовки

Выбор метода получения заготовки зависит от нескольких факторов, таких как материал, форма и размер заготовки, требуемая точность и качество поверхности, а также производственные возможности и бюджет.

Для выбора метода получения заготовки рекомендуется учитывать следующие факторы. Материал заготовки, так как различные методы подходят для обработки различных материалов, таких как металлы, керамика, пластик и так далее. Точность и качество поверхности, так как некоторые методы могут обеспечить более высокую точность и качество поверхности, чем другие. Производственные возможности и бюджет: необходимо учитывать возможности своего производства и финансовые возможности при выборе метода получения заготовки.

При выборе метода получения заготовки рекомендуется провести анализ всех вышеперечисленных факторов и выбрать наиболее подходящий метод для конкретной ситуации. Также стоит обратить внимание на новейшие технологии и методы обработки, которые могут обеспечить более эффективный и качественный процесс производства.

«В данном случае заготовка может быть получена различными методами, но наиболее рационально применять штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе или штамповки в открытых штампах» [4]. «Выбор конкретного варианта получения заготовок производится путем сравнения технологических себестоимостей методов:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где $C_{ЗАГ}$ – приведенные затраты метода получения заготовки, руб.;

$C_{МЕХ}$ – приведенные затраты на снятие стружки, руб.;

$C_{ОТХ}$ – цена одного кг стружки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [4].

«Масса заготовки:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (2)$$

где i – индекс метода получения заготовки;

K_p – коэффициент, зависящий от метода получения заготовки и геометрических особенностей детали» [4].

«Для метода получения заготовки штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе:

$$Q_1 = 2,45 \cdot 1,6 = 3,86 \text{ кг} \text{» [4].}$$

«Для метода получения заготовки штамповкой в открытых штампах:

$$Q_2 = 2,45 \cdot 1,7 = 4,17 \text{ кг} \text{» [4].}$$

«Приведенные затраты метода получения заготовки:

$$C_{\text{ЗАГ } i} = C_{\text{ШТ}} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\text{П}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{ШТ}}$ – базовая стоимость получения одного кг заготовок, руб.;

h_T – коэффициент, характеризующий точность штамповки;

h_C – коэффициент, характеризующий сложность штамповки;

h_B – коэффициент, характеризующий массу заготовки;

h_M – коэффициент, характеризующий марку материала;

$h_{\text{П}}$ – коэффициент, характеризующий годовую программу выпуска» [4].

$$C_{\text{ЗАГ } 1,2} = 29,96 \cdot 0,90 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 36,59 \text{ р.}$$

«Приведенные затраты на снятие стружки:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (4)$$

где C_C – текущие затраты на снятие одного кг стружки, руб.;

C_K – капитальные вложения на снятие одного кг стружки, руб.;

E_H – коэффициент, характеризующий эффективности капитальных вложений» [4].

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ р.}$$

«Подставляя полученные значения в формулу (1) получаем:

$$\begin{aligned} C_{T1} &= 36,59 \cdot 3,86 + 6,04 \cdot (3,86 - 2,45) - 1,4 \cdot (3,86 - 2,45) = \\ &= 147,78 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T2} &= 36,59 \cdot 4,17 + 6,04 \cdot (4,17 - 2,45) - 1,4 \cdot (4,17 - 2,45) = \\ &= 160,56 \text{ р.} \end{aligned}$$

«Метод получения заготовки штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе имеет лучшие экономические показатели» [4].

«В случае его применения для получения заготовки будет получен эффект, определяемый выражением:

$$\mathcal{E} = (C_{T2} - C_{T1}) \cdot N, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.» [4].

$$\mathcal{E} = (160,56 - 147,78) \cdot 8000 = 102240 \text{ р.}$$

Заготовка формируется путем прибавления припусков и напусков к контуру детали. В свою очередь припуски определяются для каждой поверхности исходя из ее точности и требуемого качества отделки. Напуски определяются исходя из формы детали и особенностей выбранного метода получения заготовки.

«Определение припусков основано на знании маршрута обработки каждой поверхности» [18].

Для формирования маршрута обработки поверхностей необходимо выполнить следующие шаги. Определить тип поверхности, которую необходимо обработать (металлическая, деревянная, пластиковая и так

далее). Выбрать подходящий инструмент или оборудование для обработки данного типа поверхности (шлифовальная машина, фрезерный станок, сварочный аппарат и так далее). Оценить состояние поверхности и определить необходимые шаги для ее обработки (шлифовка, полировка, сварка и так далее). Создать последовательный план действий, определяющий порядок обработки поверхности (например, сначала провести шлифовку, затем полировку и закончить сваркой). При необходимости использовать специальные защитные средства (очки, маски, перчатки) для безопасной работы с материалом. Постоянно контролировать процесс обработки, чтобы достичь требуемого качества и результата. После завершения обработки провести контрольный осмотр и оценить полученный результат.

Важно помнить, что маршрут обработки поверхностей должен быть адаптирован под конкретные требования материала и высокие стандарты качества обработки.

Формирование маршрута обработки поверхностей производится путем определения требуемой последовательности методов обработки, обеспечивающей минимальное значение суммарного коэффициента удельных затрат [18]. На рисунке 2 приведена нумерация поверхностей детали. «В таблице 1 приведены результаты составления маршрутов обработки поверхностей» [1].

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость, мкм	Последовательность обработки
1	плоская	12	2,5	«точение черновое и чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [18]
2	плоская	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [18]
3, 11	цилиндрическая	12	12,5	точение черновое,

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость, мкм	Последовательность обработки
–	–	–	–	термическая обработка
4, 15	резьбовая	10	6,3	«резьбонарезание, термическая обработка» [18]
5, 16, 18	цилиндрическая	10	12,5	«сверление, термическая обработка» [18]
6, 17	коническая	12	12,5	«точение чистовое, термическая обработка» [18]
12, 13	плоская	12	3,2	«фрезерование, термическая обработка» [18]
14	плоская	12	12,5	«точение черновое и чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [18]
19	плоская	7	3,2	«сверление, термическая обработка» [18]
20	цилиндрическая	7	1,6	«точение черновое и чистовое, термическая обработка, шлифование черновое и чистовое» [18]
21	цилиндрическая	7	2,5	сверление, зенкерование, развертывание, термическая обработка

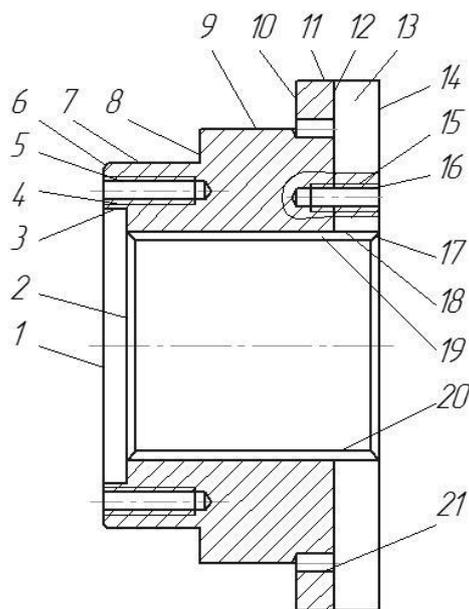


Рисунок 2 – Номера поверхностей

Поверхности неуказанные в таблице, механической обработке не подвергаются. Следовательно, припуски на обработку для данных поверхностей не определяются.

Определение припусков выполняется на основе приведенных в таблице 1 маршрутов обработки поверхностей. «В соответствии с данными [1] припуски на поверхности, имеющие высокую точность необходимо определять с использованием расчетно-аналитического метода» [16]. Это позволит обеспечить необходимую точность расчетов, что необходимо для настройки оборудования на операциях окончательной обработки. «Припуски на поверхности, имеющие невысокую точность, определяются с использованием статистического метода» [20].

«В соответствии с расчетно-аналитической методикой производим расчеты для поверхности диаметром $46H7(+0.025)$ мм» [16].

«Минимальный припуск определяется:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где a – дефектный слой, мм;

Δ – пространственные отклонения, мм;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [16].

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,280^2 + 0,080^2} = 0,691 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,100 + \sqrt{0,060^2 + 0,020^2} = 0,163 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{\text{то}} + \sqrt{\Delta_{\text{то}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,016^2 + 0,060^2} = 0,421 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,090^2 + 0,020^2} = 0,242 \text{ мм} \gg [16].$$

«Расчет максимального припуска производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i), \quad (7)$$

где TD – операционный допуск на размер, мм» [16].

$$\begin{aligned} \ll z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,691 + 0,5 \cdot (0,620 + 0,250) = \\ = 1,146 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,163 + 0,5 \cdot (0,250 + \\ + 0,025) = 0,226 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (TD_{T0} + TD_3) = 0,421 + 0,5 \cdot (0,039 + \\ + 0,039) = 0,460 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,242 + 0,5 \cdot (0,039 + \\ + 0,025) = 0,274 \text{ мм} \gg [16]. \end{aligned}$$

«Расчет среднего припуска производится по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [16]$$

$$\ll z_{cp1} = 0,5(z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,146 + 0,691) = 0,919 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5(z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,226 + 0,163) = 0,195 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5(z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,460 + 0,421) = 0,441 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5(z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,274 + 0,242) = 0,258 \text{ мм} \gg [16].$$

«Максимальные размеры определяются по формуле:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [16]$$

«Минимальные размеры определяются по формуле:

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1}. \quad (10) \gg [16]$$

«Среднее значение операционных размеров определяется по формуле:

$$D_{i \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{i \text{ max}} + D_{i \text{ min}}). \quad (11) \gg [16]$$

«Производим расчеты.

$$D_{4 \text{ max}} = 46,025 \text{ мм.}$$

$$D_{4 \text{ min}} = 46,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{4 \text{ max}} + D_{4 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (46,025 + 46,000) = 46,012 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ max}} = D_{4 \text{ max}} - 2 \cdot z_{4 \text{ min}} = 46,025 - 2 \cdot 0,242 = 45,580 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ min}} = D_{3 \text{ max}} - TD_3 = 45,580 - 0,039 = 45,541 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{3 \text{ max}} + D_{3 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (45,580 + 45,541) = 45,561 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{To max}} = D_{3 \text{ max}} - 2 \cdot z_{3 \text{ min}} = 44,738 - 2 \cdot 0,421 = 44,738 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{To min}} = D_{\text{To max}} - TD_3 = 44,738 - 0,039 = 44,699 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{To cp}} = 0,5 \cdot (D_{\text{To max}} + D_{\text{To min}}) = 0,5 \cdot (44,738 + 44,699) = \\ = 44,719 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ max}} = D_{3 \text{ max}} \cdot 0,999 = 44,738 \cdot 0,999 = 44,701 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ min}} = D_{2 \text{ max}} - TD_2 = 44,701 - 0,250 = 44,451 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{2 \text{ max}} + D_{2 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (44,701 + 44,451) = 44,576 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ max}} = D_{2 \text{ max}} - 2 \cdot z_{2 \text{ min}} = 44,701 - 2 \cdot 0,125 = 44,449 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ min}} = D_{1 \text{ max}} - TD_1 = 44,449 - 0,100 = 44,023 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{2 \text{ max}} + D_{2 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (44,449 + 44,023) = 44,073 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ max}} = D_{1 \text{ max}} - 2 \cdot z_{1 \text{ min}} = 44,023 - 2 \cdot 0,691 = 42,641 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ min}} = D_{0 \text{ max}} - TD_0 = 42,641 - 0,62 = 42,021 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ cp}} = 0,5(D_{\text{max}} + D_{\text{min}}) = 0,5(42,641 + 42,021) = 42,331 \text{ мм} \gg [16].$$

«Величина минимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\text{min}} = D_{4 \text{ max}} - D_{0 \text{ min}}. \quad (12)$$

$$2z_{\text{min}} = 46,025 - 42,021 = 4,004 \text{ мм} \gg [16].$$

«Величина максимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + TD_0 + TD_4. \quad (13)$$

$$2z_{max} = 4,004 + 0,62 + 0,039 = 4,663 \text{ мм} \text{ [16].}$$

«Величина среднего общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (4,004 + 4,663) = 4,334 \text{ мм} \text{ [16].}$$

Припуски с использованием статистического метода [20] определяем для всех оставшихся поверхностей. В данном случае минимальные значения припусков определяются по статистическим данным, исходя из размеров обрабатываемой поверхности и точности обработки, обеспечиваемой рассматриваемым методом обработки. Максимальный припуск определяется аналогично расчетно-аналитическому методу, то есть с использованием выражения (7). Результаты определения припусков в соответствии с описанной методикой представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов припусков на обработку поверхностей

Поверхность	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
1, 14	точение черновое	1,8	2,95	2,375
	точение чистовое	0,8	1,01	0,905
	шлифование	0,4	0,52	0,46
7	точение черновое	1,0	2,15	1,575
	точение чистовое	0,15	0,36	0,255
	шлифование	0,125	0,208	0,167
	шлифование чистовое	0,03	0,068	0,049
8	точение черновое	1,8	2,725	2,263
9	точение черновое	1,15	2,325	1,738
10	точение черновое	1,8	2,69	2,245
11	точение черновое	1,15	2,425	1,788

«Напуски и допуски определяем с использованием данных» [3].

«Получаем следующие значения: группа материала М1, степень точности Т4,

степень сложности С2, исходный индекс И11, смещение по поверхности разъема штампов 0,5 мм, плоскостность поверхностей 0,8 мм, величина остаточного облоя 0,8 мм, concentricность отверстий 1,0 мм, уклоны наружные 5°, уклоны внутренние 7°, радиусы скруглений 3,5 мм» [3].

«Результаты проектирования заготовки приведены на соответствующем листе графической части работы» [1].

2.2 Разработка плана изготовления

Технологический процесс строится на базе типовой технологии изготовления деталей данной группы в виде маршрутной и маршрутно-операционной технологии, в зависимости от сложности проектируемых технологических операций, с учетом применения методов достижения точности на заранее настроенном оборудовании. Для чистовых и отделочных операций для достижения точности рекомендуется применять активный контроль и системы адаптивного управления, что существенно снизит количество возможного брака.

Количество поверхностей, формирующих контур детали, незначительное. Форма поверхностей простая. Преобладают цилиндрические и плоские поверхности. Размерные и точностные характеристики поверхностей соответствуют стандартным значениям. Параметры качества поверхностей детали также соответствуют стандартным значениям. Таким образом, конструкция детали позволяет производить механическую и термическую обработку ее поверхностей с применением стандартных методов обработки.

При формировании плана изготовления детали будем использовать следующие рекомендации [13].

Подготовка материала: выбрать правильное сырье и обработать его в соответствии с требованиями чертежа (например, обрезка, прокатка, сверление).

Обработка детали: выполнить точную обработку детали с помощью станков или ручных инструментов (точение, фрезерование, шлифовка); следить за качеством и точностью выполнения каждого этапа обработки.

Окончательная отделка: провести дополнительную обработку для придания детали нужной формы и размера, а также для удаления лишних неровностей и заусенцев; проверить деталь на соответствие требованиям чертежа.

Контроль качества: провести проверку готовой детали на соответствие всем техническим требованиям; убедиться, что деталь готова для использования и не имеет дефектов.

Упаковка и доставка: упаковать деталь в соответствии с требованиями безопасности и транспортировки; подготовить документацию и отправить деталь заказчику.

Ведение отчёта: отчитать выполненную работу, зарегистрировать результаты деятельности; проанализировать процессы изготовления детали для возможного улучшения.

Этот план поможет эффективно организовать процесс изготовления детали, соблюдая все требования качества и сроки выполнения заказа.

Технологический процесс организуется в зависимости от сложности проектируемых технологических операций, с учетом применения методов достижения точности на заранее настроенном оборудовании.

«Маршрут изготовления детали, разработанный на основе типовых технологических процессов [19] приведен в таблице 3» [1].

Таблица 3 – Маршрут изготовления детали

Наименование операции	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 20
010 Токарная	точение	11, 14
015 Токарная	точение	1, 6, 7
020 Токарная	точение	14, 17, 20
025 Протяжная	протягивание	18, 19

Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
030 Фрезерная	фрезерование	12, 13
035 Сверлильная	сверление, зенкерование, развертывание, резбонарезание	15, 16, 21
040 Сверлильная	сверление, резбонарезание	4, 5
045 Термическая	закалка, отпуск	все
050 Плоскошлифовальная	шлифование	1, 14
055 Внутришлифовальная	шлифование	20
060 Круглошлифовальная	шлифование	7
065 Внутришлифовальная	шлифование	20
070 Круглошлифовальная	шлифование	7
075 Моечная	мойка	все
080 Контрольная	контроль	все

«Далее, на основе таблицы 3, с использованием рекомендаций [13] формируем план изготовления в виде графического документа» [1].

«Схемы базирования разрабатываются с использованием типовых схем базирования [1] в следующей последовательности» [1]:

- «определить общие требования к операциям механической обработки, такие как точность, скорость обработки, размер детали» [1];
- выбрать подходящие механические операции для каждой детали в процессе производства;
- разработать схему последовательности операций механической обработки для каждой детали или изделия;
- учесть возможные технологические ограничения и особенности конструкции деталей при выборе операций и последовательности их выполнения;
- определить необходимое оборудование и инструменты для каждой операции, а также учитывать возможность их использования в комплексе;
- разработать схему технологической оснастки и крепежных средств

- для обеспечения точности и надежности обработки;
- учитывать возможность автоматизации и роботизации операций механической обработки для повышения производительности и качества изделий;
 - провести анализ рабочего процесса и оптимизировать схему базирования на операциях механической обработки для достижения оптимальных результатов.

«Результаты проектирования плана изготовления приведены на соответствующих листах графической части работы» [1].

2.3 Технические средства оснащения

Технические средства оснащения технологического процесса механической обработки – это все оборудование, инструменты, машины и устройства, которые используются для выполнения механической обработки заготовок.

Исходя из типа производства, при выборе средств оснащения технологического процесса будем придерживаться следующих рекомендаций [12]. Определить тип обработки, которую планируется проводить на металлорежущем станке - фрезеровка, токарная обработка, сверление и так далее. Установить необходимую точность обработки и производительность станка в зависимости от задач. Обратить внимание на размеры и типы обрабатываемых материалов, чтобы выбрать станок с соответствующими характеристиками. Провести исследование рынка и ознакомиться с различными производителями металлорежущих станков, их репутацией и отзывами пользователей. Обратить внимание на доступность запасных частей и сервисного обслуживания для выбранной модели станка. Сравнить цены и условия поставки у различных поставщиков, чтобы выбрать оптимальное предложение.

Технологическое оборудование рекомендуется использовать

оснащенное CNC-системами. Также возможно использование специализированного оборудования и в обоснованных случаях универсального. «Режущий инструмент и технологическая оснастка используются в зависимости от принятых схем обработки» [1] и технологического оборудования, с учетом схем базирования. Предпочтительно использование универсального режущего инструмента и технологической оснастки. Допускается использование специализированного и, в исключительных случаях, специального режущего инструмента и технологической оснастки. При этом режущий инструмент и технологическая оснастка должны отвечать требованиям производительности, надежности и безопасности эксплуатации.

Выбор технологического оборудования, режущего инструмента и технологической оснастки производим по данным [5], [7], [9], [11], [20]. «Результаты выбора приведены в таблице 4» [1].

Таблица 4 – Технические средства оснащения

Операция	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Средства контроля
005 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	резец контурный Т5К10 ГОСТ 18879-73	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80
010 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	резец контурный Т5К10 ГОСТ 18879-73	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80
015 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	резец контурный Т15К6 ГОСТ 18879-73	оправка цанговая	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80
020 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	резец контурный Т15К6 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т5К10 ГОСТ 18879-73	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80
025 Протяжная	вертикально-протяжной 7Б65	протяжка шлицевая Р9 ГОСТ 25158-82	опора шаровая	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80, калибры

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Средства контроля
030 Фрезерная	горизонтально-фрезерный 6Р82Г	фреза дисковая Р6М5 ГОСТ 28527-90	приспособление специальное	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80, калибры
035 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н135Ф2	сверло спиральное Р6М5 специальное, метчик М6 ГОСТ 3266-81 Р6М5	оправка цанговая	калибры
040 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н135Ф2	сверло спиральное Р6М5, метчик М6 ГОСТ 3266-81 Р6М5	оправка цанговая	калибры
050 Плоскошлифовальная	плоскошлифовальный 3Г71	круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	плита магнитная ГОСТ16528-87	скоба СР75 ГОСТ11098-75
055 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	круг шлифовальный 1-32×40×10 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	патрон цанговый	нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75
060 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V ГОСТ52781-2007	оправка цанговая	микрометр ГОСТ 6507-90
065 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	круг шлифовальный 1-32×40×13 24А50К5V40м/с1А	патрон цанговый	нутромер НМ50 ГОСТ 9244-75
070 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	круг шлифовальный 1-500×45×305 24А60М5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	оправка цанговая	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
075 Моечная	моечная машина	–	–	–

Приведенные в таблице 4 данные «заносятся в технологическую документацию приложения А данной работы, а также в соответствующие графы плана изготовления, представленного в графической части работы» [1].

2.4 Определение режимов резания и нормирование

«В соответствии с серийностью производства режимы резания определяются исходя из требуемой точности обработки» [14].
«Нормирование операций выполняется с использованием расчетно-аналитического метода» [17].

«Далее определяем скорость резания:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (15)$$

где V_T – нормативная скорость резания, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от характеристик обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от характеристик инструментального материала;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки» [14].

«Частота вращения шпинделя:

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

где d – диаметр обработки, мм» [14].

«Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (17) \text{» [14]}$$

«Определение основного времени:

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}}}{S_0 \cdot n_d}, \quad (18)$$

где $L_{\text{рх}}$ – рабочий ход инструмента в процессе обработки, мм;

S_0 – подача инструмента, мм/об» [17].

«Рабочий ход инструмента:

$$L_{\text{рх}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (19)$$

где l_1 – длина врезания инструмента, мм;

$l_{\text{рез}}$ – длина обработки, мм;

l_2 – длина перебега инструмента, мм» [17].

«Результаты расчетов представлены в таблице 5» [1].

«Определение штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = t_o + t_b + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}}. \quad (20)» [17]$$

«Штучно-калькуляционное время на выполнение операций:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (21)$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – подготовительно-заключительное время выполнения операции, мин;

n_3 – размер партии деталей, шт.» [17].

Приведенные в таблице 5 данные заносятся в «технологическую документацию приложения А, а также в соответствующие графы технологических наладок, представленных в графической части работы» [1].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
005 Токарная					
1	0,32	96	250	72	0,9
2	0,16	84	450	69	0,96
010 Токарная					
1	0,32	96	250	55	0,69
015 Токарная					
1	0,25	203	800	40	0,2
020 Токарная					
1	0,25	190	450	35	0,31
025 Протяжная					
1	–	4	–	60	0,64
025 Протяжная					
1	–	4	–	60	0,64
030 Фрезерная					
1	0,02	32	125	120	2,67
035 Сверлильная					
1	0,03	28	1600	160	3,33
040 Сверлильная					
1	0,03	28	1600	96	2,0
050 Плоскошлифовальная					
1	25	0,07		210	3,2
055 Внутришлифовальная					
1	25	5,6	0,011	68	2,4
060 Круглошлифовальная					
1	30	0,017	120	22	2,7
065 Внутришлифовальная					
1	30	3,0	0,008	68	2,8
070 Круглошлифовальная					
1	35	0,011	160	22	2,4

Также из полученных данных по нормированию следует, что лимитирующей в данном технологическом процессе является 035 сверлильная операция. Следует провести критический анализ данной операции и предложить технические мероприятия, направленные на ее совершенствование.

В ходе выполнения данного раздела спроектирована заготовка, разработан план изготовления, выбраны средства технического оснащения, определены количественные показатели технологических операций.

3 Разработка специальных технических средств оснащения

3.1 Разработка цангового патрона

Снизить время выполнения внутришлифовальной операции, эскиз которой приведен на рисунке 3, можно за счет механизации процесса закрепления.

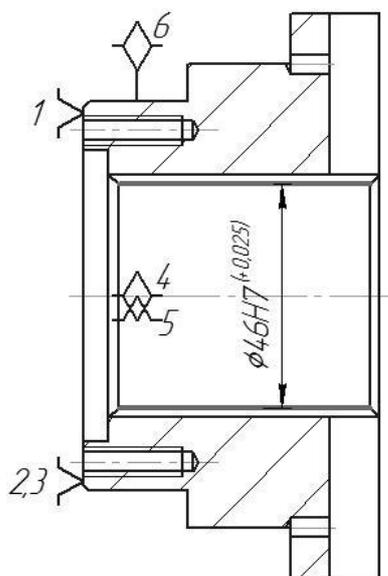


Рисунок 3 – Эскиз внутришлифовальной операции

«Исходя из приведенной на рисунке 3 схемы базирования, проектирование проводим по методике» [6].

«Расчет мощности резания производится по формуле:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z, \quad (21)$$

где C_N , r , q , z – поправочные коэффициенты и показатели степеней, учитывающие фактические условия операции;

v_3 – скорость заготовки в процессе обработки, м/мин;

s – продольная подача, мм/об;

d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

b – ширина шлифования, мм» [6].

$$N = 0,14 \cdot 40^{0,8} \cdot 0,008^{0,8} \cdot 46^{0,2} \cdot 40^{1,0} = 4,84 \text{ кВт.}$$

«Составляющая силы резания P_Z рассчитывается по формуле:

$$P_Z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot K_{PZ}, \quad (22)$$

где K_{PZ} – коэффициент условий операции» [6].

«Составляющая силы резания P_Y рассчитывается по формуле:

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot P_Z \cdot K_{PY}, \quad (23)$$

где K_{PY} – коэффициент условий операции» [6].

«Получаем следующие результаты

$$P_Z = \frac{4,84 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 1763 \text{ Н.}$$

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 1763 \cdot 1,25 = 3967 \text{ Н}» [6].$$

«Момент от составляющей силы резания P_Z равен:

$$M_{PZ} = P_Z \cdot \frac{d_0}{2}, \quad (24)$$

где d_0 – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [6].

«Уравновешивающий его момент от силы закрепления равен:

$$M_{3PZ} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (25)$$

где W – усилие зажима, Н;

f – коэффициент трения поверхности закрепления и цанги;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [6].

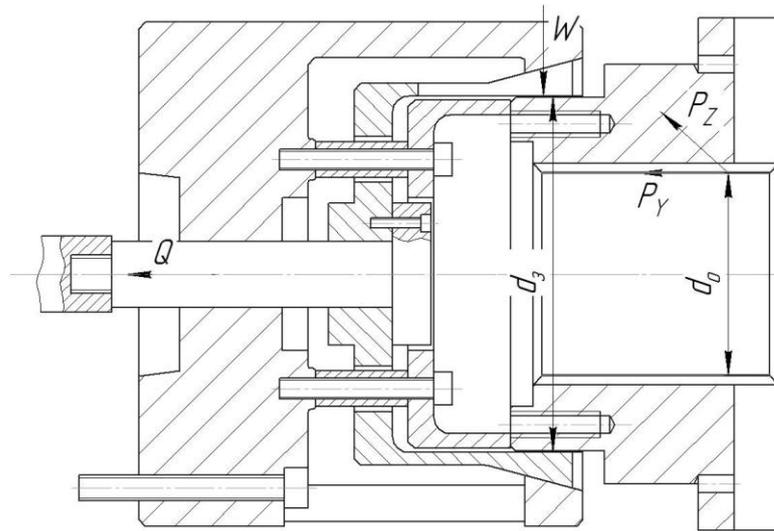


Рисунок 4 – Схема закрепления заготовки

«Выводим уравнение для определения усилия зажима:

$$W = \frac{Pz \cdot d_0}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (26)$$

где K – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции» [6].

$$W = \frac{1763 \cdot 46}{3 \cdot 0,2 \cdot 80} \cdot 2,5 = 4224 \text{ Н.}$$

«Усилие привода рассчитывается по формуле:

$$Q = W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (27)$$

где α – угол наклона рабочей поверхности цанги;

φ – угол трения рабочей поверхности цанги» [6].

$$Q = 4224 \cdot \text{tg}(15 + 6,5) = 1664 \text{ Н.}$$

«Диаметр поршня штоковой полости:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (28)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление воздуха, МПа» [6].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1664}{0,4} + 40^2} = 108 \text{ мм.}$$

«С целью упрощения конструкции приспособления и его удешевления предлагается применить стандартный диаметром 120 мм» [6].

«Произведем расчет спроектированного приспособления на точность. Схема погрешностей приспособления, приведена на рисунке 5» [6].

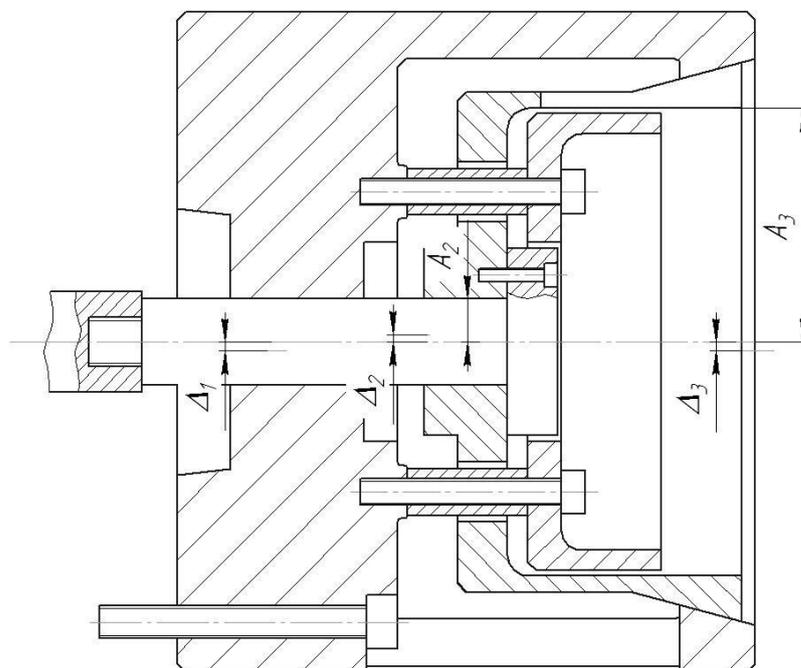


Рисунок 5 – Схема погрешностей приспособления

«В соответствии с приведенной схемой погрешность установки определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (29)$$

где Δ_1 – погрешность неперпендикулярности штока, мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении тяги и цанги, мм;

Δ_3 – погрешность рабочей поверхности цанги, мм» [6].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,01^2 + 0,01^2 + 0,014^2} = 0,004 \text{ мм.}$$

«Полученное значение погрешности установки меньше, чем треть погрешности самого точного размера на данной операции, то есть 0,075 мм. Следовательно, приспособление отвечает всем предъявляемым к нему требованиям» [6].

«Результаты проектирования станочного приспособления приведены на соответствующем листе графической части работы, а также в приложении Б пояснительной записки» [1].

3.2 Разработка сверла

Дальнейшее совершенствование лимитирующей 035 сверлильной операции возможно путем модернизации режущего инструмента. В частности, в данном случае целесообразно модернизировать сверло для выполнения отверстия диаметром 5,5 мм. «Проведем проектирование по методике» [15].

«Диаметр сверла определяется по формуле:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (30)$$

где D_{min} – минимальный диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

TD – допуск на диаметр, мм» [15].

$$D = 5,5 + \frac{0,048}{2} = 5,524 \text{ мм.}$$

«Характеристики геометрии сверла: угол наклона винтовой канавки равен 30° , угол заострения равен 130° , задний угол равен 12° , обратная конусность диаметра сверла по направлению к хвостовику на 100 мм

длины рабочей части 0,08 мм; ширина ленточки вспомогательной задней поверхности лезвия равна 0,7 мм» [15].

«Величина шага винтовой канавки:

$$H = \frac{\pi \cdot D}{\operatorname{tg} \omega}. \quad (31) \gg [15]$$

$$H = \frac{\pi \cdot 5,5}{\operatorname{tg} 30} = 29,9 \text{ мм.}$$

«Толщина сердцевины сверла:

$$d_c = 0,3 \cdot D. \quad (32) \gg [15]$$

$$d_c = 0,3 \cdot 5,5 = 1,65 \text{ мм.}$$

«Ширина пера сверла определяется по формуле:

$$B = 0,58 \cdot D. \quad (33) \gg [15]$$

$$B = 0,58 \cdot 6 = 3,5 \text{ мм.}$$

«С целью увеличения производительности процесса сверления предлагается выполнить сверло трехперьевым» [15]. «Результаты проектирования сверла приведены на соответствующем листе графической части работы, а также в приложении Б пояснительной записки» [1].

В ходе выполнения данного раздела усовершенствованы шлифовальная и сверлильная операции, для которых разработаны механизированный цанговый патрон и сверло. Это позволило снизить время на снятие и установку детали и исключить появление брака при выполнении отверстий.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Деталь изготавливается из стали 20Х ГОСТ 4543-71. Основные технологические операции токарные, сверлильные, шлифовальные. «Средства технологического оснащения: токарный станок 16К20Ф3, вертикально-сверлильный 2Н135Ф2, внутришлифовальный 3К227В, патрон трехкулачковый, оправка цанговая специальная, патрон цанговый специальный, резцы, сверла, метчики, круги шлифовальные» [1]. «Вспомогательные материалы: обтирочная ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [1]. «Исполнителем работ является оператор станков с числовым управлением, сверловщики, шлифовщики» [1].

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Данный этап выполняется на основании Приказа Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков». Опасные и/или вредные производственно-технологические факторы определяются согласно ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Результаты идентификации профессиональных рисков приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Профессиональные риски

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [2]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [2]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [2]
операции технологического процесса	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых	оборудование, техоснастка,
	«объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [2]	«инструмент, погрузчики» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [2]	«заготовка в процессе обработки, инструмент» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [2]	«оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [2]	«оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов» [2]	«оборудование» [2]

Приведенные риски, опасные и вредные факторы можно охарактеризовать как типовые для условий механических участков и цехов.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение выявленных опасностей и профессиональных рисков предлагается обеспечить в соответствии с Приказом Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней», а также Приказом Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда», а также Приказом Минтруда России № 771н [2].

Результаты представленных в таблице 7.

Таблица 7 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [2]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [2]	«Средства индивидуальной защиты работника» [2]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [2]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, снятие с заготовок заусенцев, ограждающие устройства» [2]	«фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные» [2]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [2]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие и ограничивающие устройства» [2]	«костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических» [2]

Продолжение таблицы 7

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
—	—	«воздействий, нарукавники, «перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным покрытием» [2]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации»	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, массивные фундаменты оборудования, виброгасящие коврики, виброгасящие опоры» [2]	«ботинки кожаные с защитным подноском» [2]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [2]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, защитные экраны, изоляция источников шума, дистанционное управление оборудованием» [2]	«наушники противозумные или вкладыши противозумные» [2]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов» [2]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, аварийного отключения оборудования, диэлектрические коврики» [2]	«спецодежда» [2]
«физическая динамическая нагрузка» [2]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе» [2]	—

Продолжение таблицы 7

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [2]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [2]	«Средства индивидуальной защиты работника» [2]
«стереотипные рабочие движения» [2]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе» [2]	–

«Приведенные в таблице 7 организационные мероприятия, а также средства коллективной и индивидуальной защиты эффективно снизят воздействие выявленных опасных и вредных факторов, а также профессиональных рисков» [1].

4.4 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В ходе разработки мероприятий по обеспечению экологической безопасности необходимо определить оказывающие на экологию негативное воздействие (таблица 8).

Таблица 8 – Факторы определить оказывающие на экологию негативное воздействие

«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [2]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [2]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [2]
«мелкодисперсные частицы смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль» [2]	«смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль» [2]	«металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы» [2]

«Мероприятия по снижению антропогенного воздействия разрабатываются на основе ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» и разрабатываем мероприятия по обеспечению экологической безопасности» и ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [2]. Результаты приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия

Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления шкива
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу» [2]	«использование рукавных фильтров, адсорберов, барботажно-пенных пылеуловителей, туманоуловителей» [2]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу» [2]	«использование механической очистки при помощи решеток, песколовков и отстойников, химической очистки при помощи адсорберов, замкнутого цикла водоснабжения» [2]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [2]	«использование систем сортировки отходов, повторное использование металлического лома, утилизация не перерабатываемых отходов на полигонах» [2]

«В данном разделе рассмотрены вопросы обеспечения безопасности спроектированной технологии и ее влияния на экологию. Результатом выполнения раздела является выбор технических средств и технических мероприятий, направленных на устранение выявленных опасностей и рисков» [1].

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – осуществить необходимый расчет и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологических процессов, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах и касается только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «Полумуфта». Результат принципиальной переделки технологии и ее итог, представлены на рисунке 6.



Рисунок 6 – Результат принципиальной переделки технологии и ее итог

Слева, на рисунке 6, представлены измененные инструмент и оснастка. Справа, итог по трудоемкости выполнения измененной операции.

«Для определения экономического эффекта, необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса» [8]. «Чтобы определить

сумму инвестиций применим специальную методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [8]. Так как изменения технологии затрачивают только такие элементы как инструмент и оснастка, сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование ($K_{ПР}$), оснастку (K_O), инструмент ($K_{И}$) и корректировку управляющей программы ($K_{У.ПР}$)» [8]. «Числовые значения перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 7» [8].

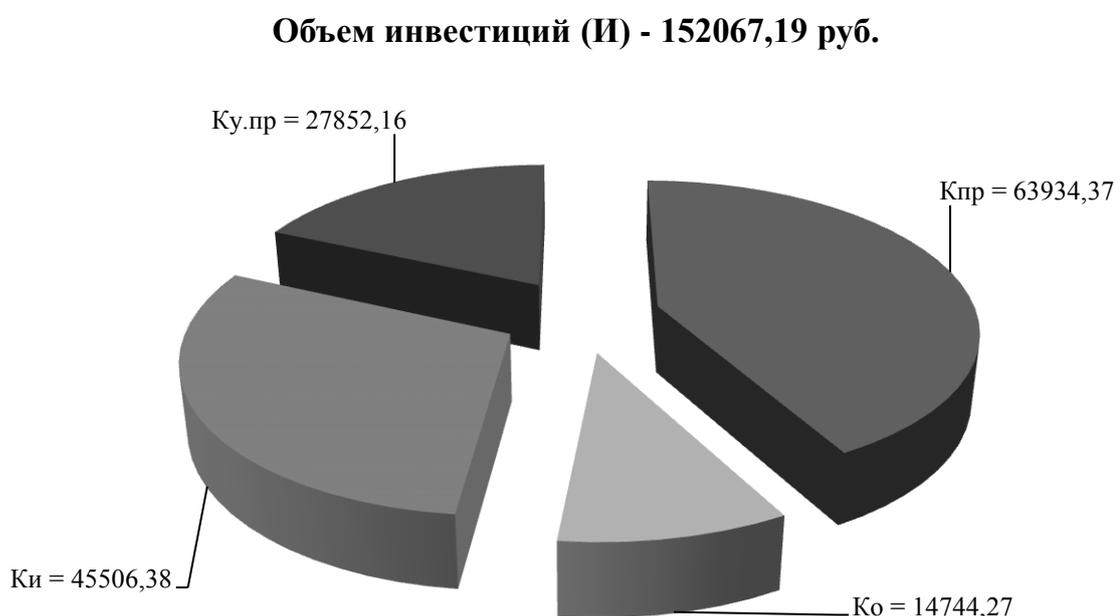


Рисунок 7 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

Детализация рисунка 7, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами является проектирование, его доля в общей сумме инвестиций составляет 42 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с оснасткой, так как их доля составит всего 9,7 %.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость, которая определяется по

методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [8]. Значения технологической себестоимости и влияющих на ее величину показателей отображены на рисунке 8.

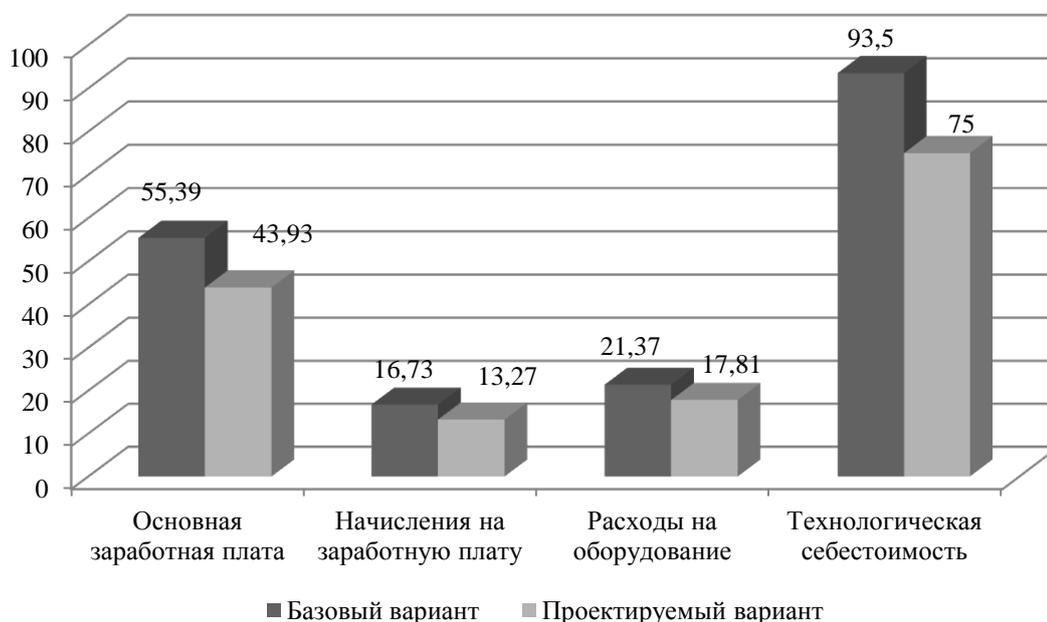


Рисунок 8 – Значения технологической себестоимости и влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 8), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой, с долевой величиной около 59% в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения таких показателей как: «срок окупаемости и интегральный экономический эффект» [8]. Чтобы их рассчитать, используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [8]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 9.

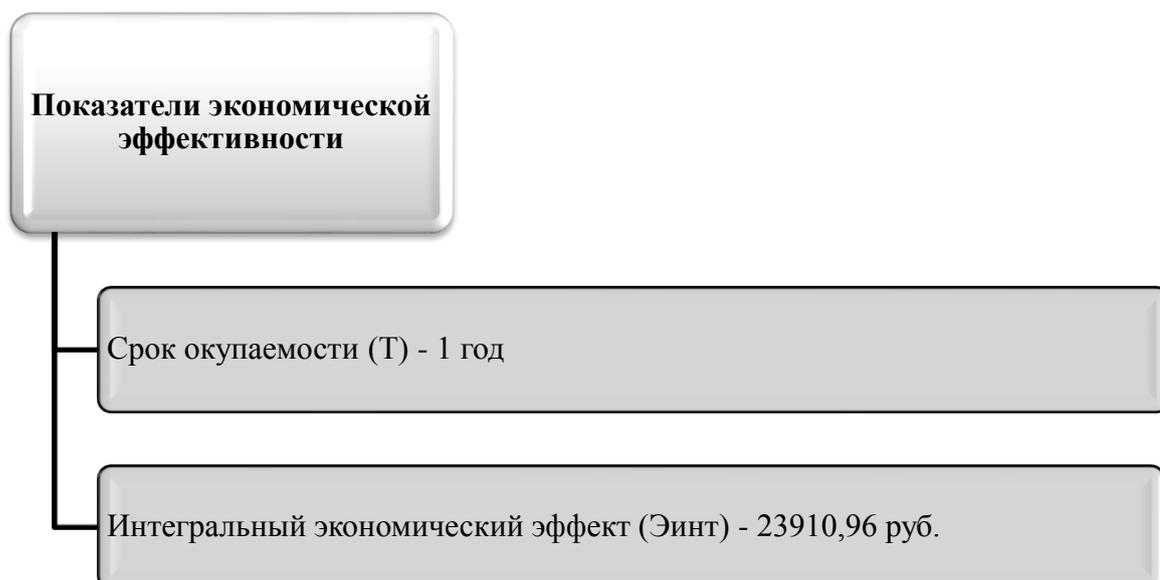


Рисунок 9 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «Полумуфта». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате ее внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 23910,96 рублей.

«В ходе выполнения данного раздела проведен экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса» [1], по результатам которого принимается решение о внесении изменений в базовую технологию.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было проведено обоснование актуальности выбранной темы и сформулирована ее цель. «Далее описаны имеющиеся исходные данные и проведен их критический анализ. Проанализированы назначение, условия работы и показатели технологичности детали, параметры типа производства, в условиях которого предполагается изготавливать деталь. В результате сформулированы задачи работы, выполнение которых необходимо для достижения ее цели» [1]. «Исходя из проведенного анализа имеющихся данных произведено проектирование технологии изготовления детали» [1]. Спроектирована заготовка, разработан план изготовления, выбраны средства технического оснащения, определены количественные показатели технологических операций. Исходя из критического анализа спроектированной технологии проведено совершенствование технологического процесса. «Усовершенствованию подверглись шлифовальная и сверлильная операции, для которых разработаны механизированный цанговый патрон и сверло соответственно» [1]. «Это позволило снизить время на снятие и установку детали, увеличить скорость обработки» [1]. «В работе проведен анализ спроектированной технологии на соответствие требованиям безопасности и экологичности ее выполнения» [1], а также соответствия нормам пожарной безопасности. Проведен экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса, по результатам которого принимается решение о внесении предлагаемых изменений в базовую технологию.

«Полученные результаты свидетельствуют о достижении цели работы, которая заключается в проектировании максимально эффективного технологического процесса изготовления полумуфты в заданных производственных условиях» [1].

Список используемых источников

1. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
2. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2021. – 22 с.
3. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
4. Зубарев Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/215714> (дата обращения: 18.09.2024).
5. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент: учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 432 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254675> (дата обращения: 02.09.2024).
6. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: Учебное пособие / Иванов И.С. – М.: НИЦ ИНФРА –М, 2018. – 198 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/959399> (дата обращения: 21.09.2024).
7. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 11.09.2024).
8. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб. –метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В.

Зубкова. – Тольятти.: ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 12.11.2024).

9. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, В. В. Карпузов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 198 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/316970> (дата обращения: 02.10.2024).

10. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А. А. Маталин. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 512 с. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/399728> (дата обращения: 28.10.2024).

11. Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / Т. М. Авраимова, В. В. Бушуев, Л. Я. Гиловой [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 2023 – Том 1 – 2023. – 608 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307280> (дата обращения: 21.10.2024).

12. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт-Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 15.10.2024).

13. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 15.10.2024).

14. Расчёт режимов резания. Курсовое и дипломное проектирование по технологии машиностроения : учебное пособие / В. В. Марков, А. В. Сметанников, П. И. Кискеев [и др.]. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 136 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346967> (дата

обращения: 26.10.2024).

15. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва.: ИНФРА –М, 2016. – 416с.

16. Справочник технолога : справочник / А. Г. Суслов, В. Ф. Безъязычный, Б. М. Базров [и др.] ; под общей редакцией А. Г. Суслова. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 2023. – 800 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/387530> (дата обращения: 28.09.2024).

17. Технологические процессы в машиностроении. Назначение режимов резания и нормирование операций механической обработки заготовок в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев, М. А. Афанасенков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 248 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/197529> (дата обращения: 17.10.2024).

18. Технология машиностроения. Проектирование технологии изготовления деталей : учебное пособие / В. А. Лебедев, И. В. Давыдова, А. П. Шишкина, Е. Н. Колганова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346985> (дата обращения: 15.10.2024).

19. Трофимов А. В. Основы технологии машиностроения. Типовые технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для студентов / А. В. Трофимов, И. А. Зверев ; под редакцией А. В. Трофимова. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2022. – 64 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257828> (дата обращения: 28.09.2024).

20. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.

21. Химический состав и физико-механические свойства стали 20Х [Электронный ресурс] – URL: <http://tekhnar.ru/materialy/20h.html> (дата обращения: 02.09.2024).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 19	393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.														
20															
A 21	XX XX XX 015 4114 Токарная														
Б 22	381148 Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 3 18219 312 1Р 1 1 1 1500 1 0,32														
О 23	Точить поверхности 1, 6, 7 в размер $\phi 80,552_{0,12}$, $62,05_{0,12}$.														
Т 24	396190 Оправка цанговая; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 392152 Резец расточной														
Т 25	ГОСТ18063-72 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.														
26															
A 27	XX XX XX 020 4114 Токарная														
Б 28	381148 Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 3 18219 312 1Р 1 1 1 1500 1 0,93														
О 29	Точить поверхности 14, 17, 20 в размер $\phi 44,49_{+0,1}$, $61,04_{0,12}$.														
Т 30	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 392152														
Т 31	Резец расточной ГОСТ18063-72 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.														
32															
A 33	XX XX XX 025 4155 Протяжная														
Б 34	381573 Вертикально-протяжной 7Б65 3 16458 312 1Р 1 1 1 1500 1 0,8														
О 35	Протянуть поверхности 18, 19 в размеры $\phi 46_{+0,025}$; $9_{+0,035}$.														
Т 36	396171 Приспособление специальное; 392341 Протяжка шлицевая Р9 ГОСТ 25158-82; 393400 Калибр.														
37															
A 38	XX XX XX 030 4262 Фрезерная														
Б 39	381631 Горизонтально-фрезерный 6Р82Г 3 18632 312 1Р 1 1 1 1500 1 3,34														
О 40	Фрезеровать поверхности 12, 13 в размеры $20_{+0,004}$, $50,52_{0,1}$.														
Т 41	396171 Приспособление специальное; 391831 Фреза дисковая трехсторонняя $\phi 80$ ГОСТ28527-90 Р6М5.														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 69	393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80; 393400 Калибры.														
70															
А 71	XX XX XX 035 4223 Сверлильная														
Б 72	381263Сверлильный с ЧПУ 2Н135Ф2 3 15292 312 1Р 1 1 1 1500 1 5,56														
О 73	Сверлить поверхности 10, 34 в размер $\phi 4^{+0,004}_{-0,016}$ М6х0,5														
Т 74	396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло $\phi 5,5$ специальное Р6М5; 391290 Сверло $\phi 3,5$														
Т 75	ГОСТ19544-74 Р6М5; 391611 Зенкер $\phi 3,8$ ГОСТ12489-71 Р6М5; 391721 Развертка $\phi 4$ ГОСТ1672-80 Р6М5;														
Т 76	391311 Метчик М6 ГОСТ3266-81 Р6М5; 393400 Калибры.														
77															
А 78	XX XX XX 040 4223 Сверлильная														
Б 79	381263Сверлильный с ЧПУ 2Н135Ф2 3 15292 312 1Р 1 1 1 1500 1 2,98														
О 80	Сверлить поверхности 4, 5 в размер М6х0,5.														
Т 81	396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло $\phi 5,5$ специальное Р6М5; 391311 Метчик М6														
Т 82	ГОСТ3266-81 Р6М5; 393400 Калибры.														
83															
А 84	XX XX XX 045 Термическая														
85															
А 86	XX XX XX 050 4133 Плоскошлифовальная														
Б 87	381313 Плоскошлифовальный ЗГ71 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 4,0														
О 88	Шлифовать поверхности: Установ А пов. 14 в размер $60,52^{+0,12}$; Установ Б пов. 1 в размер $60^{+0,12}$.														
Т 89	396161 Плита магнитная ГОСТ16528-87; 39810 Крцг шлифовальный; 394300 Скаба рычажная СР-75														
Т 90	ГОСТ11098-75.														
91															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
А 94	XX XX XX			055	4132 Внутршлифовальная															
Б 95	381312	Внутршлифовальный	ЗК227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1500	1								3,0
О 96	Шлифовать поверхность 20 в размер $\phi 45,541^{+0,039}$																			
Т 97	396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75.																			
98																				
А 99	XX XX XX			060	4131 Круглошлифовальная															
Б 100	381311	Круглошлифовальный	ЗМ151	3	18873	312	1Р	1	1	1	1500	1								3,38
О 101	Шлифовать поверхность 7 в размер $\phi 80,136_{-0,046}$																			
Т 102	396171 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 393413 Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90.																			
103																				
А 104	XX XX XX			065	4132 Внутршлифовальная															
Б 105	381312	Внутршлифовальный	ЗК227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1500	1								3,5
О 106	Шлифовать поверхность 20 в размер $\phi 46^{+0,025}$																			
Т 107	396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75.																			
108																				
А 109	XX XX XX			070	4131 Круглошлифовальная															
Б 110	381311	Круглошлифовальный	ЗМ151	3	18873	312	1Р	1	1	1	1500	1								3,0
О 111	Шлифовать поверхность 7 в размер $\phi 80_{-0,03}$																			
Т 112	396171 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 393413 Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90.																			
113																				
А 114	XX XX XX			075	Моечная.															
115																				
А 116	XX XX XX			080	Контрольная.															
МК																				

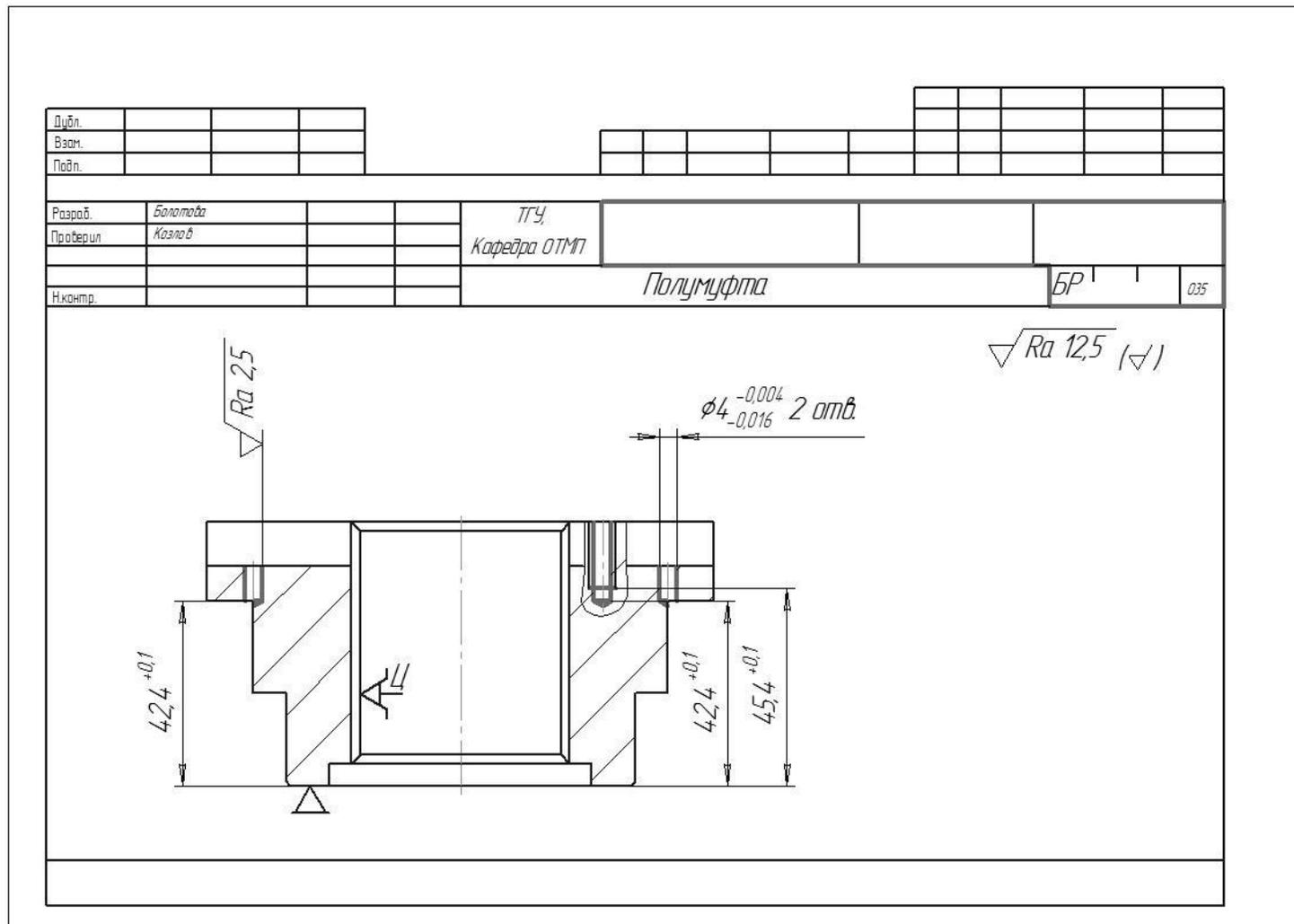
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1				
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	<i>Балашова</i>			<i>ТГУ,</i>										
Проверил	<i>Козлов</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>										
Исполн.	<i>Полумуфта</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Исполн.														<i>035</i>
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД			
<i>Сверлильная</i>		<i>Сталь 20Х ГОСТ 454-3-71</i>		<i>НВ 145</i>	<i>166</i>	<i>245</i>	<i>φ98,7х67,4</i>			<i>346</i>	<i>1</i>			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	сок						
<i>2Н135Ф2</i>				<i>4,45</i>			<i>5,12</i>	<i>Укочинал-1</i>						
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v					
<i>0_01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>													
<i>T_02</i>	<i>396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло φ5,5 специальное Р6М5; 391290 Сверло φ3,5 ГОСТ19544-74 Р6М5; 391611 Зенкер φ3,8</i>													
<i>T_03</i>	<i>ГОСТ12489-71 Р6М5; 391721 Разверткаφ4 ГОСТ1672-80 Р6М5; 391311 Метчик М6 ГОСТ3266-81 Р6М5.</i>													
<i>0_02</i>	<i>2. Сверлить поверхности: 15, 16, 21 выдерживая размеры согласно эскиза.</i>													
<i>P_04</i>		<i>1</i>				<i>2,75</i>	<i>0,03</i>	<i>1600</i>	<i>28</i>					
<i>P_05</i>		<i>2</i>				<i>0,25</i>	<i>1,0</i>	<i>1450</i>	<i>8</i>					
<i>P_07</i>		<i>3</i>				<i>1,75</i>	<i>0,03</i>	<i>1600</i>	<i>18</i>					
<i>P_08</i>		<i>4</i>				<i>0,15</i>	<i>0,25</i>	<i>450</i>	<i>18</i>					
<i>P_09</i>		<i>5</i>				<i>0,1</i>	<i>0,25</i>	<i>1600</i>	<i>15</i>					
<i>0_10</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форма 1				
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	<i>Балашова</i>			<i>ТГУ,</i>										
Проверил	<i>Козлов</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>										
Н.контр.	<i>Полумуфта</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД			
<i>Внутришлифовальная</i>		<i>Сталь 20Х ГОСТ 454-3-71</i>		<i>НРС 25</i>	<i>166</i>	<i>245</i>	<i>Ø98,7х67,4</i>			<i>346</i>	<i>1</i>			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож						
<i>ЭК227В</i>				<i>2,8</i>			<i>3,5</i>	<i>Универс-1</i>						
		пи	о или в	L	f	i	s	p	v					
<i>0_01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>													
<i>Т_02</i>	<i>396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный.</i>													
<i>0_03</i>	<i>2. Шлифовать поверхность: 3 выдерживая размеры согласно эскиза</i>													
<i>Р_04</i>	<i>1</i>				<i>0,26</i>		<i>0,008</i>	<i>360</i>	<i>30</i>					
<i>0_05</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>													
<i>06</i>														
<i>07</i>														
<i>08</i>														
<i>09</i>														
<i>10</i>														

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Листы		
									Лит.	Лист	Листов
<i>Перед. примен.</i>											
						<u>Документация</u>					
		A1			24.БР.ОТМП.037.65.00.000СБ	Сборочный чертеж					
<u>Детали</u>											
		A3	1		24.БР.ОТМП.037.65.00.001	Корпус	1				
		A4	2		24.БР.ОТМП.037.65.00.002	Тяга	1				
		A4	3		24.БР.ОТМП.037.65.00.003	Втулка	3				
		A4	4		24.БР.ОТМП.037.65.00.004	Цанга	1				
		A2	5		24.БР.ОТМП.037.65.00.005	Упор	1				
		A3	6		24.БР.ОТМП.037.65.00.006	Тяга	1				
		A3	7		24.БР.ОТМП.037.65.00.007	Крышка	1				
		A4	8		24.БР.ОТМП.037.65.00.008	Корпус муфты	1				
		A3	9		24.БР.ОТМП.037.65.00.009	Кольцо	1				
		A2	10		24.БР.ОТМП.037.65.00.010	Крышка	1				
		A3	11		24.БР.ОТМП.037.65.00.011	Муфта	1				
		A3	12		24.БР.ОТМП.037.65.00.012	Крышка пневмоцилиндра	1				
		A3	13		24.БР.ОТМП.037.65.00.013	Корпус пневмоцилиндра	1				
		A3	14		24.БР.ОТМП.037.65.00.014	Поршень	1				
		A3	15		24.БР.ОТМП.037.65.00.015	Шток	1				
<u>Стандартные изделия</u>											
			16			Винт М5х35 ГОСТ 17476-84	4				
24.БР.ОТМП.037.65.00.000											
Изм. Лист № докум. Подп. Дата											
Изм. № лист.	Разраб.	Болотова			Патрон цанговый			Лит.	Лист	Листов	
	Проб.	Козлов							1	2	
	Н.контр.	Козлов						ТГУ, ИМ зр. ТМдд-1901ас			
	Утв.	Логинов			Копировал Формат А4						

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Изм.				Лист	
												Лист	№ докум.	Подп.	Дата		2
							17		Винт М4х10 ГОСТ 11738-84	4							
							18		Винт М10х80 ГОСТ 11738-84	3							
							19		Винт М5х20 ГОСТ 11738-84	4							
							20		Винт М5х20 ГОСТ 17475-80	4							
							21		Пробка М5 ГОСТ12202-66	2							
							22		Прокладка ГОСТ 14475-80	1							
							23		Прокладка ГОСТ 14475-80	1							
							24		Прокладка ГОСТ 14475-80	1							
							25		Демпфер ГОСТ 8754-79	2							
							26		Манжета ГОСТ 1567-68	2							
							27		Манжета ГОСТ 1567-68	2							
							28		Винт М8х30 ГОСТ 11738-84	5							
							29		Гайка М20х1,5 ГОСТ 15526-70	1							
							30		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1							
							31		Гайка М25х1,5 ГОСТ 15526-70	1							
							32		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1							
							33		Винт установочный М8х18 ГОСТ 13428-68	1							
												24.БР.ОТМП.037.65.00.000				Лист	
																2	
												Копировал				Формат А4	