

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)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль)/ специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления полумуфты Б-10М

Студент	<u>А.В. Замосянчук</u> (И.О. Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
Консультанты	<u>к.э.н. Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
	<u>к.т.н., доцент А.В. Краснов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2020

Аннотация

Замосянчук Андрей Владимирович. Технологический процесс изготовления полумуфты Б-10М. Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2020 г.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка эффективного технологического процесса изготовления полумуфты Б-10М, который позволит изготовить годовую программу выпуска деталей заданного качества с наилучшими экономическими показателями.

Каждый раздел данной работы посвящен проведению конкретных мероприятий, которые позволяют обеспечить достижение поставленной цели работы.

Результатом выполнения первого раздела является комплекс задач, сформулированных на основе анализа назначения, условий эксплуатации детали, а также ее технологических характеристик. Во втором разделе рассмотрен комплекс вопросов связанных с проектированием технологии изготовления полумуфты. В частности определены параметры технологического процесса, спроектирована заготовка, рассчитаны припуски на обработку, спроектирован план изготовления, определены средства технологического оснащения, рассчитаны режимы резания. Результатом выполнения третьего раздела является совершенствование операций базового технологического процесса имеющих технические недостатки. Решение этой задачи выполняется путем проектирования станочного приспособление и режущего инструмент для соответствующих операций. В четвертом разделе выполнен анализ безопасности и экологичности технологического процесса и предложены мероприятия по обеспечению устранения выявленных недостатков. Заключительный раздел содержит расчеты экономической эффективности работы.

Пояснительная записка составляет 70 страниц, графическая часть составляет 7 листов формата А1.

Содержание

Введение.....	3
1 Анализ исходных данных.....	4
1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации.....	4
1.2 Технологические характеристики детали.....	4
1.3 Формулировка задач работы.....	6
2 Разработка технологической части работы.....	7
2.1 Выбор параметров техпроцесса.....	7
2.2 Проектирование заготовки.....	8
2.3 Проектирование плана изготовления.....	19
2.4 Определение средств оснащения техпроцесса.....	21
2.5 Разработка технологических операций.....	26
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	30
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	30
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	41
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	46
5 Экономическая эффективность работы.....	48
Заключение.....	52
Список используемых источников.....	53
Приложение А Технологическая документация.....	57
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	67

Введение

В современном хозяйстве при выполнении различного рода работ, связанных с транспортировкой тяжелых грузов, земледелием, строительством, прокладкой дорог и рядом других широко применяются гусеничные трактора. Они достаточно универсальны в применении, позволяют выполнять широкий спектр разнообразных работ, что объясняется возможностью применения самого разнообразного навесного оборудования.

Основную роль в обеспечении надежности и долговечности эксплуатации тракторов играет трансмиссия. На технике отечественного производства широко применяются механические типы трансмиссий различных модификаций. Это объясняется простотой их конструкции, хорошей ремонтпригодностью, высоким коэффициентом полезного действия и низкими эксплуатационными расходами.

Самым слабым элементом данного типа трансмиссии является муфта сцепления, которая предназначена для соединения и плавного включения и выключения валов двигателя и коробки скоростей. В процессе эксплуатации муфта подвержена интенсивному износу и достаточно часто выходит из строя. Решение данной проблемы традиционно производится путем установления жестких требований к поверхностям деталей муфты. Выполнение этих требований обеспечивается технологией их изготовления.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается технологический процесс изготовления полумуфта Б-10М. На основании вышесказанного целью выпускной квалификационной работы является разработка эффективного технологического процесса изготовления полумуфты Б-10М, который позволит изготовить годовую программу выпуска деталей заданного качества с наилучшими экономическими показателями.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации

Полумуфта Б-10М служит для установки на нем ползуна и механизма включения нажимного диска.

Полумуфта устанавливается в корпус по наружной цилиндрической поверхности и прилегающему к ней торцу и крепится финтами. В отверстия полумуфты устанавливаются пальцы рычагов. На малую шейку устанавливается ползун механизма включения-выключения муфты и манжетное уплотнение.

В процессе эксплуатации полумуфта вращается. Нагрузки, возникающие при этом, незначительны по величине и являются разнонаправленными, что обусловлено служебным назначением детали. Износ полумуфты наиболее вероятен по шейке, на которой установлен ползун.

Воздействие внешних факторов на работу полумуфты может сильно отличаться в зависимости от условий эксплуатации трактора. В основном влияние внешних факторов проявляется в виде возникновения нагрузок ударного характера и температурных колебаний. Влияние климатических факторов ограничено, так как полумуфта является деталью механизма, работающего в закрытом корпусе.

1.2 Технологические характеристики детали

Технологичность конструкции детали оценивается по рекомендациям [10].

Согласно ГОСТ 977–88 [25] сталь 45ФЛ имеет следующий химический состав: 0,42–0,5% углерода, 0,06–0,15% ванадия, до 0,3% хрома, 0,045% серы, 0,04% фосфора, 0,2–0,52% кремния, 0,4–0,92% марганца, 0,3% никеля,

0,3% меди. Основная механическая характеристика данной стали прочность при растяжении σ_B в состоянии поставки составляет до 600 МПа. Анализируя данные характеристики можно сделать вывод о том, что сталь обеспечивает нормальную работу детали и хорошую обрабатываемость резанием, которая характеризуется коэффициентом обрабатываемости. Для твердосплавного инструмента коэффициент обрабатываемости в данном случае составляет 1,1, для инструмента из быстрорежущей стали 0,6.

Анализ материала детали позволяет считать его технологичным.

Анализ конструкции детали позволяет сделать следующие выводы. Конфигурация полумуфты образуется поверхностями вращения с применением стандартизированных и унифицированных размеров и элементов детали типа фасок и канавок. Это позволяет получить данные поверхности путем применения типовой механической обработки.

Исходя из вышесказанного, конструкцию детали можно считать технологичной.

Параметры поверхностей данной детали подразумевают проведение механической обработки всех ее поверхностей. В ходе выполнения операций технологического процесса конфигурация детали позволяет выбрать базовые поверхности таким образом, что будет соблюдено условие обеспечения принципов единства и постоянства баз.

Сами операции механической обработки детали, исходя из ее конфигурации и требований к поверхностям, могут быть спроектированы на базе типовых операций и не потребуют применения специальных методов обработки. В связи с этим при изготовлении данной детали целесообразно применять универсальное оборудование и стандартизированные средства оснащения.

В целом деталь следует считать технологичной, так как она отвечает всем критериям технологичности и не требует дополнительной доработки конструкции.

1.3 Формулировка задач работы

В результате анализа исходных данных были выявлены следующие задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения работы:

- проанализировать возможные методы получения заготовки и выбрать наилучший вариант в условиях рассматриваемого типа производства;
- определить оптимальные методы обработки поверхностей;
- разработать технологический процесс изготовления;
- спроектировать станочное приспособление для совершенствования лимитирующей операции;
- спроектировать режущий инструмент с целью повышения эффективности технологических операций;
- проанализировать безопасность и экологичность проектируемого технологического процесса;
- определить экономические показатели технологического процесса.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор параметров техпроцесса

Выбор параметров техпроцесса производится по типу производства согласно рекомендациям [24].

Тип производства определяем согласно данным [12]. «При годовой программе 5000 штук в год, массе детали равной 27,37 кг выбираем тип производства среднесерийный» [12].

Технологический процесс строится на основе последовательной и циклической стратегий. При соответствующем обосновании разветвленная, жесткая, в отдельных случаях адаптивная организация техпроцесса. Форма организации техпроцесса при среднесерийном типе производства групповая с запуском деталей в производство периодически повторяющимися партиями.

Выбор метода получения заготовки определяется соответствующими свойствами материала и основан на экономической эффективности их применения. Определения припусков на обработку поверхностей производится расчетно-аналитическим или статистическим методом. В зависимости от требуемой точности обработки поверхности. Проектирование заготовки ведется с использованием данных соответствующих стандартов.

Проектирование техпроцесса ведется на основе типовых технологических процессов изготовления деталей данного типа. Формирование маршрута обработки ведется с соблюдением экстенсивного принципа. Результаты проектирования техпроцесса оформляются в виде маршрутной карты и операционных карт.

Операции технологического процесса проектируются исходя из реализуемых методов обработки при условии обеспечения основных принципов базирования. Режимы резания определяются по общемашиностроительным нормативам и по эмпирическим формулам.

Нормирование операций выполняется с применением расчетно-аналитического метода. В обоснованных случаях для отдельных операций возможно применение хронометрического метода нормирования.

Точность обработки обеспечивается путем предварительной настройки оборудования на размер по измерительным инструментам и приборам и применением средств активного контроля. Средства технологического оснащения операций предпочтительны универсальные, стандартизированные, в случае обоснования специальные. Оборудование предпочтительно использовать оснащенное системами числового управления, полуавтоматическое. Допускается использование специализированного и универсального оборудования.

Участки формируются по групповому принципу с учетом типа и размеров станков. В обоснованных случаях допускается формирование участков по предметному принципу.

2.2 Проектирование заготовки

Успешное решение задачи проектирования заготовки основано на методике, предложенной в литературе [2]. Данная методика предполагает использование поэтапного подхода к проектированию, который заключается в следующем. Сначала выбирается метод получения заготовки исходя из характеристик детали и экономических показателей эффективности применения метода в текущих производственных условиях. Затем на основе маршрутов обработки поверхностей определяются припуски на обработку. Далее определяются основные характеристики заготовки, к которым относятся напуски, допуски на размеры, отклонения форм и расположения поверхностей и ряд других.

Заготовку для детали данного типа из литейной стали целесообразно получать литьем в кокиль или литьем в землю [4]. «Выбор конкретного метода получения заготовки производим сравнением экономических затрат

на получение деталей из заготовок полученных предлагаемыми методами литья» [10]. «Расчет затрат выполняется по формуле:

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

где $C_{ЗАГ}$ – стоимость получения заготовки данным методом, руб.;

$C_{МЕХ}$ – стоимость удаления стружки, руб.;

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

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [10].

Стоимость получения заготовки методами литья рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗАГ} = C_{ОТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2)$$

где $C_{ОТ}$ – цена за 1 кг заготовки, выбранным методом, руб.;

h_T – коэффициент метода получения заготовки;

h_C – коэффициент сложности метода получения заготовки;

h_B – коэффициент массы заготовки;

h_M – коэффициент марки материала;

$h_{П}$ – коэффициент годовой программы производства.

В данном случае рекомендуемые к применению методы получения заготовок близки технологически, поэтому стоимость получения заготовок будет равна для данных методов.

$$C_{ЗАГ} = 75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot 1,0 = 132 \text{ р.}$$

«Стоимость удаления стружки рассчитывается по формуле:

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (3)$$

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

C_K – капитальные вложения на один кг стружки, руб.;

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений» [10].

Вследствие родственности сравниваемых методов получения заготовок их механическая обработка будет производиться одинаковыми методами механической обработки, поэтому стоимость удаления стружки для данных методов будет равна.

$$C_{\text{МЕХ}} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ р.}$$

Массу детали, с целью облегчения расчетов и увеличения их точности, определим при помощи 3-D моделирования в программе «Компас 3 D V16». Модель полумуфты представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – 3-D модель полумуфты

$$q = 27,37 \text{ кг.}$$

Результаты моделирования показали, что масса детали составит 27,37 кг. Для определения массы заготовки используем формулу:

$$Q = q \cdot K_p, \tag{4}$$

где K_p – коэффициент метода получения заготовки.

Расчеты выполняются для каждого из сравниваемых методов.

Для метода литья в кокиль получаем следующие результаты:

$$Q = 27,37 \cdot 1,7 = 46,09 \text{ кг.}$$

Для метода литья в землю получаем следующие результаты:

$$Q = 27,37 \cdot 1,8 = 49,27 \text{ кг.}$$

Имея все необходимые данные производим расчет экономических затрат по формуле (1).

Для метода литья в кокиль получаем следующие результаты:

$$\begin{aligned} C_{T1} &= 132 \cdot 46,09 + 4,6 \cdot (46,09 - 27,37) - 1,4 \cdot (46,09 - 27,37) = \\ &= 6143,78 \text{ р.} \end{aligned}$$

Для метода литья в землю получаем следующие результаты:

$$\begin{aligned} C_{T2} &= 132 \cdot 49,27 + 4,6 \cdot (49,27 - 27,37) - 1,4 \cdot (49,27 - 27,37) = \\ &= 6572,73 \text{ р.} \end{aligned}$$

Расчеты показали, что применение метода получения заготовки литьем в кокиль экономически целесообразнее. При этом достигается экономический эффект, размер которого может быть рассчитан по формуле:

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

где N – годовая программа выпуска, шт.

$$\mathcal{E} = (6572,73 - 6143,78) \cdot 5000 = 2144750 \text{ р.}$$

Экономический эффект достаточно существенный, что свидетельствует о правильности принятого решения.

Для определения маршрутов обработки поверхностей на эскизе детали каждой поверхности присваиваем номер (рисунок 2).

Маршруты обработки поверхностей составляются исходя из характеристик, которые требуется обеспечить (точность размера и шероховатость поверхности). Выбор маршрута производится согласно рекомендациям [14]. В случае если возможно применение нескольких вариантов маршрутов обработки, то выбор делается из условия обеспечения минимальных удельных затрат. Результаты выбора маршрутов обработки поверхностей полумуфты представлены в таблице 1.

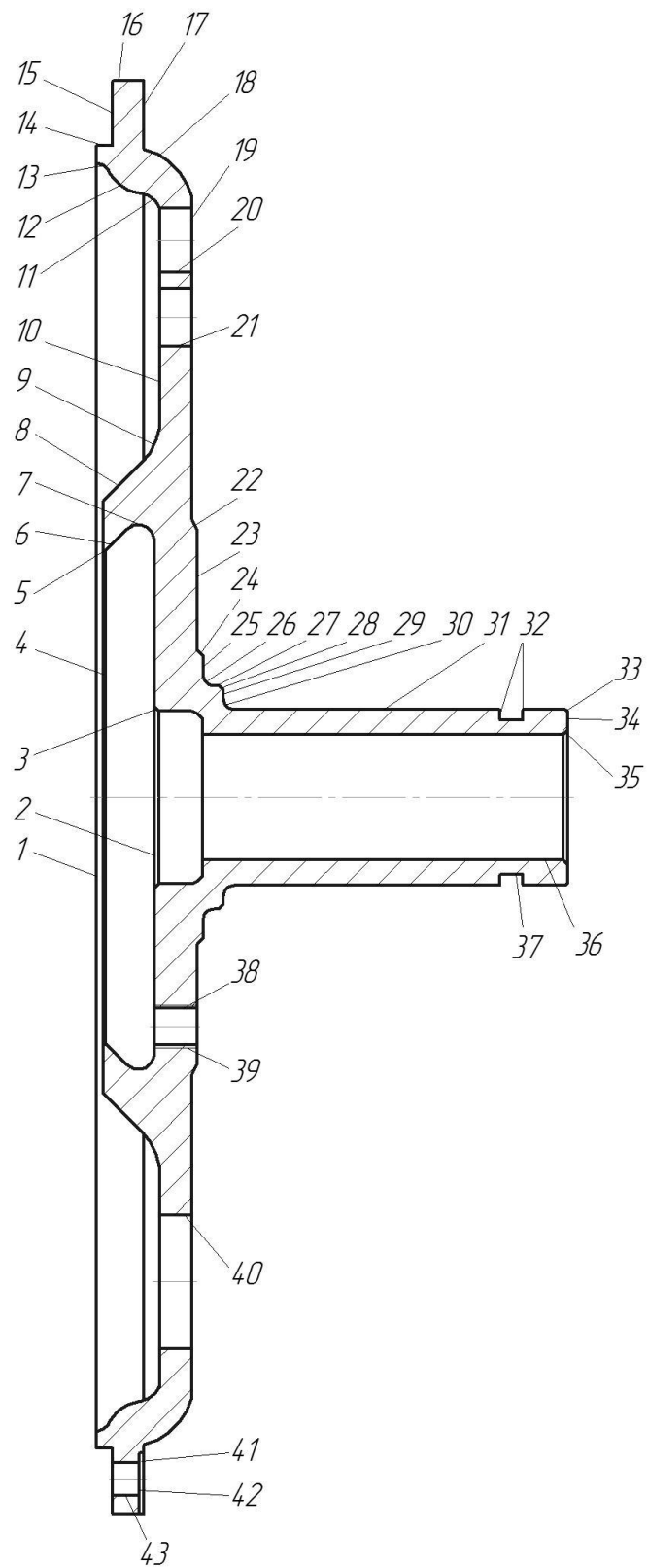


Рисунок 2 – Эскиз полумуфты

Таблица 1 – Результаты разработки маршрутов обработки поверхностей

Поверхность	Квалитет точности	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	12	12,5	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование» [14]
2	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
3	12	12,5	«точение чистовое, термическая обработка» [14]
4	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
5	12	12,5	«точение чистовое, термическая обработка» [14]
6	12	12,5	«литье, термическая обработка» [14]
7	12	12,5	«литье, термическая обработка» [14]
8	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
9	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
10	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
11	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
12	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
13	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
14	8	2,5	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, точение тонкое» [14]
15	10	2,5	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, точение тонкое» [14]
16	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
17	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
18	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
19	10	6,3	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка» [14]
20	8	1,25	«сверление, зенкерование, развертывание термическая обработка» [14]
21	12	12,5	«сверление, термическая обработка» [14]
22	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
23	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
24	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
25	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
26	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
27	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
28	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
29	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
30	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
31	8	2,5	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, точение тонкое» [14]
32	10	3,2	«точение чистовое, термическая обработка» [14]
33	12	12,5	«точение чистовое, термическая обработка» [14]
34	12	12,5	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование» [14]
35	12	12,5	«точение чистовое, термическая обработка» [14]
36	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [14]
37	12	12,5	«точение чистовое, термическая обработка» [14]
38	10	12,5	сверление, термическая обработка

Продолжение таблицы 1

Поверхность	Квалитет точности	Шероховатость Ra , мкм	Маршрут обработки
39	10	6,3	резьбонарезание, термическая обработка
40	10	6,3	сверление, термическая обработка
41	12	12,5	фрезерование, термическая обработка
42	12	12,5	фрезерование, термическая обработка

Полученные маршруты обработки поверхностей используем для определения припусков на обработку поверхностей. Возможно использование нескольких подходов к решению данной задачи. Исходя из типа производства припуски на обработку самой точной поверхности диаметром $500h8(-0.097)$ целесообразно определить с применением расчетно-аналитической методики [20].

Расчеты выполняются в следующем порядке:

- «определяем квалитеты точности на каждом переходе;
- определяем величину допуска для каждого квалитета;
- определяем составляющие припуска;
- определяем значения минимальных, максимальных и средних припусков на обработку для каждого перехода;
- определяем операционные размеры для каждого перехода;
- определяем суммарные припуски» [20].

«Значения минимальных припусков по переходам определяется по формуле:

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

где a_{i-1} – глубина дефектного слоя после выполнения предыдущего перехода, мм;

Δ_{i-1} – величина суммарных пространственных отклонений поверхности на предыдущем переходе, мм;

ε_i – величина погрешности установки заготовки на текущем переходе, мм» [20].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{1,750^2 + 0,025^2} = 2,05 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,157^2 + 0,025^2} = 0,36 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,1^2 + 0,012^2} = 0,351 \text{ мм.}$$

«Значения максимальных припусков по переходам определяется по формуле:

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

где Td_i – операционный допуск размера текущего перехода, мм;

Td_{i-1} – операционный допуск размера предыдущего перехода, мм» [20].

$$\begin{aligned} z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 2,05 + 0,5 \cdot (7,0 + 0,63) = \\ &= 5,865 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,36 + 0,5 \cdot (0,63 + 0,25) = \\ &= 0,8 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,351 + 0,5 \cdot (0,4 + 0,4) = \\ &= 0,571 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Значения средних припусков по переходам определяется по формуле:

$$z_{срi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8)$$

$$z_{ср1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (5,865 + 2,051) = 3,958 \text{ мм.}$$

$$z_{ср2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,8 + 0,36) = 0,58 \text{ мм.}$$

$$z_{ср3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,571 + 0,351) = 0,461 \text{ мм.}$$

Припуски используются для расчета операционных размеров.

Минимальные операционные размеры рассчитываются с использованием формулы:

$$d_{(i-1)min} = d_{i min} + 2 \cdot z_{i min}. \quad (9)$$

Для перехода термообработки минимальный диаметр рассчитывается с использованием формулы:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1) min} \cdot 0,999. \quad (10)$$

Максимальные операционные размеры рассчитываются с использованием формулы:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (11)$$

Средние операционные размеры рассчитываются с использованием формулы:

$$d_{i cp} = 0,5 \cdot (d_{i max} + d_{i min}). \quad (12)$$

Проводим соответствующие расчеты.

$$d_{3min} = 499,903 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = 500,000 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} d_{3cp} &= 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (500,000 + 499,903) = \\ &= 499,952 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$d_{то min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 499,903 + 2 \cdot 0,351 = 500,605 \text{ мм.}$$

$$d_{то max} = d_{тоmin} + Td_{то} = 500,605 + 0,4 = 501,005 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} d_{то cp} &= 0,5 \cdot (d_{то max} + d_{то min}) = 0,5 \cdot (501,005 + 500,605) = \\ &= 500,805 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$d_{2min} = d_{r0min} \cdot 0,999 = 500,605 \cdot 0,999 = 500,105 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 500,105 + 0,25 = 500,355 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (500,355 + 500,105) = \\ = 500,230 \text{ мм.}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 500,105 + 2 \cdot 0,36 = 500,825 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 500,825 + 0,63 = 501,455 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (501,455 + 500,825) = \\ = 501,140 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 500,825 + 2 \cdot 2,05 = 504,925 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 504,925 + 7,0 = 511,925 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (511,925 + 504,925) = \\ = 508,425 \text{ мм.}$$

Значение минимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (13)$$

$$2z_{min} = 504,925 - 500,000 = 4,925 \text{ мм.}$$

Значение максимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_3. \quad (14)$$

$$2z_{max} = 4,925 + 7,0 + 0,097 = 12,022 \text{ мм.}$$

Значение среднего общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (4,925 + 12,022) = 8,474 \text{ мм.}$$

Методика назначения припусков на обработку других поверхностей следующая [4]:

- по таблицам [4] определяем минимальный припуск на обработку;
- максимальный припуск на обработку рассчитывается с использованием формулы (7).

Результаты расчетов оформим в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов припусков на обработку

Поверхность	Номер перехода	Минимальное значение припуска, мм	Максимальное значение припуска, мм
1	1	2,5	4,5
	2	1,0	1,28
	3	0,5	0,66
2	1	2,0	2,4
4	1	2,0	2,4
8	1	2,5	6,26
9	1	2,5	6,26
10	1	2,5	6,26
11	1	2,5	6,26
12	1	2,5	6,26
13	1	2,5	6,26
15	1	2,5	6,2
	2	1,0	1,28
	3	0,5	0,66
16	1	2,25	6,065
18	1	2,5	4,7
19	1	2,5	4,825
	2	1,0	1,175
20	1	0,5	0,647
23	1	2,5	4,825
25	1	2,5	4,825
26	1	2,5	4,825
27	1	2,5	4,825
29	1	2,0	4,325
31	1	1,3	3,95
	2	0,15	0,36
	3	0,2	0,283
34	1	1,6	3,6
	2	0,8	1,08
	3	0,4	0,56
36	1	1,0	3,325

По ГОСТ Р 53464-2009 [3] определяем исходные параметры для расчета заготовки:

- степень точности поверхности 15;
- класс точности массы 10;
- класс размерной точности 11;
- ряд припусков 7;
- степень коробления 7.

Используя тот же ГОСТ Р 53464-2009 [3] определяем напуски и отклонения формы и расположения поверхностей заготовки:

- минимальный литейный припуск 0,8 мм;
- эксцентricность отверстий не более 2,0 мм;
- плоскостность торцев не более 2,5 мм;
- неуказанные радиусы 2 мм.

Заготовка проектируется по следующему алгоритму [16]:

- чертим контур детали;
- добавлением припусков на механическую обработку определяем контур заготовки;
- назначаем черновые технологические базы;
- чертим контур заготовки путем добавления напусков.

Рабочий чертеж заготовки представлен на листе графической части работы.

2.3 Проектирование плана изготовления

План изготовления представляет собой графическое отображение маршрута изготовления. План изготовления должен отображать применяемое на операциях оборудование, операционные эскизы и технические требования на операции техпроцесса.

Формирование маршрута изготовления детали производится с учетом маршрутов обработки поверхностей, требований к концентрации переходов, характеристик поверхностей детали и требований к их взаимному

расположению и других требований характерных для среднесерийного типа производства [19].

В качестве основы для формирования маршрута обработки полумуфты принимаем типовой технологический маршрут обработки однотипной детали [18, 23]. После его доработки путем анализа необходимости выполнения соответствующих операций и добавления недостающих операций получим технологический маршрут, представленный в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Технологический маршрут обработки полумуфты

Метод обработки	Номер обрабатываемой поверхности	Операция
Точение	17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 34, 36	005 Токарная
Точение	1, 2, 4, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16	010 Токарная
Точение	19, 31, 32, 34, 35, 37	015 Токарная
Точение	1, 14, 15	020 Токарная
Сверление	20, 21, 38, 40, 43	025 Сверлильная
Зенкерование	20	025 Сверлильная
Развертывание	20	025 Сверлильная
Резьбонарезание	39	025 Сверлильная
Фрезерование	41, 42	025 Сверлильная
ТО	все	030 Термическая
Шлифование	1, 34	035 Плоскошлифовальная
Точение	31	040 Токарная
Точение	14, 15	045 Токарная
Мойка	все	050 Моечная
Контроль	все	055 Контрольная

Представленный в таблице 3 маршрут обработки отображается на плане изготовления в виде эскизов выполнения операций с указанием на них всех обрабатываемых поверхностей, операционных размеров и схем базирования. Более подробно сведения о правилах формирования плана изготовления содержатся в литературе [17].

Одним из ключевых вопросов при разработке плана изготовления детали является разработка схем базирования. От принятых на данном этапе решений зависят ключевые показатели проектируемого технологического

процесса. Среди этих показателей точность обработки, величина припусков на обработку, характеристики поверхностного слоя обрабатываемой детали, средства технологического оснащения, экономические показатели технологического процесса и ряд других. Эффективные схемы базирования разрабатываются на основе основных принципов базирования и типовых схем. Более подробно данная информация представлена в литературе [14].

В соответствии с требованиями оформления результатов проектирования план изготовления представлен в виде соответствующих карт в приложении А и в виде соответствующего графического документа в графической части работы.

2.4 Определение средств оснащения техпроцесса

«В состав средств оснащения техпроцесса входят: металлорежущее оборудование, станочные приспособления, металлорежущий инструмент, средства контроля» [7].

Металлорежущее оборудование в условиях среднесерийного типа производства должно отвечать следующим требованиям:

- выполнение технических требований к операциям технологического процесса;
- обеспечение заданной структуры операции;
- возможность быстрой переналадки;
- широкие технологические возможности;
- минимальные габаритные характеристики;
- необходимая и достаточная мощность;
- надежность;
- минимальная стоимость;
- обеспечение требований по безопасности эксплуатации;
- обеспечение требований по экологичности эксплуатации.

Если предъявляемым требованиям отвечают несколько наименований оборудования, то выбор необходимо произвести путем дополнительного экономического обоснования.

В таблице 4 приведены результаты выбора металлорежущего оборудования с использованием данных [11].

Таблица 4 – Результаты выбора металлорежущего оборудования

Операция	Наименование перехода	Поверхности	Точность	Оборудование
005 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 34, 36	12	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3
010 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	1, 2, 4, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16	12	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3
015 Токарная	точение шеек, торцев	19, 31, 32, 34, 35, 37	10	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3
020 Токарная	точение шейки и торца	1, 14, 15	10	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3
025 Сверлильная	фрезерование, сверление, развертывание отверстий, нарезание резьбы	20, 21, 38, 39, 40, 41, 42, 43	10	обрабатывающий центр JET JVC-4S CNC
030 Термическая		все		
035 Шлифовальная	шлифование торцев	1, 34	8	плоскошлифовальный 3Б756
040 Токарная	точение шейки	31	8	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3
045 Токарная	точение шейки и торца	14, 15	8	токарно-карусельный с ЧПУ 1A512MФ3
050 Моечная		все		моечная машина
055 Контрольная		все		контрольный стол

Станочные приспособления в условиях среднесерийного типа производства должно отвечать следующим требованиям:

- обеспечение схемы базирования принятой на операции;
- надежность закрепления;

- стабильность сил закрепления;
- механизация или автоматизация процесса закрепления;
- обеспечение заданной точности установки;
- обеспечение необходимого быстродействия;
- надежность;
- минимальная стоимость;
- обеспечение требований по безопасности эксплуатации;
- обеспечение требований по экологичности эксплуатации.

В таблице 5 приведены результаты выбора станочных приспособлений с использованием данных [21, 22].

Таблица 5 – Результаты выбора станочных приспособлений

Операция	Наименование перехода	Элемент базирования	Элемент закрепления	Наименование приспособления
005 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	упор	кулачки	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
010 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	упор	кулачки	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
015 Токарная	точение шеек, торцев	упор	кулачки	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
020 Токарная	точение шейки и торца	упор	кулачки	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
025 Сверлильная	фрезерование, сверление, развертывание отверстий, нарезание резьбы	упор	кулачки	приспособление специальное
030 Термическая				
035 Шлифовальная	шлифование торцев	плита	магнит	плита магнитная 72080115 ГОСТ 16528-87
040 Токарная	точение шейки	упор	кулачки	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
045 Токарная	точение шейки и торца	упор	кулачки	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80

Металлорежущий инструмент в условиях среднесерийного типа производства должно отвечать следующим требованиям:

- реализация выбранного метода обработки;
- обеспечение заданной точности обработки;
- обеспечение заданных характеристик поверхностного слоя;
- максимальная производительность;
- максимальная стойкость;
- минимальная стоимость;
- надежность;
- обеспечение требований по безопасности эксплуатации;
- обеспечение требований по экологичности эксплуатации.

В таблице 6 приведены результаты выбора металлорежущих инструментов с использованием данных [5, 6, 21].

Таблица 6 – Результаты выбора металлорежущих инструментов

Операция	Наименование перехода	Материал режущей части	Наименование инструмента
005 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	T5K10	резец расточной специальный T5K10, резец контурный ГОСТ 20872-80 T5K10
010 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	T5K10	резец расточной специальный T5K10, резец контурный ГОСТ 20872-80 T5K10
015 Токарная	точение шеек, торцев	T30K4	резец контурный ГОСТ 20872-80 T30K4, резец канавочный ГОСТ 20872-80 T30K4
020 Токарная	точение шейки и торца	T30K4	резец контурный ГОСТ 20872-80 T30K4
025 Сверлильная	фрезерование, сверление, развертывание отверстий, нарезание резьбы	GC4014, GC1640, GC1220, P10R, GC1025	сверло 880-D5000C6-03 GC4014 Sandvik, фреза концевая R216.24-20050CCC32P GC1640 Sandvik, сверло R840-1250-30-A0A GC1220 Sandvik, сверло спиральное 880-D2200L25-03 GC4014 Sandvik, сверло спиральное 880-D2350L25-03 GC4014 Sandvik, развертка 830B-E06D1800H7S12 P10R Sandvik, сверло спиральное R840-

Продолжение таблицы 6

Операция	Наименование перехода	Материал режущей части	Наименование инструмента
			1425-30-A0A GC1220 Sandvik, фреза резьбовая 326R08- B25100VM-TH GC1025 Sandvik
030 Термическая			
035 Шлифовальная	шлифование торцев	электрокорунд белый	круг шлифовальный 1 – 500x40x127 23A46K5V
040 Токарная	точение шейки	ВОК-60	резец контурный ГОСТ 28980-91 ВОК-60
045 Токарная	точение шейки и торца	ВОК-60	резец контурный ГОСТ 28980-91 ВОК-60
050 Моечная			
055 Контрольная			

Средства контроля в условиях среднесерийного типа производства должно отвечать следующим требованиям:

- обеспечение необходимой точности контроля;
- максимальная производительность;
- максимальная стойкость;
- минимальная стоимость;
- надежность;
- обеспечение требований по безопасности эксплуатации;
- обеспечение требований по экологичности эксплуатации.

В таблице 7 приведены результаты выбора средств контроля с использованием данных [15].

Таблица 7 – Результаты выбора средств контроля

Операция	Наименование перехода	Точность контроля	Средство контроля
005 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	12	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89
010 Токарная	точение, растачивание	12	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166

Продолжение таблицы 7

Операция	Наименование перехода	Точность контроля	Средство контроля
	шеек, торцев		-89, нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88
015 Токарная	точение шеек, торцев	10	скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75, калибры
020 Токарная	точение шейки и торца	10	скоба индикаторная СИ-500 ГОСТ 11098-75
025 Сверлильная	фрезерование, сверление, развертывание отверстий, нарезание резьбы	8, 10	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89, нутромер НМ-75 ГОСТ 10-88, калибры, калибр резьбовой
035 Шлифовальная	шлифование торцев	10	скоба индикаторная СИ-200 ГОСТ 11098-75
040 Токарная	точение шейки	8	скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75
045 Токарная	точение шейки и торца	8	скоба индикаторная СИ-500 ГОСТ 11098-75

Представленные в таблицах 4–7 средства оснащения техпроцесса представлены в соответствующей технологической документации в приложении А, на плане изготовления и технологических наладках в графической части работы.

2.5 Разработка технологических операций

Основой для разработки технологических операций является определение режимов резания и норм времени на их проведение. В условиях среднесерийного производства режимы резания могут быть определены расчетно-аналитическим [21] и статистическим [13] методами. Первый метод более точный, но при этом требует большого количества справочных данных. Второй метод менее точный, но при этом более простой. В данном случае для всех операций, кроме 025 сверлильной возможно применение расчетно-аналитического метода. Сверлильная операция подразумевает использование инструмента фирмы «Sanvik coromant», поэтому для данной операции целесообразно использование соответствующих рекомендаций

производителя [6], которые реализуют статистический метод определения режимов резания.

Использование расчетно-аналитического метода подразумевает использование следующего алгоритма:

- по глубине резания и напускам назначаются глубины резания для каждого перехода;
- по справочным данным выбирается подача;
- рассчитывается скорость резания;
- определяется частота вращения шпинделя;
- уточняется скорость резания исходя из действительной частоты вращения шпинделя.

Определение скорости резания производится по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (16)$$

где V_T – скорость резания по нормативам, м/мин;

K_1 – коэффициент материала детали;

K_2 – коэффициент материала инструмента;

K_3 – коэффициент вида обработки.

Определение частоты вращения производится по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (17)$$

где d – размер поверхности обработки, мм.

Определение действительной скорости резания производится по формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (18)$$

где n_d – действительная частота вращения шпинделя, об/мин.

Нормирование операций технологического процесса выполняется с применением расчетного метода [21].

Нормы времени устанавливаются для каждой операции техпроцесса.

«Штучное время рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}, \quad (19)$$

где $T_{оп}$ – оперативное время, мин;

$T_{об}$ – время обслуживания, мин;

$T_{пер}$ – время перерывов в работе, мин» [21].

«Оперативное время рассчитывается по формуле:

$$T_{оп} = T_о + T_в, \quad (20)$$

где $T_о$ – основное время обработки, мин;

$T_в$ – вспомогательное время обработки, мин» [21].

«Время обслуживания рассчитывается по формуле:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \quad (21)$$

где $T_{тех}$ – время на техническое обслуживание, мин;

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин» [21].

Штучно-калькуляционное время принимается за норму времени в условиях серийного производства и рассчитывается по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (22)$$

где $T_{тех}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – размер производственной партии запуска.

Все составляющие для определения норм времени назначаются исходя из конфигурации детали, структуры операции, режимов резания и статистических данных [13].

Результаты определения режимов резания и нормирования операций технологического процесса представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты определения режимов резания и нормирования

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
005 Токарная						
1	1,05	122	72	529	7,0	9,18
2	0,63	118	800	142	0,34	
010 Токарная						
1	1,05	122	72	66	1,17	5,74
2	0,98	108	72	182	3,42	
015 Токарная						
1	0,32	102	72	277	12,96	15,6
2	0,5	100	480	10	0,04	
020 Токарная						
1	0,32	122	72	31	1,45	1,89
025 Сверлильная						
1	0,4	14	90	153	5,58	17,74
2	0,3	173	2150	135	0,21	
3	0,2	12	300	153	2,97	
4	0,26	11	150	51	1,59	
5	0,26	11	150	51	1,59	
6	0,15	110	1500	51	0,21	
7	0,2	6,7	150	63	2,43	
8	1,5	87	1800	63	0,2	
035 Плоскошлифовальная						
1	0,015	10		602	5,7	7,13
040 Токарная						
1	0,028	249	1200	143	4,29	5,54
045 Токарная						
1	0,028	203	120	31	9,31	11,64

Представленные в таблице 8 результаты отражены в соответствующей технологической документации и технологических наладках.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Эскиз лимитирующей 025 сверлильной операции с операционными размерами представлен на рисунке 3.

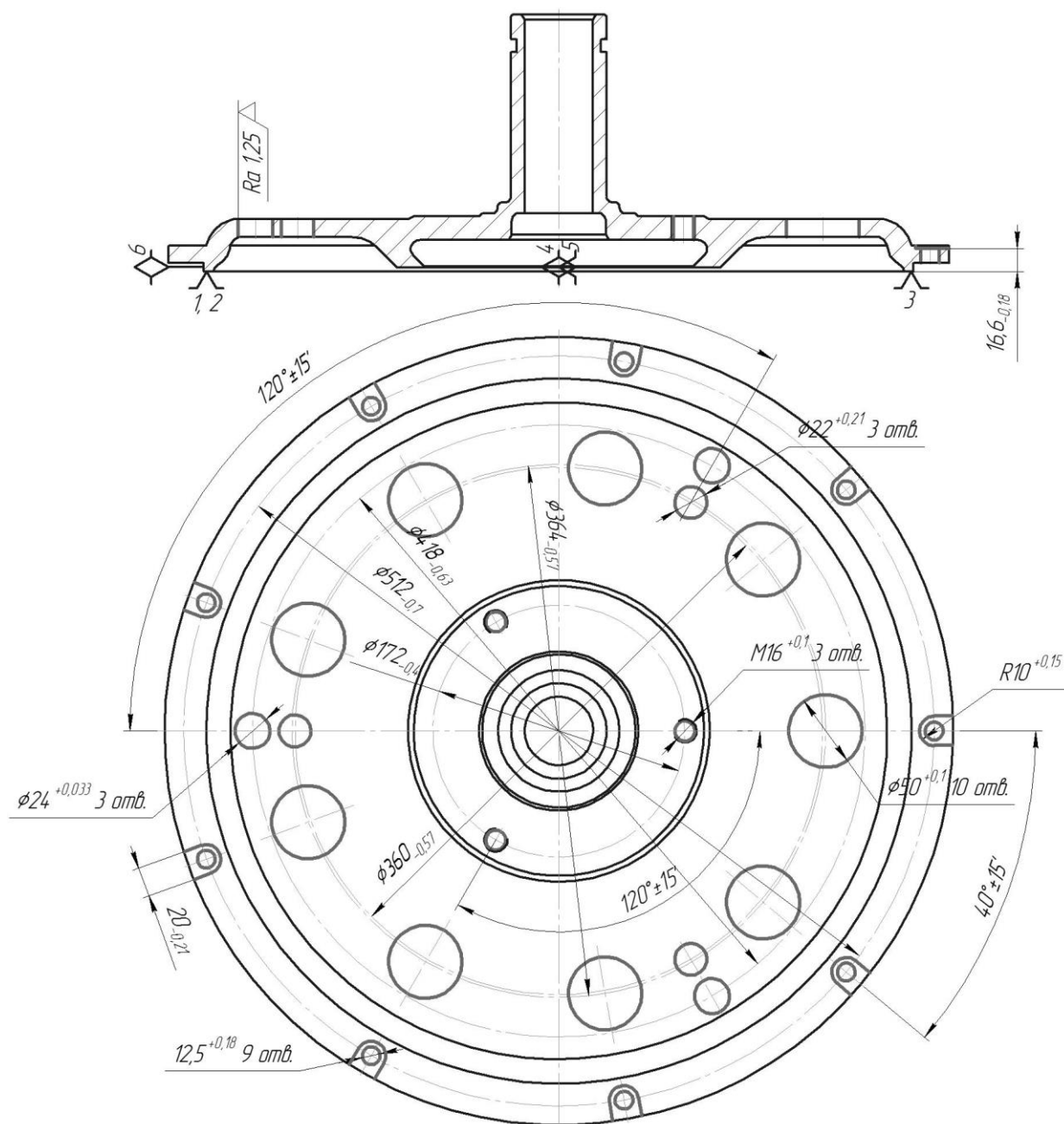


Рисунок 3 – Эскиз сверлильной операции

С целью сокращения общего времени обработки проведем проектирование для данной операции механизированного специализированного безналадочного станочного приспособления по методике [22].

Алгоритм проектирования приспособления следующий:

- определяется момент и силы резания;
- определяется необходимые момент и силы закрепления;
- из равенства моментов и сил определяется необходимая сила закрепления;
- определяется усилие на силовом приводе;
- определяется диаметр поршня силового привода;
- определяется точность установки в приспособлении.

Очевидно, что наиболее тяжело нагруженным переходом на данной операции будет переход сверления отверстия диаметром 50 мм, поэтому расчеты ведем по данному переходу.

«Определение крутящего момента производится по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (23)$$

где C_m , q , y , K_p – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают условия проведения операции;

D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

S – продольная подача, мм/об» [22].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 50^2 \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1,07 = 578 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Определение осевой силы производится по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (24)$$

где C_p – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции.

$$P_0 = 10 \cdot 143 \cdot 50^1 \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1,07 = 40284 \text{ Н.}$$

«Определение момента силы закрепления производится по формуле:

$$M_3 = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (25)$$

где W – сила закрепления, Н;

f – коэффициент трения поверхностей закрепления;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [22].

Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{M_{кр}}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (26)$$

где K – коэффициент запаса.

$$W = \frac{578}{2 \cdot 0,16 \cdot 500} \cdot 2,48 = 9 \text{ Н.}$$

Действию осевой силы резания в процессе обработки противодействует сила трения, которая определяется по формуле:

$$F_{тр} = 8 \cdot W \cdot f. \quad (27)$$

«Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{P_0}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (28)$$

где K – коэффициент запаса» [22].

$$W = \frac{40284}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 70171 \text{ Н.}$$

Проектирование зажимного механизма ведем по наибольшему значению требуемой силы закрепления.

Силовой привод для создания силы закрепления должен развивать усилие, которое определяется по формуле:

$$Q = \frac{W}{i}, \quad (29)$$

где: i – передаточное отношение зажимного механизма.

Передаточное отношение рассчитывается по формуле:

$$i = \frac{A}{B}, \quad (30)$$

где A и B – плечи создаваемые силами W и Q , мм.

$$i = \frac{210}{84} = 2,5.$$

Рассчитываем усилие создаваемое приводом:

$$Q = \frac{7071}{2,5} = 28069 \text{ Н.}$$

Создание расчетного усилия обеспечивается применением гидроцилиндром, диаметр которого рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (31)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление рабочей среды, МПа.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 28069}{5,0} + 30^2} = 89 \text{ мм.}$$

Округляем значение диаметра поршня до ближайшего стандартного большего значения 100 мм.

Определение точности установки заготовки в данном приспособлении выполняется на основе расчетной размерной схемы погрешностей приспособления, приведенной на рисунке 4.

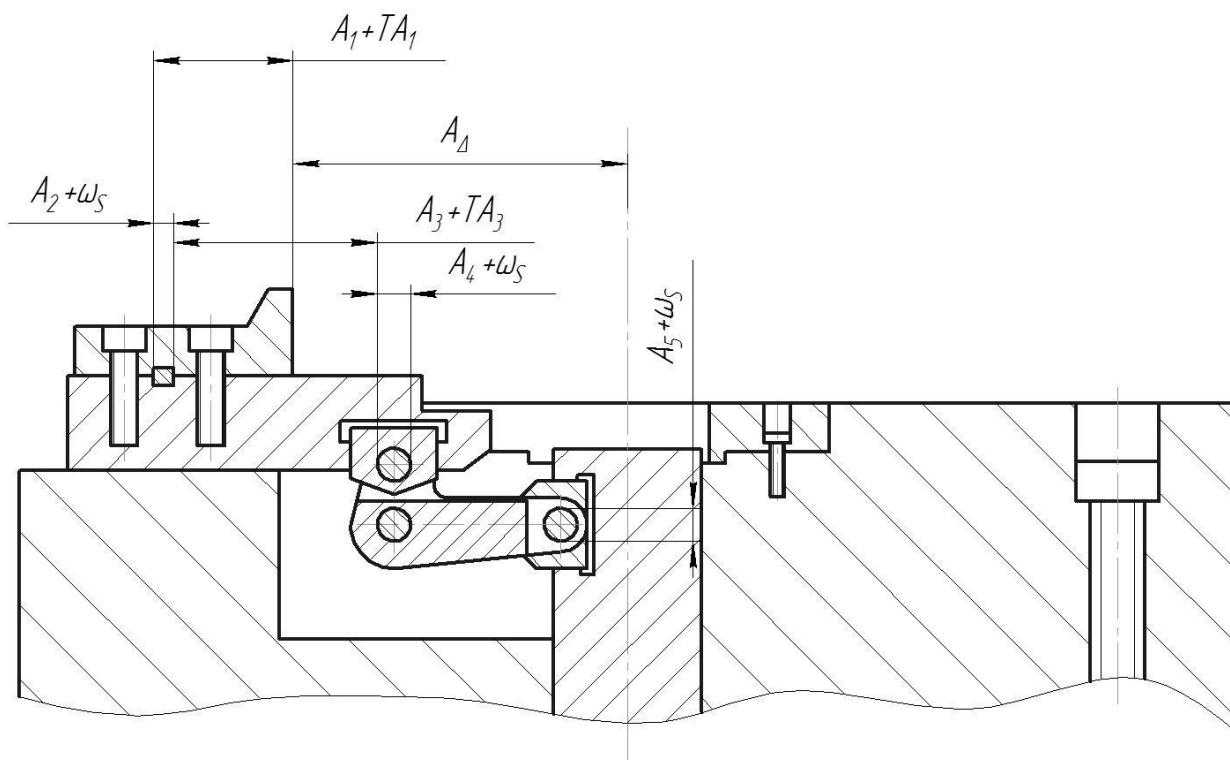


Рисунок 4 – Расчетная размерная схемы погрешностей приспособления

«Из схемы составляем формулу для определения погрешности установки в данном приспособлении:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (32)$$

где Δ_1, Δ_3 – погрешности изготовления соответствующих размеров размерной цепи, мм;

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_5$ – колебания зазоров в соответствующих сопряжениях размерной цепи, мм» [22].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,020 \text{ мм.}$$

Приспособление будет считаться удовлетворяющим заданной точности установки в нем, если полученное расчетное значение будет меньше чем допустимое, которое определяется по формуле:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot Td, \quad (33)$$

где: Td – допуск выполняемого размера, мм.

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,33 = 0,11 \text{ мм.}$$

Условие выполнено, значит, спроектированное приспособление обеспечивает необходимую точность установки.

Подробно конструкция приспособления представлена на листе графической части работы и в приложении Б.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Проектирование режущего инструмента с целью устранения влияния появления в процессе резания сливной стружки на переходе растачивания токарной черновой операции будем производить по методике [8].

Режущая пластина трехгранная из сплава Т5К10. Крепление пластины к корпусу осуществляется через опорную пластину механическим способом при помощи прихвата. Для обеспечения заданных режимов резания, а также качества обрабатываемых поверхностей принимаем главный угол в плане φ равным 91° .

«Для определения основных размеров резца необходимо определить площадь сечения срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (34)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [8].

$$F = 1,0 \cdot 0,63 = 0,63 \text{ мм}^2.$$

«Данному сечению резца соответствуют следующие конструктивные параметры: диаметр державки 20 мм, рабочая высота 25 мм, длина 170 мм» [8].

«Расчет минимально допустимого диаметра винта, прижимающего прихват к пластине, выполняется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (35)$$

где Q_1 – сила, действующая на винт в процессе обработки, Н;

σ_d – допустимое материалом винта напряжение, МПа» [8].

Сила, действующая на винт в процессе обработки, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (36)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение составляющей силы резания, возникающей в процессе обработки, Н.

Подставляя соответствующие значения, выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{1659}{0,7} = 2370 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2370}{\pi \cdot 650}} = 2,7 \text{ мм.}$$

Из конструктивных соображений принимаем диаметр винта М3.

Резец состоит из державки, к которой винтом крепится опорная пластина. К опорной пластине при помощи прихвата крепится режущая пластина, на которой находится стружколом. Прихват крепится к корпусу при помощи винта. Ожидаемый технический эффект достигается за счет применения в конструкции резца накладного стружколома. Подробно конструкция резца представлена в графической части и в приложении Б.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Спроектированный технологический процесс изготовления полумуфты Б-10М обладает рядом характеристик влияющих на безопасность его выполнения и окружающую среду. Оценка безопасности и экологичности технологического процесса производится с использованием методики и данных [1].

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Составим технологический паспорт технологического процесса (таблица 9), в котором укажем работников непосредственно участвующих в технологическом процессе, необходимое оборудование, станочные приспособления, режущий инструмент, материалы и вещества, используемые в техпроцессе.

Таблица 9 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [1]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [1]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [1]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [1]	«Материалы, вещества» [1]
технологический процесс изготовления полумуфты Б-10М	токарная операция	оператор станков с числовым управлением	токарно-карусельный с ЧПУ 1А512МФЗ, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80, резец расточной специальный Т5К10, резец	сталь 45ФЛ ГОСТ 977–88, обтирочная ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость

Продолжение таблицы 9

«Технологический процесс» [1]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [1]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [1]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [1]	«Материалы, вещества» [1]
	сверлильная операция	оператор станков с числовым управлением	контурный ГОСТ 20872-80 T5K10 обрабатывающий центр JET JVC-4S CNC, приспособление специальное, сверло 880-D5000C6-03 GC4014 Sandvik, фреза концевая R216.24-20050CCC32P GC1640 Sandvik, сверло R840-1250-30-A0A GC1220 Sandvik, сверло спиральное 880-D2200L25-03 GC4014 Sandvik, сверло спиральное 880-D2350L25-03 GC4014 Sandvik, развертка 830B-E06D1800H7S12 P10R Sandvik, сверло спиральное R840-1425-30-A0A GC1220 Sandvik, фреза резьбовая 326R08-B25100VM-TH GC1025 Sandvik	

Технологический паспорт используется для выявления идентификации,

возникающих в ходе выполнения технологического процесса, профессиональных рисков, разработки мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на производстве, обеспечения экологической безопасности разработанного техпроцесса.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Согласно данным [1] выявляем наиболее вероятные профессиональные риски, которые могут воздействовать на работников участка по изготовлению втулки делительного механизма сверлильного приспособления. При этом следует учесть влияние опасных и вредных факторов, источником которых является не рассматриваемый технологический процесс, а машины, механизмы и другие процессы данного производственного подразделения. В таблице 10 представлены результаты идентификации профессиональных рисков.

Таблица 10 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [1]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [1]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [1]
токарная операция, сверлильная операция	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [1]	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	«заготовка в процессе обработки, инструмент» [1]
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей	оборудование, техоснастка, инструмент,

Продолжение таблицы 10

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [1]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [1]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [1]
	и характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации	погрузчики
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики
	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	оборудование
	«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)» [1]	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики, смазочно-охлаждающая жидкость на синтетической основе
	физическая динамическая нагрузка	оборудование, техоснастка
	стереотипные рабочие движения	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики

Основываясь на полученных данных по идентификации профессиональных рисков можно сделать вывод о том, что большинство профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса характерны для механообрабатывающего производства.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Устранение и снижение влияния выявленных профессиональных рисков возможно применением различных технических методов, организационных мер и средств индивидуальной защиты. В таблице 11 представлены предлагаемые мероприятия по устранению и снижению влияния профессиональных рисков технологического процесса.

Таблица 11 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [1]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [1]	«Средства индивидуальной защиты работника» [1]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [1]	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, снятие с заготовок заусенцев, ограждающие устройства	«фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные» [1]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие и ограничивающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, «перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием» [1]

Продолжение таблицы 11

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [1]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [1]	«Средства индивидуальной защиты работника» [1]
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	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, защитные экраны, изоляция источников шума, дистанционное управление оборудованием» [1]	наушники противошумные или вкладыши противошумные
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	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, аварийного отключения оборудования, диэлектрические коврики	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение местного освещения	
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных

Продолжение таблицы 11

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [1]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [1]	«Средства индивидуальной защиты работника» [1]
физическая динамическая нагрузка	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе	загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником
стереотипные рабочие движения	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе	

Предлагаемые мероприятия позволят существенно снизить или полностью устранить влияние профессиональных рисков, возникающих в ходе рассматриваемого технологического процесса, что положительно скажется на безопасности работников данного производственного подразделения.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственного участка зависят, прежде всего, от класса возможного пожара и его опасных факторов. Для их определения воспользуемся рекомендациями [1]. Результаты представим в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение» [1]	«Оборудование» [1]	«Класс пожара» [1]	«Опасные факторы пожара» [1]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [1]
участок изготовления полумуфты Б-10М	токарно-карусельный с ЧПУ 1А512МФ3, обрабатывающий центр JET JVC-4S CNC	пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	«осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [1]

На основе представленных в таблице 9 данных разработаем комплекс мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Технические средства, отвечающие всем необходимым требованиям, представлены в таблице 13. Организационные мероприятия, способствующие обеспечению пожарной безопасности, представлены в таблице 14.

Таблица 13 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
огнетушители, гидропомпы, ведра, лопаты, ящики с песком, ломы, пилы, топоры	пожарные автомобили, передвижные огнетушители	автоматическая пенная система пожаротушения	извещатели пожарные, приборы управления пожарные, системы передачи и извещений о пожаре	гидранты, колонки, стволы, рукава	противогазы, самоспасатели	конусные ведра, ломы, багры, полотно, лопаты, тележка, экран защитного действия	оповещатели автоматические звуковые и световые

Таблица 14 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [1]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [1]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [1]
технологический процесс изготовления полумуфты Б-10М	«разработка и реализация приказов и распоряжений, инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности, средства наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [1]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [1]

Разработанные мероприятия и используемые технические средства позволяют в полной мере обеспечить пожарную безопасность в

производственном подразделении, где производится технологический процесс.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Мероприятия по обеспечению экологической безопасности определяются негативными факторами технологического процесса, воздействие которых на окружающую среду может привести к ухудшению экологической обстановки. В таблице 15 представлены результаты определения таких факторов» [1].

Таблица 15 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса» [1]	«Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса» [1]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [1]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [1]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [1]
технологический процесс изготовления полумуфты Б-10М	токарный HAAS ST-10 станок, оправка клино-плунжерная, резец контурный ГОСТ 18879-73, резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73 вертикально-сверлильный станок HAAS DM-1, приспособление специальное, сверло специальное, зенкер ГОСТ 11489-87, развертка ГОСТ 1671-80, метчик ГОСТ 9150-81	мелкодисперсные частицы смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль	смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль	металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы

Снижение и устранение влияния на окружающую среду воздействия выявленных факторов обеспечивается применением соответствующих технических средств и организационных мероприятий, представленных в таблице 16.

Таблица 16 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления полумуфты Б-10М
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	«использование рукавных фильтров, адсорберов, барботажно-пенных пылеуловителей, туманоуловителей» [1]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу» [1]	«использование механической очистки при помощи решеток, песколовок и отстойников, химической очистки при помощи адсорберов, замкнутого цикла водоснабжения» [1]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [1]	«использование систем сортировки отходов, повторное использование металлического лома, утилизация не перерабатываемых отходов на полигонах» [1]

Результатом выполнения оценки безопасности и экологичности технологического процесса стала разработка организационных мероприятий и применение технических средств, которые позволили снизить влияние и частично устранить все негативные факторы, воздействующие в процессе выполнения технологического процесса на работников производства, обеспечить пожарную безопасность и экологичность производства.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «Полумуфта». Эти изменения касаются двух операций:

- токарная операция – в качестве оснастки без изменения применяют патрон 3-х кулачковый. В качестве инструмента предложено использовать резец токарный расточной Т5К10 специальный с накладным стружколомом, вместо резца токарного расточного Т5К10 ГОСТ 2675-80;
- сверлильная операция – замена оборудования с 2P135Ф2 на JET JVC-4S CNC, в качестве оснастки применяют специальный патрон с механическим зажимом, вместо приспособления с ручным закреплением. В качестве измененного инструмента применяются: сверло, фреза концевая, разверстка и фреза резьбовая с пластина фирмы Sandvik, вместо аналогичного стандартного изготовленного по ГОСТ.

Используя данное описание изменений, рассчитаем, необходимые для определения эффективности, параметры, такие как: себестоимость, капитальные вложения, прибыль, срок окупаемости и экономический эффект. Чтобы получить значения указанных параметров воспользуемся соответствующим учебно-методическим пособием [9] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимо последовательно определить основную заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и

эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 5.

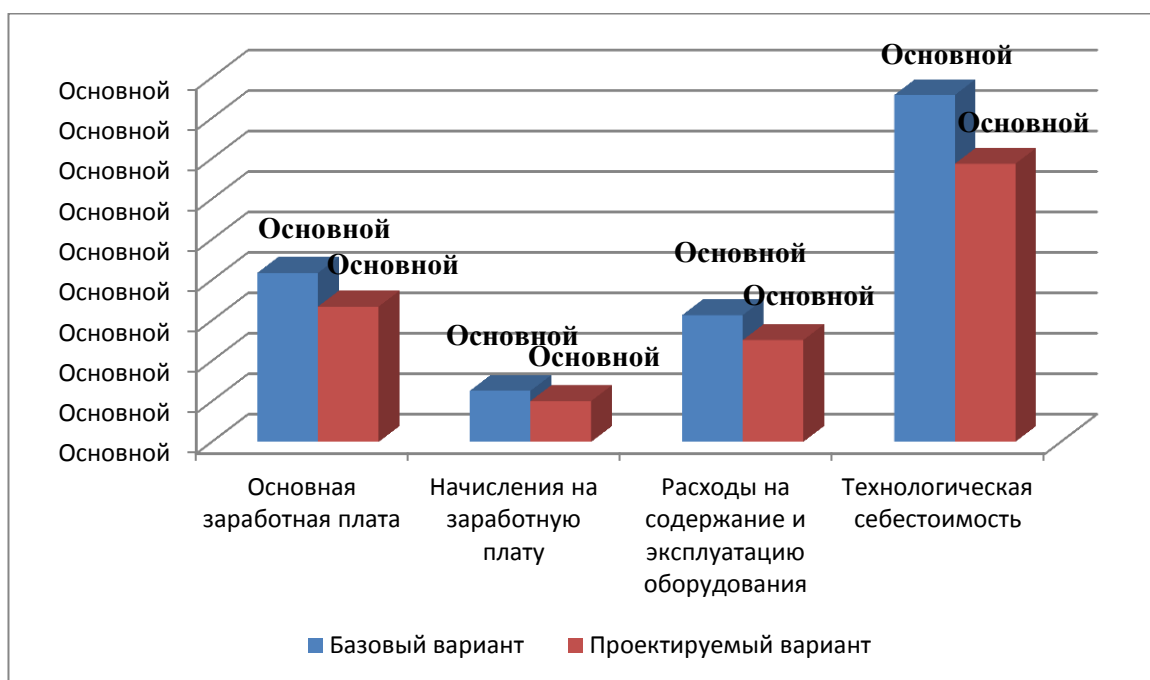


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 5, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Полумуфта» на 34 руб., что составит 19,8 %.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 476,89 рублей, а для проектируемого – 382,13 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость проектируемого варианта меньше чем в базовом. Эта разница составляет 19,9 % или 94,76 рублей.

Используя полученную разницу и годовую программу выпуска детали, определяем сначала ожидаемую прибыль, а затем, с учетом налоговой ставки для юридических лиц, чистую прибыль от внесенных изменений в технологический процесс, которая составит 379040 рублей.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложение в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали «Полумуфта» затрагивают замену оборудования, инструмента и оснастки, то капитальные вложения будут складываться из затрат на новое оборудование, затрат на инструмент, приспособление, затраты на доставку и монтаж и затрат на проектирование нового технологического процесса, поэтому общая сумма инвестиций составит 1419209,58 рублей. На рисунке 6 представлена структура капитальных вложений в долевом соотношении.

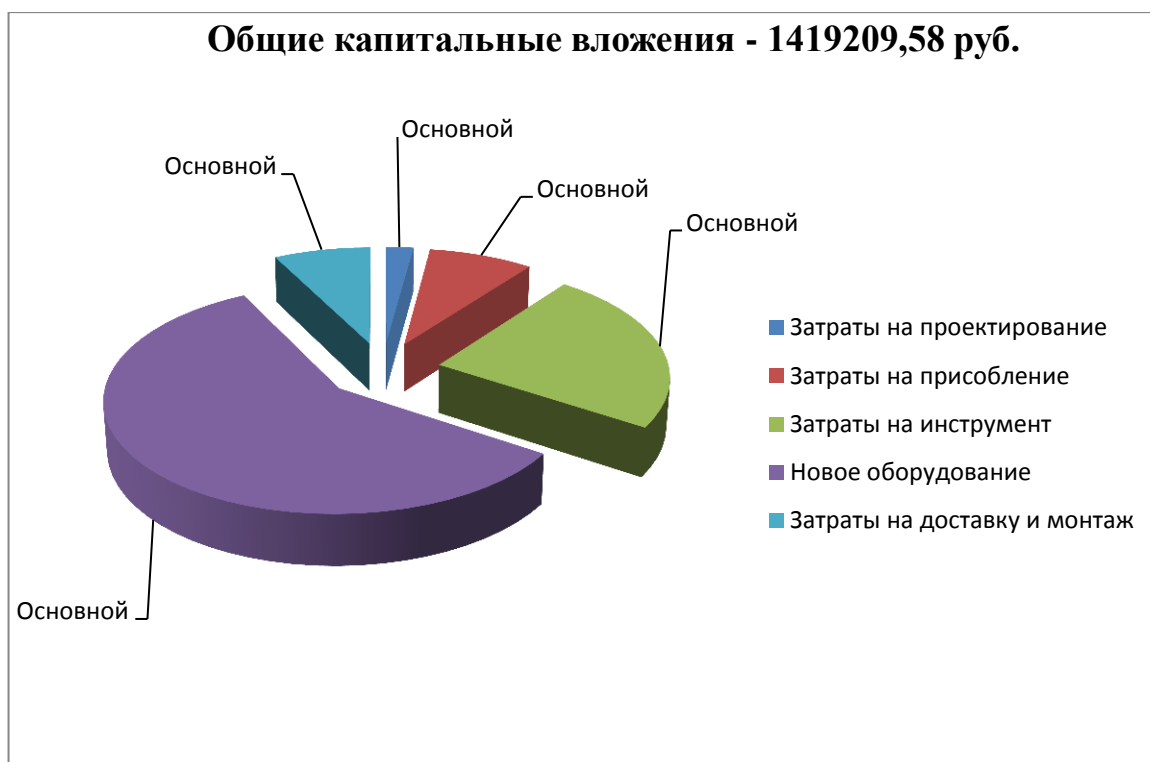


Рисунок 6 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 6, видно, что максимальное влияние на конечный размер инвестиций оказывают затраты на новое оборудование, с величиной доли 58,2 % и вторая величина, это затраты на инструмент – 23,8%.

Имея все необходимые параметры, можно обосновать эффективность предложенных изменений. Для этого необходимо определить: срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, интегральный экономический эффект и в зависимости от величины эффекта либо индекс доходности, либо доход на капитал. Полученные значения всех перечисленных параметров представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Показатели экономической эффективности проекта

Наименование параметра	Величина параметра
Срок окупаемости, года	4
Общий дисконтируемый доход, руб.	1642608,19
Интегральный экономический эффект, руб.	223398,62
Индекс доходности, руб. / руб.	1,16

Анализируя, представленные в таблице 17, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 223398,62 рублей, что является обязательным условием для экономического обоснования мероприятий. Так как эффект больше нуля, поэтому определяется индекс доходности, а не доход на капитал. Данный показатель дает понимание, какую прибыль может получить производитель с каждого вложенного в проект рубля, в нашем случае эта прибыль составит 0,16 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 16%.

Заключение

В результате выполнения квалификационной работы были сформулированы и решены следующие основные задачи.

Спроектирована заготовка, выбор которой обоснован экономическими расчетами. Выбраны методы обработки поверхностей исходя из технических требований, предъявляемых к ним. Сделаны расчеты припусков и определены основные характеристики заготовки.

Разработана маршрутная технология изготовления полумуфты на основе применения метода проектирования с использованием типовых технологических процессов. Определены основные средства технологического оснащения техпроцесса. Особое внимание уделено наиболее сложной сверлильной операции, содержащей большое количество технологических переходов. Для обеспечения максимальной концентрации переходов на данной операции предложено использовать высокопроизводительное технологическое оборудование и металлорежущий инструмент, что по сравнению с типовым технологическим процессом позволило сократить количество применяемого оборудования и технологической оснастки, а также повысить производительность операции. Выполнен расчет режимов резания и проведено нормирование операций технологического процесса на основе наиболее эффективных для среднесерийного типа производства методик с учетом особенностей применяемых средств технологического оснащения.

Усовершенствованию подверглась сверлильная операция, для которой было спроектировано специальное станочное приспособление. Также была усовершенствована токарная черновая операция, для которой был спроектирован расточной резец, что позволило использовать более производительные режимы резания.

Перечисленные выше решения позволили достичь цели квалификационной работы сформулированной во введении.

Список используемых источников

1. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.–метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд–во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 02.04.2020).
2. Горохов В.А. Материалы и их технологии: учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе ; под ред. В.А. Горохова. – Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА–М, 2016. – 588 с.
3. ГОСТ Р 53464–2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 45 с.
4. Зубарев Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. – Санкт–Петербург. : Лань, 2016. – 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 16.04.2020).
5. Инструментальные материалы: учеб. пособие / Г.А. Воробьева [и др.]. – Санкт–Петербург. : Политехника, 2016. – 267 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/563295> (дата обращения: 30.04.2020).
6. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 04.05.2020).
7. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 26.04.2020).
8. Клименков С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА–М, 2013. – 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата

обращения: 30.04.2020).

9. 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: 07.05.2020).

10. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско–технол. обеспечение машиностр. пр–в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4–е изд., перераб. и доп. – гриф МО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

11. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/881108> (дата обращения: 26.04.2020).

12. Михайлов А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско–технол. обеспечение машиностр. пр–в" / А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев, А.Г. Схиртладзе. – Гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 335 с.

13. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учеб. пособие / В.М. Кишуров [и др.]. – Изд. 2–е, перераб. и доп. – Санкт–Петербург. : Лань, 2018. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102222> (дата обращения: 28.04.2020).

14. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 02.05.2020).

15. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 26.04.2020).

16. 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: 06.05.2020).

17. 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: 22.04.2020).

18. Седых Л.В. Технология машиностроения: практикум / Л.В. Седых. – Москва. : МИСиС, 2015. – 73 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/69757> (дата обращения: 22.04.2020).

19. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2–е изд. – Москва. : ИНФРА–М, 2016. – 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 06.05.2020).

20. Справочник технолога–машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5–е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 910 с.

21. Справочник технолога–машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5–е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 941 с.

22. Схиртладзе А.Г. Станочные приспособления: учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков. – Гриф МО. – Москва. : Высш. шк., 2001. – 110 с.

23. Технология машиностроения: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско–технол. обеспечение машиностр. пр–в" / Л.В. Лебедев [и др.]. – 2–е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. – Старый Оскол. :

ТНТ, 2015. – 620 с.

24. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 387 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 16.04.2020).

25. Химический состав и физико–механические свойства стали 45ФЛ [Электронный ресурс]. – URL: <https://azbukametalla.ru/marochnik/stali-i-splavy-dlya-otlivok/stali-dlya-otlivok/stal-45fl.html> (дата обращения: 02.04.2020).

Приложение А
Технологическая документация

Дробл.													
Взам.													
Подп.													

ТГУ, кафедра ОТМП

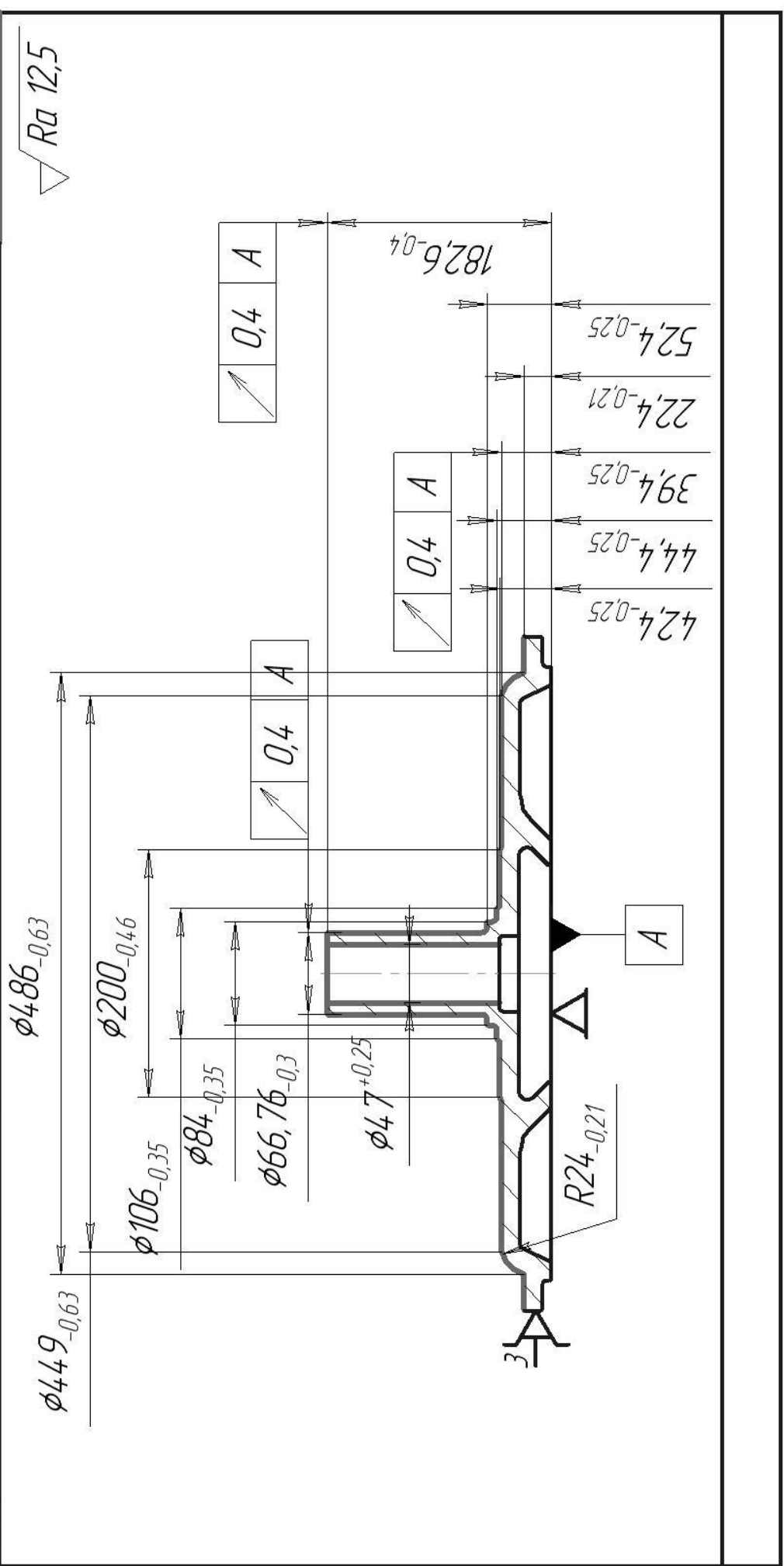
Полумуфта

M01	Сталь 45ФЛ ГОСТ 977-75														
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ					
M02		166	27,37	1		0,59	41121X	φ544, 1x184,2	1	46,09					
A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции			Обозначение документа					Тшт		
B					Код, наименование обработки		СМ проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшз
A03	XX XX XX 000 Заготовительная														
B04	Литейная машина														
O5															
A06	XX XX XX 005 4113 Токарная														
B07	381151	Токарно-карцельный		1A512MФ3	3	18219	422	1P	1	1	1	100	1	9,18	
O 08	Точить поверхности 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 34, 36 в размер φ66,7 ^{+0,25} φ47 ^{+0,25}														
O9	φ84	φ106		φ200	φ449	φ486	182,2	52	44	42	40	25	22	0,48.	
T 10	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ГОСТ 20872-80 Т5К10; 392190														
T11	Резец расстоянный Т5К10, 393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89.														
12															
A 13	XX XX XX 010 4113 Токарная														
B 14	381151	Токарно-карцельный		1A512MФ3	3	18219	422	1P	1	1	1	100	1	5,74	
O 15	Точить поверхности 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16 в размер φ65 ^{+0,3} , φ185 ^{+0,40} φ200 ^{+0,46} , φ222 ^{+0,52} .														
O 16	φ442	φ452		φ476	φ500,825	φ538	179,7	175,2	174	160,5	156,2	137	0,4.		
МК															

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Б	Код, наименование обработки											
0 65	<i>Точить поверхность 14, 15 в размер $\phi 500$</i>					<i>0.007; 171_{0.16}</i>						
Т 66	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ГОСТ 28980-91 ВК-60; 393311</i>											
Т 67	<i>Скоба индикаторная СИ-500 ГОСТ 11098-75.</i>											
68												
А 69	<i>XX XX XX 050 Моечная</i>											
70												
А 71	<i>XX XX XX 055 Контрольная</i>											
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
											МК	

Діпл.									
Взам.									
Подп.									

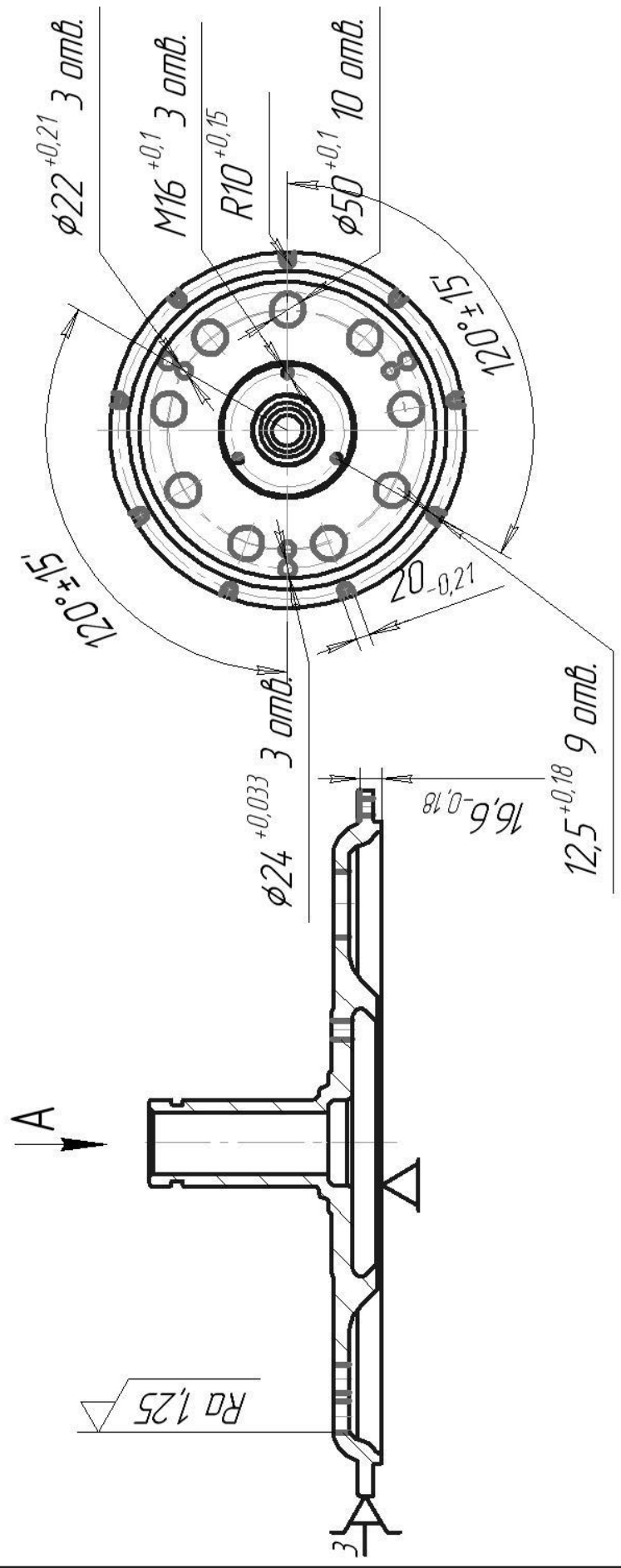
Разроб.	Замосянчук	ТГУ,			
Проверил	Ледвигин	Кафедра ОТМП			
Нконтр.		Полумифта	БР		005



Директор					
Инженер					
Проверил					
Разработчик					
Тех. группа	ТГУ				
Исполнитель	Кафедра ОТМП				
Подпись					
Дата	Полумуфта				
					025

$\sqrt{Ra\ 12,5}$ (∇)

A (УМЕНЬШЕНО)



Приложение Б
Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			20.БР.ОТМП.743.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
A4	1		20.БР.ОТМП.743.65.00.001	Корпус	1	
A4	2		20.БР.ОТМП.743.65.00.002	Шток	1	
A4	3		20.БР.ОТМП.743.65.00.003	Тяга	1	
A4	4		20.БР.ОТМП.743.65.00.004	Рычаг	3	
A4	5		20.БР.ОТМП.743.65.00.005	Кулачок постоянный	3	
A4	6		20.БР.ОТМП.743.65.00.006	Корпус	1	
A4	7		20.БР.ОТМП.743.65.00.007	Корпус гидроцилиндра	1	
A4	8		20.БР.ОТМП.743.65.00.008	Поршень	1	
A4	9		20.БР.ОТМП.743.65.00.009	Крышка гидроцилиндра	1	
A4	10		20.БР.ОТМП.743.65.00.010	Сменный кулачок	3	
A4	11		20.БР.ОТМП.743.65.00.011	Втулка	3	
A4	12		20.БР.ОТМП.743.65.00.012	Втулка	3	
A4	13		20.БР.ОТМП.743.65.00.013	Ось	3	
A4	14		20.БР.ОТМП.743.65.00.014	Ось	3	
A4	15		20.БР.ОТМП.743.65.00.014	Ось	3	
A3	16		20.БР.ОТМП.743.65.00.015	Крышка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		17		Винт М4х16 ГОСТ 11738-84	3	
		18		Кольцо ОСТ 92-8969-78	2	
			20.БР.ОТМП.743.65.00.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Замосянчук				Лит.	Лист
Пров.	Левашкин					1
Н.контр.						2
Утв.					ТГУ, ИМ, гр. ТМдз-1502б	
				Станочное приспособление		
				Копировал		Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		19		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1	
		20		Гайка М20 ГОСТ 15526-70	1	
		21		Кольцо ОСТ 92-8969-78	1	
		22		Демпфер ГОСТ 8754-79	1	
		23		Шпонка ГОСТ 14737-69	2	
		24		Винт М6х25 ГОСТ 11738-84	3	
		25		Винт М12х20 ГОСТ 11738-84	6	
		26		Винт М12х27 ГОСТ 11738-84	6	
		27		Кольцо ОСТ 92-8969-78	2	
		28		Демпфер ГОСТ 8754-79	1	
		29		Шпонка ГОСТ 23360-78	1	
		30		Винт М16х100 ГОСТ 11738-84	3	
		31		Винт М8х28 ГОСТ 11738-84	6	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		Справ. №		
							Подп.	Дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	
				<u>Документация</u>							
A2			20.БР.ОТМП.743.70.00.000СБ	Сборочный чертеж							
				<u>Детали</u>							
A3	1		20.БР.ОТМП.743.70.00.001	Пластина опорная	1						
A4	2		20.БР.ОТМП.743.70.00.002	Державка резца	1						
A4	3		20.БР.ОТМП.743.70.00.003	Накладной стружколом	1						
A4	4		20.БР.ОТМП.743.70.00.004	Прихват	1						
A4	5		20.БР.ОТМП.743.70.00.005	Штифт цилиндрический	1						
				<u>Стандартные изделия</u>							
	6			Пластина режущая трехгранная 01125 ГОСТ 19046-80	1						
	7			Винт зажимной ГОСТ 17475-80	1						
			20.БР.ОТМП.743.70.00.000								
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Резец токарный		Лит.	Лист	Листов
		Разраб.		Замосянчук							
		Пров.		Левашкин			ТГУ, ИМ, гр. ТМбз-1502б				
		Н.контр.									
		Утв.					Копировал		Формат А4		