

Аннотация

Технологический процесс изготовления корпуса фрикционной предохранительной муфты. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ, Тольятти, 2021 г.

Данная выпускная квалификационная работа имеет целью разработку такого технологического процесса изготовления корпуса фрикционной предохранительной муфты, который позволит обеспечить минимальные затраты на изготовление при условии обеспечения необходимых параметров качества изготовления и обеспечении производства всей производственной программы. Работа состоит из пяти разделов. В первом разделе выполнен анализ функционального назначения детали, условий ее эксплуатации, технологических показателей детали и анализ типа производства. По результатам чего сформулированы задачи работы. Второй раздел содержит решение комплекса задач связанных с технологией изготовления детали. Для этого в работе спроектирована заготовка, разработан плана изготовления детали, произведен выбор оборудования и технологической оснастки, проведено проектирование операций технологического процесса. В третьем разделе решены конструкторские задачи, направленные на улучшение показателей технологии изготовления корпуса. Для этого проведено проектирование цангового патрона для базирования и закрепления заготовок на шлифовальной операции и токарного проходного резца для выполнения токарной операции. В четвертом разделе рассмотрен комплекс задач направленных на обеспечение безопасности и экологичности выполнения спроектированного технологического процесса. В пятом разделе решена задача определения экономических показателей спроектированной технологии изготовления корпуса с учетом внесенных в нее технических решений третьего раздела.

Пояснительная записка данной выпускной квалификационной работы содержит 64 страницы, графическую часть содержит 7 листов формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	5
1.2 Анализ технологических показателей детали	6
1.3 Анализ типа производства.....	8
1.4 Задачи работы	9
2 Разработка технологии изготовления	10
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	10
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	19
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	21
2.4 Проектирование операций технологического процесса	23
3 Разработка специальной технологической оснастки	27
3.1 Разработка цангового патрона	27
3.2 Разработка токарного резца.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта	36
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта	36
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	37
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	39
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	41
5 Экономическая эффективность работы	45
Заключение	49
Список используемых источников.....	50
Приложение А Технологическая документация.....	54
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	62

Введение

Фрикционные предохранительные муфты нашли широкое распространение в самых различных машинах и механизмах используемых в промышленности. Причин этого несколько. Во-первых, данные муфты имеют простую конструкцию, которая не требует долгого и дорогостоящего технического обслуживания. Во-вторых, такие муфты для включения их в работу не требуют остановки вращения соединяемых валов, что существенно упрощает управление их включением и выключением. В-третьих, в зависимости от конструктивных особенностей муфты данного типа способны передавать существенные по величине крутящие моменты. В-четвертых, в случае превышения максимально допустимого крутящего момента муфта размыкается, и исполнительный механизм остается не поврежденным. При этом сама муфта также не выходит из строя. В наиболее тяжелых случаях муфта получает незначительные повреждения, которые могут быть устранены при плановом ремонте.

Муфты данного типа требовательны к точности изготовления входящих в них деталей, качеству обработки их поверхностей и точности сборки. В случае невыполнения данных требований возможно снижение величины передаваемого крутящего момента, преждевременный перегрев, что существенно сокращает срок службы фрикционные муфты. Кроме того, возможно повреждение соединяемых валов. Поэтому при изготовлении деталей муфты к исполнению требований указанных на чертежах этих деталей обращают особое внимание.

Из сказанного следует, что цель данной работы заключается в разработке такого технологического процесса изготовления корпуса фрикционной предохранительной муфты, который позволит обеспечить минимальные затраты на изготовление при условии обеспечения необходимых параметров качества изготовления и обеспечении производства всей производственной программы.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Корпус фрикционной предохранительной муфты предназначен для установки пакета фрикционных дисков, воспринимающих крутящий момент от фрикционов ведущего вала и передающих его на узел привода.

Корпус устанавливается на приводной вал, соединенный с нажимным механизмом. В пазы корпуса устанавливается пакет фрикционных дисков. С торца корпус закрывается крышкой с отверстием для выходного вала соединенного с пакетом фрикционов. В выключенном муфты состоянии корпус свободно вращается на входном валу без передачи крутящего момента. При включении нажимного механизма фрикционы, установленные на выходном валу, поджимаются к фрикционам, установленным на входном валу, тем самым происходит передача крутящего момента посредством пазов корпуса и пакета фрикционов. В случае превышения установленного максимального крутящего момента происходит проскальзывание фрикционов и на нажимной механизм дается команда на разжатие пакета фрикционов, передача крутящего момента прекращается, тем самым обеспечивая сохранность исполнительного механизма.

Эксплуатационные нагрузки корпуса сильно зависят от механизма, в котором используется муфта. Как правило, это знакопеременные нагрузки, вызванные крутящим моментом непостоянной величины. Влияние внешних условий эксплуатации на корпус также зависит от механизма, в котором он применяется. В большинстве случаев такого рода муфты применяются для машин и механизмов, работающих в производственном помещении. При этом на деталь могут воздействовать соответствующие производственные факторы. Такие как, агрессивные технологические жидкости, стружка, вибрации от рядом стоящих машин и механизмов и ряд других факторов.

Из данного анализа видно, что корпус муфты эксплуатируется в умеренно агрессивных условиях, поэтому в качестве материала корпуса применения высокотехнологичных дорогостоящих сплавов не требуется.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Анализ технологичности детали является ее комплексной оценкой. Для проведения данного анализа используем методику [6].

Оценка материала детали на технологичность зависит от его химического состава и механических свойств. Согласно чертежу детали в качестве материала используется сталь 40ХН ГОСТ 4543-71. По данным [26] сталь имеет следующий химический состав: углерод 0,36-0,44%, хром 0,45-0,75%, никель 1,0-1,4%, марганец 0,8-1,1%, сера не более 0,35%, фосфор не более 0,35%, кремний не более 0,35%, медь не более 0,35%. Предел прочности на растяжение 750 МПа. Исходя из представленных характеристик, можно сделать вывод о хороших технологических показателях данного материала, так как обработка его резанием не вызывает серьезных затруднений. Из особенностей данного материала можно отметить его хорошие пластические свойства и средние литейные, что может повлиять на выбор метода получения заготовки в пользу методов пластического деформирования.

Конструктивно контур детали образован несложными поверхностями, однако их сочетание образует сложную конфигурацию. Несмотря на это вся механическая обработка может быть выполнена с применением стандартных методов обработки, что исключает необходимость применения специального оборудования, режущего инструмента и средств технологического оснащения. Размеры детали соответствуют нормальному ряду чисел, поэтому они могут быть проконтролированы при помощи стандартных средств контроля. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что конструкция детали обладает хорошими технологическими характеристиками.

Для оценки технологичности изготовления детали необходимо выяснить, какое служебное назначение имеют поверхности детали и, какое их количество являются ответственными. Для этого необходимо их классифицировать согласно методике [12]. Эскиз детали представлен на рисунке 1.

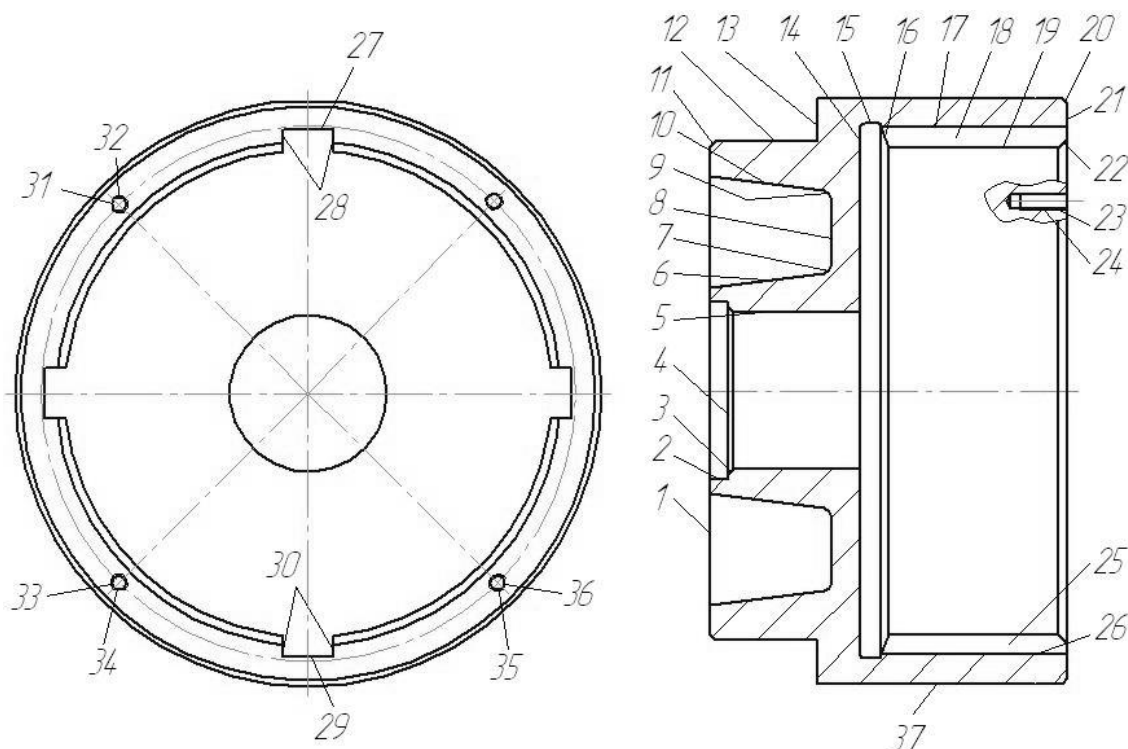


Рисунок 1 – Эскиз корпуса

В данной детали основными конструкторскими базами являются поверхности 1, 5, вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 12, 13, 18, 25, 28, 30, исполнительными поверхностями являются поверхности 12, 18, 25, 28, 30, все остальные поверхности являются свободными.

Как видно из приведенной классификации поверхностей количество точных поверхностей, требующих точной обработки достаточно велико, но при этом для достижения требуемых параметров обработки можно использовать типовые методы финишной обработки.

При обработке детали для ее базирования можно использовать типовые схемы и при этом соблюдать основные принципы базирования, что сократит припуски на обработку и повысит ее точность.

Для достижения требуемых характеристик поверхностей детали механической обработке необходимо подвергнуть все поверхности детали. Исходя из формы поверхностей, их точности и шероховатости для обработки необходимо использовать типовые маршруты обработки, что существенно снизит конечную стоимость детали.

Таким образом, деталь можно считать технологичной с точки зрения механической обработки.

1.3 Анализ типа производства

Тип производства определяем как среднесерийный по данным [1] при годовой программе выпуска 8000 деталей в год и массе детали 6,67 кг. Данная методика является ориентировочной и используется на начальной стадии проектирования, поэтому после полного проектирования технологического процесса и технологических операций тип производства следует уточнить.

Проведем анализ основных показателей данного типа производства по данным [6].

Заготовка может быть получена различными методами, но с учетом особенностей материала детали, отмеченных ранее, наиболее приемлемы методы штамповки.

Проектирование технологического процесса производится последовательно с применением типовых технологических процессов. При этом применяется принцип экстенсивной концентрации переходов с возможностью обработки нескольких поверхностей одновременно. Обязательным является соблюдение принципов единства и постоянства баз при разработке схем базирования. Припуски на обработку определяются в

зависимости от требуемой точности окончательной обработки. Для точных поверхностей используется расчетно-аналитический метод, для поверхностей средней точности и грубых поверхностей достаточно применения статистического метода. Расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса выполняется с использованием расчетно-аналитического метода. Технология изготовления оформляется в маршрутно-операционном виде.

Оборудование на производственном участке расставляется по группам станков. Точность обработки на нем достигается методом работы на настроенном оборудовании с применением универсальной технологической оснастки и режущего инструмента. Детали выпускаются партиями, размер которых зависит от годовой производственной программы. В производственном процессе используются операторы средней квалификации и наладчики высокой квалификации.

Выявленные особенности среднесерийного типа производства необходимо учесть в ходе дальнейшего проектирования.

1.4 Задачи работы

Поставим задачи работы на основе анализа всех данных проведенного ранее. Необходимо решить комплекс задач связанных с технологией изготовления детали, то есть спроектировать заготовку, разработать план изготовления детали, произвести выбор оборудования и технологической оснастки, провести проектирование операций технологического процесса. Затем решить конструкторские задачи, направленные на улучшение показателей технологии изготовления корпуса. Далее рассмотреть комплекс задач направленных на обеспечение безопасности и экологичности выполнения спроектированного технологического процесса. И в заключении решить задачу определения экономических показателей спроектированной технологии изготовления корпуса.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

В ходе анализа типа производства и оценки материала на технологичность было выявлено, что в данном случае заготовка детали получается методами штамповки. Проанализировав литературу [8] приходим к выводу, что для получения заготовки корпуса муфты подходят штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе и на горизонтально-ковочной машине. Окончательный выбор метода произведем согласно методике [5] путем сравнения технологических себестоимостей заготовок полученных каждым из методов, рассчитанной по формуле:

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

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» [5].

«Для определения приведенных затрат метода получения заготовки используется выражение:

$$C_{ЗАГ i} = C_6 \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2)$$

где i – индекс метода получения заготовки;

C_6 – базовая стоимость получения одного кг заготовок рассматриваемым методом, руб.;

h_T – коэффициент, характеризующий точность метода штамповки;

h_C – коэффициент, характеризующий сложности метода;

h_B – коэффициент, характеризующий массу заготовки полученной данным методом;

h_M – коэффициент, характеризующий марку материала;

h_{Π} – коэффициент, характеризующий годовую программу выпуска» [5].

Принимаем индекс метода получения заготовки 1 для кривошипного горячештамповочного пресса, индекс метода получения заготовки 2 для горизонтально-ковочной машины.

$$C_{ЗАГ 1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ р.}$$

$$C_{ЗАГ 2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ р.}$$

Масса заготовки ориентировочно может быть рассчитана по формуле:

$$\ll Q_i = q \cdot K_p, \quad (3)$$

где K_p – коэффициент, зависящий от метода получения заготовки и геометрических особенностей детали» [5].

Масса детали определяется по формуле:

$$\ll q = V \cdot \rho, \quad (4)$$

где V – коэффициент, учитывающий особенности метода получения и формы заготовки, см^3 ;

ρ – плотность материала детали, кг/см^3 » [5].

Выполняем расчет.

$$q = \frac{\pi}{4} \cdot (0,164^2 \cdot 0,07 + 0,14^2 \cdot 0,03 + 0,058^2 \cdot 0,042 - 0,136^2 \cdot 0,058 - 0,044^2 \cdot 0,042 - (0,12^2 - 0,058^2) \cdot 0,034) \cdot 0,785 = 6,67 \text{ кг.}$$

$$Q_1 = 6,67 \cdot 1,65 = 11,01 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 6,67 \cdot 1,6 = 10,63 \text{ кг.}$$

«Приведенные затрат на снятие стружки рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{С}}$ – текущие затраты на снятие одного кг стружки, руб.;

$C_{\text{К}}$ – капитальные вложения на снятие одного кг стружки, руб.;

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент, характеризующий эффективности капитальных вложений» [5].

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ р.}$$

По формуле (1) определяем искомые значения технологических себестоимостей.

$$\begin{aligned} C_{\text{T}_1} &= 33,04 \cdot 6,67 + 4,6 \cdot (11,01 - 6,67) - 1,4 \cdot (11,01 - 6,67) = \\ &= 234,27 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{T}_2} &= 31,46 \cdot 6,67 + 4,6 \cdot (10,63 - 6,67) - 1,4 \cdot (10,63 - 6,67) = \\ &= 222,81 \text{ р.} \end{aligned}$$

Расчеты показали более высокую эффективность технологической себестоимости при получении заготовки на горизонтально-ковочной машине. При этом экономия на все производственной программе может быть определена по формуле:

$$\langle \mathcal{E} = (C_{\text{T}_2} - C_{\text{T}_1}) \cdot N, \quad (6)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.» [5]

$$\mathcal{E} = (234,27 - 222,81) \cdot 8000 = 91680 \text{ р.}$$

Величина экономии достаточно значительная, что еще раз подтверждает правильность принятого решения.

После выбора метода получения заготовки необходимо определить припуски на обработку. Формирование маршрута будем выполнять с применением методики [11]. Согласно ей маршрут обработки каждой поверхности формируется на основе типовых маршрутов исходя из формы

поверхности, ее шероховатости и точности размеров. Результаты проектирования маршрутов обработки поверхностей представлены в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей корпуса муфты

Номер поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra, мкм	Форма поверхности	Маршрут обработки поверхности
1	12	2,5	плоская	«точение черновое и чистовое, термическая обработка, шлифование черновое и чистовое» [11]
2	12	12,5	цилиндрическая внутренняя	«точение черновое, термическая обработка» [11]
3	12	12,5	коническая внутренняя	«точение чистовое, термическая обработка» [11]
4	12	12,5	плоская внутренняя	«точение черновое, термическая обработка» [11]
5	7	0,8	цилиндрическая внутренняя	«точение черновое и чистовое, термическая обработка, шлифование черновое и чистовое» [11]
6	12	12,5	коническая внутренняя	«точение черновое, термическая обработка» [11]
7	12	12,5	плоская внутренняя	«точение черновое, термическая обработка» [11]
8	12	12,5	плоская внутренняя	«точение черновое, термическая обработка» [11]
9	12	12,5	плоская внутренняя	«точение черновое, термическая обработка» [11]
10	12	12,5	коническая внутренняя	«точение черновое, термическая обработка» [11]
11	12	12,5	коническая	«точение чистовое, термическая обработка» [11]
12	6	0,8	цилиндрическая	точение черновое и чистовое, термическая обработка, шлифование черновое и чистовое

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra, мкм	Форма поверхности	Маршрут обработки поверхности
13	12	1,6	плоская	«точение черновое и чистовое, термическая обработка, шлифование черновое и чистовое» [11]
14	12	12,5	плоская внутренняя	«точение черновое и чистовое, термическая обработка» [11]
15	12	12,5	цилиндрическая внутренняя	«точение чистовое, термическая обработка» [11]
16	12	12,5	коническая	«точение чистовое, термическая обработка» [11]
17, 26, 27, 29	10	6,3	плоская внутренняя	«долбление, термическая обработка» [11]
18, 25, 28, 30	9	6,3	плоская внутренняя	«долбление, термическая обработка» [11]
19	10	6,3	цилиндрическая внутренняя	«точение черновое и чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [11]
20	12	12,5	коническая	«точение чистовое, термическая обработка» [11]
21	12	12,5	плоская	«точение черновое и чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [11]
22	12	12,5	коническая внутренняя	«точение чистовое, термическая обработка» [11]

Используя полученные маршруты обработки поверхностей, рассчитываем припуски. Учтем, что припуски на обработку определяются в зависимости от требуемой точности окончательной обработки. Для точных поверхностей используется расчетно-аналитический метод, для поверхностей средней точности и грубых поверхностей достаточно применения статистического метода.

Для поверхности 12 с параметрами $140p6^{(+0,068)}_{(+0,043)}$ расчет ведем по методике [22].

«Минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (7)$$

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» [22].

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,8^2 + 0,03^2} = 1,105 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,03^2} = 0,304 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{\text{то}} + \sqrt{\Delta_{\text{то}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,016^2 + 0,02^2} = 0,155 \text{ мм.} \gg [22].$$

«Максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (8)$$

где Td_i – операционный допуск размера текущего перехода, мм;

Td_{i-1} – операционный допуск размера предыдущего перехода, мм» [22].

$$\ll z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 1,105 + 0,5 \cdot (3,2 + 0,4) = 2,905 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,304 + 0,5 \cdot (0,4 + 0,16) = 0,584 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{\text{то}} + Td_3) = 0,295 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,063) = 0,339 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,155 + 0,5 \cdot (0,063 + 0,04) =$$

= 0,207 мм.» [22].

«Средний припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9) \gg [22]$$

$$\ll z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (2,905 + 1,105) = 2,005 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,584 + 0,304) = 0,961 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,339 + 0,295) = 0,317 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,207 + 0,155) = 0,181 \text{ мм.} \gg [22].$$

Определяем размеры заготовки и операционные размеры для данной поверхности.

«Минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (10) \gg [22]$$

«Для перехода предшествующего термическому переходу минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1) \min} \cdot 0,999. \quad (11) \gg [22]$$

«Максимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + T d_{i-1}. \quad (12) \gg [22]$$

«Средний диаметр определяется по формуле:

$$d_{i \text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{i \max} + d_{i \min}). \quad (13) \gg [22]$$

$$\ll d_{4min} = 140,043 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 140,068 \text{ мм.}$$

$$d_{4cp} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5(140,068 + 140,043) = 140,056 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 140,043 + 2 \cdot 0,155 = 140,353 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 140,353 + 0,063 = 140,416 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5(140,416 + 140,353) = 140,385 \text{ мм.}$$

$$d_{TO min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 140,353 + 2 \cdot 0,295 = 140,943 \text{ мм.}$$

$$d_{TO max} = d_{TO min} + Td_{TO} = 140,943 + 0,160 = 141,103 \text{ мм.}$$

$$d_{TO cp} = 0,5 \cdot (d_{TO max} + d_{TO min}) = 0,5 \cdot (141,103 + 140,943) = \\ = 141,023 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO min} \cdot 0,999 = 140,943 \cdot 0,999 = 140,802 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 140,802 + 0,160 = 140,962 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5(140,962 + 140,802) = 140,882 \text{ мм.}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 140,802 + 2 \cdot 0,304 = 141,410 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 141,410 + 0,400 = 141,810 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (141,810 + 141,410) = 141,61 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 141,410 + 2 \cdot 1,105 = 143,620 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 143,620 + 3,200 = 146,820 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (146,820 + 143,620) = \\ = 145,220 \text{ мм.} \gg [22].$$

«Значение минимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{min} = d_{0 min} - d_{4 max}. \quad (14) \gg [22]$$

$$2z_{min} = 143,620 - 140,068 = 3,550 \text{ мм.}$$

«Значение максимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (15) \gg [22]$$

$$2z_{max} = 3,550 + 3,200 + 0,025 = 6,775 \text{ мм.}$$

«Значение среднего общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (16)» [22]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,550 + 6,775) = 5,163 \text{ мм.}$$

Припуски на остальные поверхности можно определить с использованием упрощенной методики [27]. Это существенно сократит время проектирования при незначительном снижении точности расчетов. Результаты определения припусков на обработку поверхностей детали представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков на обработку поверхностей

Номер поверхности	Номер перехода	Припуск минимальный, мм	Припуск максимальный, мм
1	1	1,8	3,375
	2	0,8	1,045
	3	0,4	0,497
	4	0,2	0,254
5	1	1,7	3,248
	2	0,25	0,425
	3	0,25	0,32
	4	0,06	0,088
13	1	2,2	3,777
	2	1,0	1,21
	3	0,5	0,583
	4	0,3	0,346
19	1	2,8	4,6
	2	0,3	0,58
	3	0,17	0,282
21	1	2,2	3,775
	2	1,0	1,245
	3	0,5	0,597

Выполнение рабочего чертежа заготовки выполняется в следующей последовательности. Вычерчивается контур детали штрихпунктирными линиями в соответствии с масштабом и размерами поверхностей. Формируется предварительный контур заготовки путем добавления

напусков. Затем добавляются технологические напуски. В итоге прочерчивается контур заготовки с учетом припусков и напусков. После этого определяются размеры поверхностей и назначаются допуски на их изготовление. Определяется положение плоскости разъема штампа и расположение его верха и низа. Исходя из требований к первой технологической операции, назначаются черновые технологические базы. Все параметры необходимые для расчета заготовки определяются по рекомендациям [2] и указываются в технических требованиях.

2.2 Разработка плана изготовления детали

План изготовления детали в среднесерийном производстве проектируется на основе типовых маршрутов изготовления деталей данного класса [14, 15] путем анализа избыточности и недостаточности операций в типовом маршруте. Также следует учитывать особенности производства, в условиях которого происходит проектирование, то есть технологические возможности имеющегося оборудования, наличие необходимого режущего инструмента и средств технологического оснащения.

Маршрут изготовления рассматриваемого корпуса фрикционной муфты представлен ниже.

Операция 005 черногого точения содержит обработку поверхностей: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13.

Операция 010 черногого точения содержит обработку поверхностей: 14, 19, 21, 37.

Операция 015 чистового точения содержит обработку поверхностей: 1, 3, 5, 11, 12, 13.

Операция 020 чистового точения содержит обработку поверхностей: 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22.

Операция 025 сверления содержит обработку поверхностей: 23, 31, 34, 36.

Операции 030 долбления содержит обработку поверхностей: 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30.

Операция 035 термическая содержит термообработку всех поверхностей.

Операция 040 внутреннего шлифования содержит обработку поверхностей: 19, 21.

Операция 045 внутреннего шлифования содержит обработку поверхностей: 1, 5.

Операция 050 черного шлифования содержит обработку поверхностей: 12, 13.

Операция 055 черного шлифования содержит обработку поверхностей: 1, 5.

Операция 060 чистового шлифования содержит обработку поверхностей: 12, 13.

Имея маршрут изготовления детали, проектируем план ее изготовления в следующей последовательности. Для каждой операции разрабатываем операционный эскиз, на котором указываем все обрабатываемые поверхности, схемы базирования заготовок и операционные размеры. Разработке схем базирования следует уделить особое внимание. Необходимо обеспечить выполнение основных принципов базирования, что позволит минимизировать погрешности на обработку. С этой целью используются типовые схемы базирования [18]. Также для каждой операции рассчитываются технические требования на их выполнение, исходя из среднестатистической точности обработки и составляющих погрешностей, с использованием методики [18]. Полученные результаты отражаются в графическом виде как чертеж плана изготовления детали, оформленного по рекомендациям [18] и частично в виде маршрутной карты, представленной в приложении А.

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

Оборудование и технологическая оснастка выбираются исходя из того, что тип производства определен как среднесерийный. Основные характеристики данного типа производства и используемого в нем оборудования и средства технологического оснащения были рассмотрены ранее.

Выбор оборудования производится по следующему алгоритму. Выбирается тип станка исходя из серийности производства и требуемых к реализации методов обработки. Затем выбирается размер станка исходя из требуемого размера рабочей зоны. Далее выбирается конкретная модель станка исходя из требуемых режимов резания, необходимой мощности приводов и гибкости оборудования. Выбор оборудования произведем по данным [20, 23].

Выбор станочных приспособлений производится по следующему алгоритму. Выбирается тип приспособления исходя из серийности производства и требуемых к реализации схем базирования. По габаритам обрабатываемой заготовки выбираются габариты станочного приспособления. Исходя из схемы операции, решается вопрос о необходимости применения механизации закрепления. Выбор станочных приспособлений произведем по данным [10, 23].

Выбор режущего инструмента производится по следующему алгоритму. Исходя из типа производства и требуемых методов обработки, выбирается тип режущего инструмента. Исходя из размеров и точности обрабатываемых поверхностей, выбирается размер режущего инструмента и его конструкция. На основании имеющихся режимов резания, требуемой точности обработки и качества поверхностного слоя выбирается инструментальный материал. Выбор режущего инструмента произведем по данным [4, 19, 21, 23].

Выбор контрольных приспособлений производится по следующему алгоритму. Исходя из типа производства и требуемой точности контроля, назначается тип контрольного приспособления. Далее по размерам контролируемых поверхностей определяется модель контрольного приспособления. Выбор средств контроля произведем по данным [3, 23].

Результаты выбора оборудования и средств технологического оснащения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты выбора оборудования и средств технологического оснащения

Операция	Станочное оборудование	Режущий инструмент	Станочная оснастка	Средства контроля
005 Токарная	токарный 16К20Ф3	резец ГОСТ18879-73, резец специальный	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88
010 Токарная	токарный 16К20Ф3	резец ГОСТ18879-73, резец специальный	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88
015 Токарная	токарный 16К20Ф3	резец специальный, резец ГОСТ18879-73, резец ГОСТ18879-73	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	скоба ГОСТ11098-75, нутромер ГОСТ10-88
020 Токарная	токарный 16К20Ф3	резец специальный, резец ГОСТ18879-73, резец ГОСТ18879-73	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	скоба ГОСТ11098-75, нутромер ГОСТ10-88
025 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н125Ф2	сверло ГОСТ10903-77, метчик ГОСТ3266-81, зенкер ГОСТ12489-71,	патрон цанговый	калибр
030 Долбежная	долбежный 7Д430	резец ГОСТ18891-73	патрон цанговый	калибр нутромер ГОСТ10-88
035 Термическая	–	–	–	–
040 Внутршлифовальная	внутришлифовальный 3К228В	круг шлифовальный 11-50х13х35 23А60V30М/с1А,	патрон цанговый	нутромер ГОСТ10-88

Продолжение таблицы 3

Операция	Станочное оборудование	Режущий инструмент	Станочная оснастка	Средства контроля
–	–	круг шлифовальный 1-25x13x40 23A60K5V40м/с1А	–	–
045 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К228В	круг шлифовальный 23A60V30 м/с1А, круг шлифовальный 23A60K5V40м/с1А	оправка кулачковая	скоба ГОСТ 11098-7
050 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	круг шлифовальный 3-300x127x100 23A46K7V6 30м/с1А	оправка кулачковая	нутромер ГОСТ 10-88
055 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К228В	круг шлифовальный 24A90K7V30м/с1А, круг шлифовальный 24A80K7V30м/с1А	оправка кулачковая	скоба рычажная СР ГОСТ11098-75
060 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	круг шлифовальный 24A80M7V30м/с1А	оправка кулачковая	–

Полученные результаты по выбору оборудования и технологической оснастки необходимы для заполнения соответствующей технологической документации представленной в приложении А.

2.4 Проектирование операций технологического процесса

Основным этапом проектирования операций технологического процесса является определение режимов резания на их выполнение и нормирование.

В соответствии с типом производства режимы резания определим с использованием методики [16, 25].

«Расчетная скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}}, \quad (17)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [16].

«Далее определяется частота вращения шпинделя инструмента или заготовки по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (18)$$

где d – диаметр обработки, мм» [16].

Исходя из технических возможностей станка, назначается реальная частота вращения шпинделя. С учетом этого фактическая скорость резания пересчитывается по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (19)$$

После определения режимов резания необходимо определить время на обработку одной заготовки. Данный показатель называется штучно-калькуляционным временем и рассчитывается по формуле:

$$\langle T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (20)$$

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.» [16]

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{обс} + T_{п} \quad (21)$$

где T_0 – основное время выполнения операции, мин;

T_B – вспомогательное время выполнения операции, мин;

$T_{обс}$ – время на обслуживание, мин;

$T_{п}$ – время на личные потребности, мин» [25].

Составляющие формулы (21) определяются с использованием данных [25]. Полученные режимы резания на операциях и их нормирование представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Режимы резания на операциях и их нормирование

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина хода, мм	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
005	1	0,4	165	320	42	0,33	1,26
	2	0,32	87	630	47	0,23	
	3	0,32	120	320	101	0,99	
010	1	0,4	165	320	72	0,56	2,26
	2	0,32	134	320	106	1,04	
015	1	0,2	324	630	42	0,33	1,25
	2	0,2	166	1200	44	0,18	
	3	0,1	350	800	2,5	0,03	
020	1	0,2	324	630	16	0,13	2,07
	2	0,15	270	630	106	1,12	
	3	0,1	280	800	9	0,11	
025	1	0,06	10	630	18	1,9	3,93
	2	0,1	13	800	18	0,9	
	3	1	3	180	15	0,33	
030	1	15	10	–	54	1,36	2,08
040	1	0,010	40	360	54	0,82	2,0
	2	0,014	30	360	16	0,38	
045	1	0,010	40	360	44	0,68	1,8
	2	0,014	30	360	12	0,32	
050	1	0,008	40	360	0,817	0,28	1,06
055	1	0,005	30	360	44	0,98	2,27
	2	0,008	25	360	12	0,56	
060	1	0,005	35	360	0,577	0,32	2,46

Имея значения режимов резания для каждой операции механической обработки и результаты их нормирования, проектируем технологические операции. Алгоритм проектирования следующий. Для каждой операции разрабатывается подробно последовательность выполнения переходов, рассчитываются операционные размеры с учетом припусков под дальнейшую обработку, назначаются операционные допуски. Результаты данного проектирования отражаются в виде соответствующей технологической документации, представляющей собой маршрутную карту, операционные карты с картами эскизов, представленные в приложении А, а также технологические наладки, представленные на листах графической части работы.

В ходе выполнения данного раздела решен комплекс задач связанных с технологией изготовления детали. Для этого в работе спроектирована заготовка, разработан план изготовления детали, произведен выбор оборудования и технологической оснастки, проведено проектирование операций технологического процесса.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка цангового патрона

Проектирование технологического процесса показало, что при использовании базовой технологии изготовления корпуса муфты одной из лимитирующих операций является операция внутреннего шлифования. Проанализировав данную операцию (рисунок 2), приходим к выводу, что причина этого заключается в использовании оснастки, не отвечающей требованиям к ее выполнению. В частности, предлагаемое в типовом техпроцессе приспособление не реализует теоретическую схему базирования и не обеспечивает механизации зажима. Это приводит к снижению точности обработки, нестабильности сил закрепления и увеличению припусков на обработку.

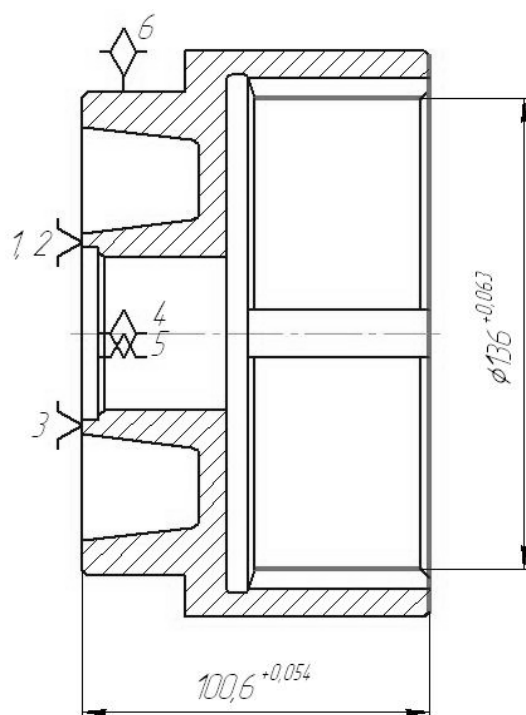


Рисунок 2 – Эскиз выполнения шлифовальной операции

Решение данных проблем возможно применением станочного приспособления с цанговым механизмом закрепления. Такой механизм достаточно простой по конструкции, надежный, обеспечивает высокую точность центрирования и легко поддается механизации. Проведем проектирование данного приспособления с использованием методики [9].

Выполним силовой расчет механизма. Для этого определяем силы, возникающие в процессе обработки. При шлифовальной обработке для определения основной составляющей силы резания используется формула:

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

где N – мощность резания, кВт;

K_{PZ} – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции в направлении силы резания P_Z » [9].

Для определения тангенциальной составляющей силы резания используется формула:

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

где K_{PY} – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции в направлении силы резания P_Y » [9].

«Мощность резания определяется по формуле:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z, \quad (24)$$

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

v_3 – скорость заготовки, м/мин;

s – продольная подача, мм/об;

d – диаметр шлифуемой поверхности, мм;

b – ширина шлифования, мм» [9].

Проводим расчеты.

Для первого перехода шлифования получаем.

$$N = 0,14 \cdot 40^{0,8} \cdot 0,010^{0,8} \cdot 136^{0,2} \cdot 40^{1,0} = 2,7 \text{ кВт.}$$

$$P_Z = \frac{2,7 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 983 \text{ Н.}$$

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 983 \cdot 1,25 = 2212 \text{ Н.}$$

Для второго перехода шлифования получаем.

$$N = 0,14 \cdot 30^{0,8} \cdot 0,014^{0,8} \cdot 14^{0,2} \cdot 40^{1,0} = 0,98 \text{ кВт.}$$

$$P_Z = \frac{0,98 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 286 \text{ Н.}$$

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 286 \cdot 1,25 = 644 \text{ Н.}$$

Дальнейшие расчеты выполняем по наибольшим значениям составляющих сил, возникающих в процессе резания.

Для дальнейшего выполнения силового расчета необходимо разработать схему сил, действующих на заготовку в процессе обработки (рисунок 3).

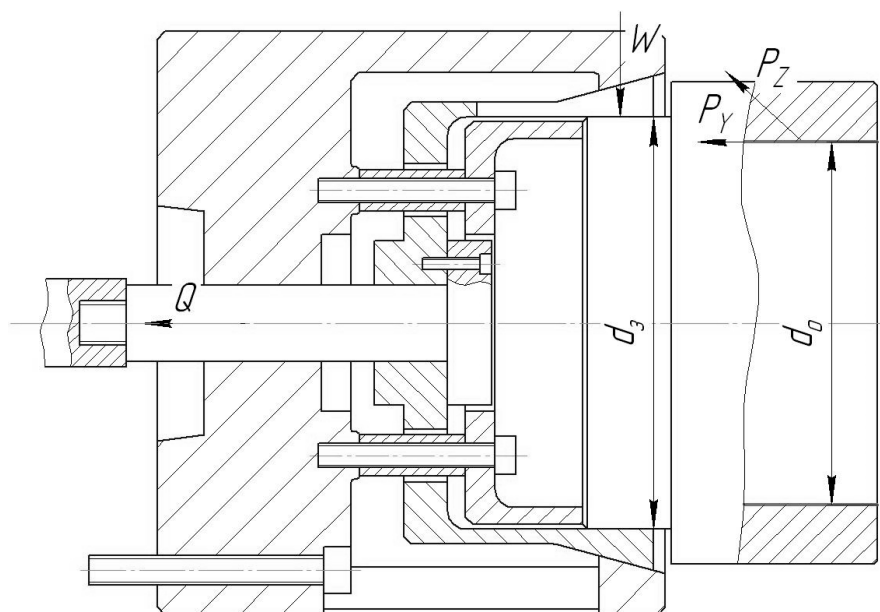


Рисунок 3 – Схема сил, действующих на заготовку в процессе обработки

Для того чтобы система находилась в равновесии, необходимо, чтобы действующие на нее моменты от сил резания и закрепления были уравновешены. Момент от главной составляющей силы резания рассчитывается по формуле:

$$M_{P_{PZ}} = P_Z \cdot \frac{d_o}{2}, \quad (25)$$

«где d_o – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [9].

Уравновешивающий ее момент от силы закрепления рассчитывается по формуле:

$$\langle M_{3PZ} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (26)$$

где W – усилие закрепления, Н;

f – коэффициент трения на поверхности контакта заготовки и цанги;

d_3 – диаметр, за который происходит закрепление, мм» [9].

«Из равенства данных моментов выводим формулу для расчета усилия закрепления:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_o}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (27)$$

где K – коэффициент, фактических условий выполнения операции» [9].

$$W = \frac{983 \cdot 136}{3 \cdot 0,2 \cdot 140} \cdot 2,5 = 3979 \text{ Н.}$$

Для обеспечения данной величины усилия закрепления силовой привод должен развить усилие, величина которого рассчитывается по формуле:

$$\langle Q = W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (28)$$

где α – угол наклона рабочих поверхностей лепестков;

φ – угол трения рабочих поверхностей лепестков» [9].

$$Q = 3979 \cdot \operatorname{tg}(15 + 6,5) = 1568 \text{ Н.}$$

С целью обеспечения стабильности сил закрепления, как отмечалось ранее, предлагается использовать механизированный силовой привод, сконструированный на базе пневматического привода. Расчет данного привода заключается в определении диаметра его рабочего цилиндра рассчитываемого по формуле:

$$\ll D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (29)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – рабочее давление в цилиндре, МПа» [9].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1568}{0,4} + 40^2} = 116 \text{ мм.}$$

Применим в конструкции стандартный пневматический привод с диаметром цилиндра 120 мм.

С целью определения точности спроектированного приспособления составим его размерную схему, представленную на рисунке 4. Из представленной схемы выводим формулу для расчета погрешности приспособления:

$$\ll \varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (30)$$

где Δ_1 – погрешность, вызванная неперпендикулярностью выходного конца шпинделя и торца патрона, мм;

Δ_2 – погрешность в сопряжении штока и корпуса патрона, мм;

Δ_3 – колебание размера рабочей поверхности цанги, мм» [9].

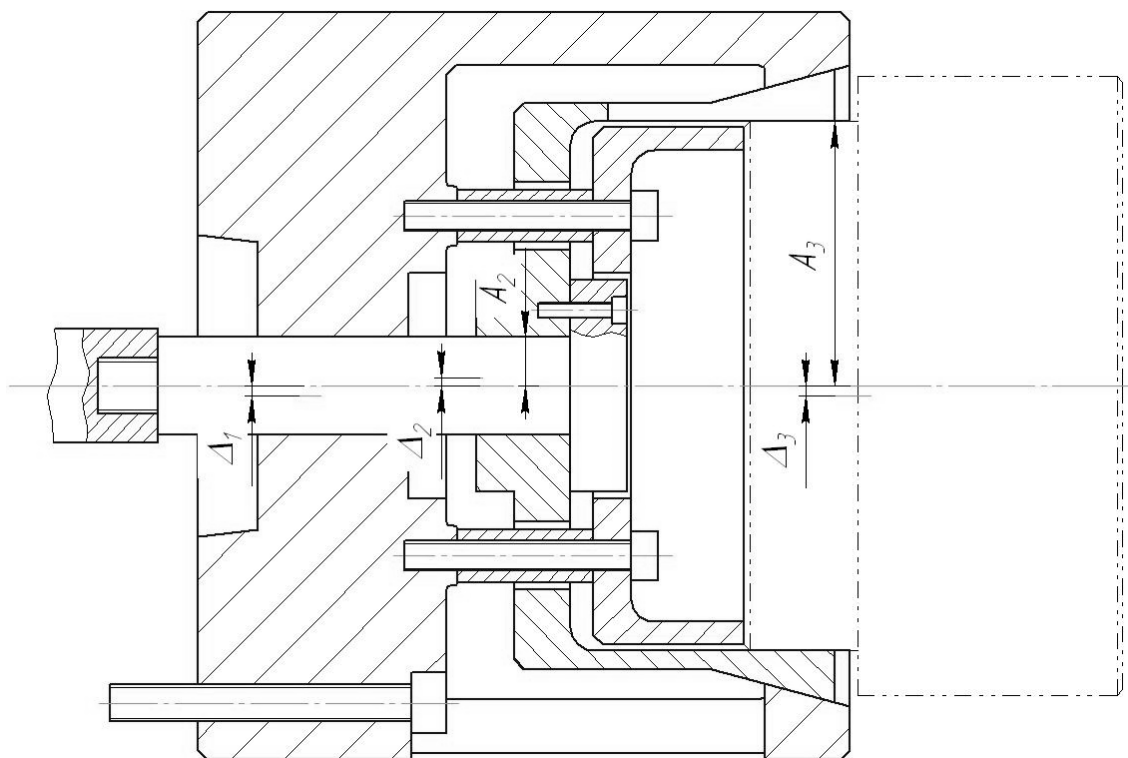


Рисунок 4 – Размерная схема приспособления

Производим расчет.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,020^2 + 0,014^2 + 0,025^2} = 0,014 \text{ мм.}$$

Рассчитанная точность установки не должна превышать 0,3 требуемой точности выполнения размера на данной операции, что составляет 0,016 мм. В данном случае это условие выполняется.

Установочным элементом данного приспособления является чашечная опора, а зажимным – цанга. Данные элементы устанавливаются в корпус приспособления. Цанга соединяется с пневматическим приводом при помощи тяги и штока.

Заготовка устанавливается в разжатую цангу до чашечного упора. После этого сжатый воздух подается в полость цилиндра, в которой расположен шток, тем самым приводя в движение поршень, который тянет за собой шток и соединенную с ним тягу. Тяга соединена с цангой. В результате чего цанга скользит по коническим направляющим и закрепляет заготовку.

Раскрепление происходит при подаче воздуха в полость цилиндра без штока. Система возвращается в исходное положение, цанга разжимается за счет сил упругости.

Чертеж спроектированного цангового патрона представлен в графической части работы, спецификация в приложении Б пояснительной записки.

Спроектированное приспособление реализует теоретическую схему базирования и при этом обеспечивает механизацию зажима, то есть цель проектирования станочного приспособления достигнута.

3.2 Разработка токарного резца

В ходе анализа токарных операций было выяснено, что существенную часть вспомогательного времени на выполнение данных операций занимает удаление сливной стружки из зоны резания. Также такой вид стружки может повредить уже обработанные поверхности, что приведет к отбраковке заготовки или необходимости применения дополнительной обработки. Кроме того, такой вид стружки представляет опасность для станочника, так как может привести к порезам. Решим данную проблему путем проектирования специального токарного резца с использованием методики и соответствующих технических решений [17].

Марка используемого инструментального сплава, используемого для обработки и основная геометрия режущего инструмента, определяются режимами резания, поэтому целесообразно их оставить идентичными типовому технологическому процессу. Поэтому будем использовать в конструкции проектируемого резца трехгранную режущую пластину из твердого сплава Т5К10. Также обеспечим в конструкции резца принятый в типовом технологическом процессе главный угол в плане равный 92° . Остальные геометрические характеристики резца могут изменяться в

незначительных пределах по сравнению с типовой технологией, так как это не окажет существенного влияния на режимы резания.

Важной характеристикой резца является поперечное сечение его державки, которое определяется исходя из площади сечения срезаемого слоя материала, который определяется по формуле:

$$\langle F = t \cdot S, \quad (31)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [17].

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

Исходя из этого, принимаем державку квадратного сечения со стороной 20 мм при рабочей высоте резца 25 мм.

В конструкции резца для крепления пластины применим прихват, который обеспечивает прижим режущей пластины к державке при помощи винта, минимально допустимый «диаметр которого рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (32)$$

где Q_1 – усилие воздействия сил резания в процессе обработки, Н;

σ_d – максимально допустимое напряжение, МПа» [17].

«Усилие воздействия сил резания в процессе обработки рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (33)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [17].

Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{320}{0,7} = 457 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 457}{\pi \cdot 650}} = 1,94 \text{ мм.}$$

При проектировании резца следует учесть полученное значение минимально допустимого диаметра винта.

Для решения проблемы образования сливной стружки предлагается применить в конструкции проектируемого резца накладной стружколом, который накладывается непосредственно на режущую пластину. Переднюю поверхность стружколома предлагается выполнить радиусной в соответствии с данными [24]. Такое решение позволит придать дополнительную деформацию стружке сходящей по передней поверхности резца и тем самым обеспечит ее надежное дробление.

Чертеж спроектированного резца представлен в графической части работы, спецификация в приложении Б пояснительной записки.

Спроектированный резец позволяет надежно дробить стружку в процессе резания, то есть цель проектирования резца может считаться достигнутой.

В данном разделе решены конструкторские задачи, направленные на улучшение показателей технологии изготовления корпуса. Для этого проведено проектирование цангового патрона для базирования и закрепления заготовок на шлифовальной операции и токарного проходного резца для выполнения токарной операции.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задачу оценки безопасности и экологичности выполнения технологического процесса изготовления корпуса фрикционной предохранительной муфты будем решать при помощи методики [7].

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

Характеристики спроектированного технологического процесса представим в виде технологического паспорта (таблица 5). В данном паспорте указываем подробные сведения о технологических операциях, то есть, какие оборудование и средства технологического оснащения используются, какие материалы и вещества необходимы, работники каких профессий необходимы для осуществления технологического процесса.

Таблица 5 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс»	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [7]
технологический процесс изготовления корпуса фрикционной предохранительной муфты	«токарная операция»	оператор станков с числовым управлением	токарный 16К20Ф3, патрон трехкулачковый специальный, резец специальный	сталь 40ХН, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [7]
	«шлифовальная операция»	шлифовщик	внутришлифовальный 3К228В, оправка кулачковая, круг шлифовальный	сталь 40ХН, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [7]

Сведения, представленные в данной таблице, используем для выявления профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, разработки мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на производстве и анализа влияния используемых для выполнения технологического процесса материалов, технических веществ и механизмов на экологию.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

При выполнении любого технологического процесса для осуществляющих его работников возникают профессиональные риски, характеризующиеся опасными и вредными производственными факторами, а также источниками их возникновения. В данном случае наибольшую вероятность возникновения имеют риски, приведенные в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
токарная операция, шлифовальная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	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
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики» [7]

Продолжение таблицы 6

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся 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)	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики, смазочно-охлаждающая жидкость на синтетической основе
	физическая динамическая нагрузка	оборудование, техоснастка» [7]

Из данной таблицы следует, что в рассматриваемом технологическом процессе выявлено семь основных опасных и вредных производственных факторов. Источниками их возникновения являются в основном оборудование и средства технологического оснащения. При этом некоторые из них являются источником сразу нескольких опасных и вредных производственных факторов. Устранение или замена выявленных источников невозможно, так как они обеспечивают выполнение технологического процесса.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Влияние опасных и вредных производственных факторов на работников, осуществляющих технологический процесс, необходимо снизить до допустимых значений или устранить. Решение данной задачи достигается путем разработки организационно-технических методов и применения средств индивидуальной защиты. Оптимальные для данного технологического процесса решения представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«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» [7]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	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
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 вредного производственного фактора ограничивающие устройства	костюм для защиты от производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные» [7]

Продолжение таблицы 7

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или	Средства индивидуальной защиты работника
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,» [2] «дистанционное управление оборудованием	наушники противозумные или вкладыши противозумные
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, нарукавники, фартук для защиты от механических воздействий с нагрудником» [7]

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
физическая динамическая нагрузка	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе» [7]	–

Из приведенной таблицы следует, что для устранения и снижения влияния на работников выполняющих рассматриваемый технологический процесс опасных и вредных факторов необходимо применить комплекс мер. Однако, данные меры являются типовыми для механической обработки деталей и не являются затратными.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности зависит от класса пожара. Полученный в соответствии с нормативной документацией класс пожара определяет его характеристики, то есть опасные факторы, возникновение которых возможно в случае пожара и сопутствующие проявления. Воздействие данных характеристик пожара на работников может привести к получению различного рода травм и при определенном стечении обстоятельств летальному исходу. Результаты идентификации класса пожара, а также его опасных факторов и их сопутствующих проявлений для рассматриваемого технологического процесса заносим в таблицу 8.

Таблица 8 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
участок изготовления корпуса фрикционной предохранительной муфты	токарный 16К20ФЗ, патрон трехкулачковый специальный, резец специальный, внутришлифовальный 3К228В, оправка кулачковая, круг шлифовальный	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» [7]

Разрабатываем мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на основе данных таблицы 8. В первую очередь необходимо определить технические средства пожаротушения. К данным средствам относятся первичные и мобильные средства пожаротушения, стационарные установки пожаротушения, средства пожарной автоматики, средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарный инструмент, пожарные сигнализация, связь и оповещение.

В таблице 9 представлены технические средства для обеспечения пожарной безопасности на производственном участке на котором выполняется рассматриваемый технологический процесс. При выборе технических средств необходимо отдавать предпочтение наиболее современным техническим средствам с учетом их стоимости.

Таблица 9 – 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, ведра, лопаты, ящики с песком, ломы, пилы, топоры	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, экран защитного действия	оповещатели автоматические звуковые и световые» [7]

Обеспечение пожарной безопасности при выполнении спроектированного технологического процесса также обеспечивается путем разработки соответствующих организационных мероприятий, приведенных в таблице 10.

Таблица 10 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта»	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности
технологический процесс изготовления корпуса фрикционной предохранительной муфты	разработка и реализация приказов и распоряжений, инструкций о мерах пожарной безопасности; обучение работников мерам пожарной безопасности, средства наглядной агитации	пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств» [7]

Разработанный комплекс мер, разработанный с учетом особенностей класса пожара, отвечает всем требованиям по обеспечению пожарной безопасности на производственном участке по выполнению спроектированного технологического процесса.

Выполнение данного раздела позволило выявить опасные и вредные производственные факторы и разработать технические и организационные мероприятия по их устранению. Это позволит снизить травматизм на производственном участке. Разработан комплекс мер по обеспечению пожарной безопасности на основе выявленных характеристик возможного пожара. По результатам разработанных мероприятий можно сделать заключение о том, что спроектированный технологический процесс отвечает всем необходимым требованиям и нормам по безопасности и экологичности его выполнения.

5 Экономическая эффективность работы

При написании бакалаврской работы было предложено изменить на операциях 015 (токарная) и 040 (шлифовальная) инструмент и режимы резания. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операции, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы. Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операциях 015 и 040, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого

варианта техники (технологии)» [13, с. 15-23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 5, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 23087,95 рублей.

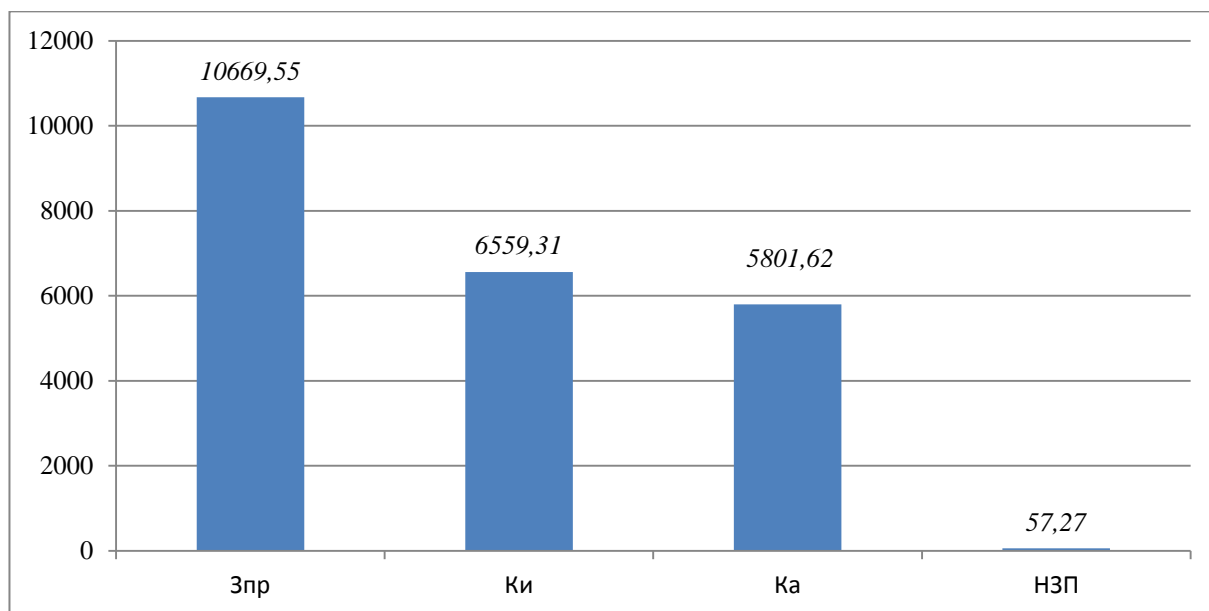


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты на проектирование ($Z_{пр}$), величина которых соответствует 46,21 % от всей величины капитальных вложений. Далее, по величине, следуют затраты на управляющую программу (K_A), долей в общей объеме, равной 25,38 %. Третьими, являются затраты на инструмент (K_I), они составляют 28,41 %. И самой не значительной является величина незавершенного производства ($НЗП$), т. к. составляет всего 0,25 % от всей величины капитальных вложений.

На рисунке 6 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали, по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

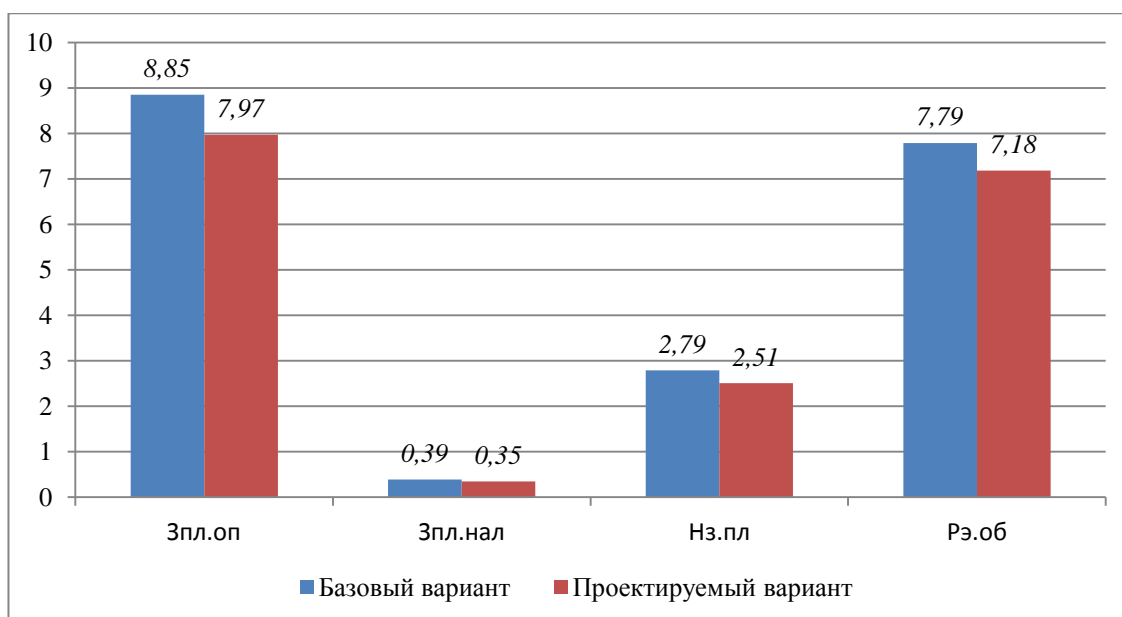


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали, по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а при определении разницы в себестоимости между вариантами не окажет влияния.

Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что две величины имеют примерные равные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- заработная плата оператора ($Z_{пл.оп}$), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе токарного и шлифовального станков, доля которой составляет 44,64 % для базового варианта и 44,23 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 39,29 % для базового варианта и 39,85 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической

себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по операциям 015 и 040 технологического процесса, представлены на рисунке 7.

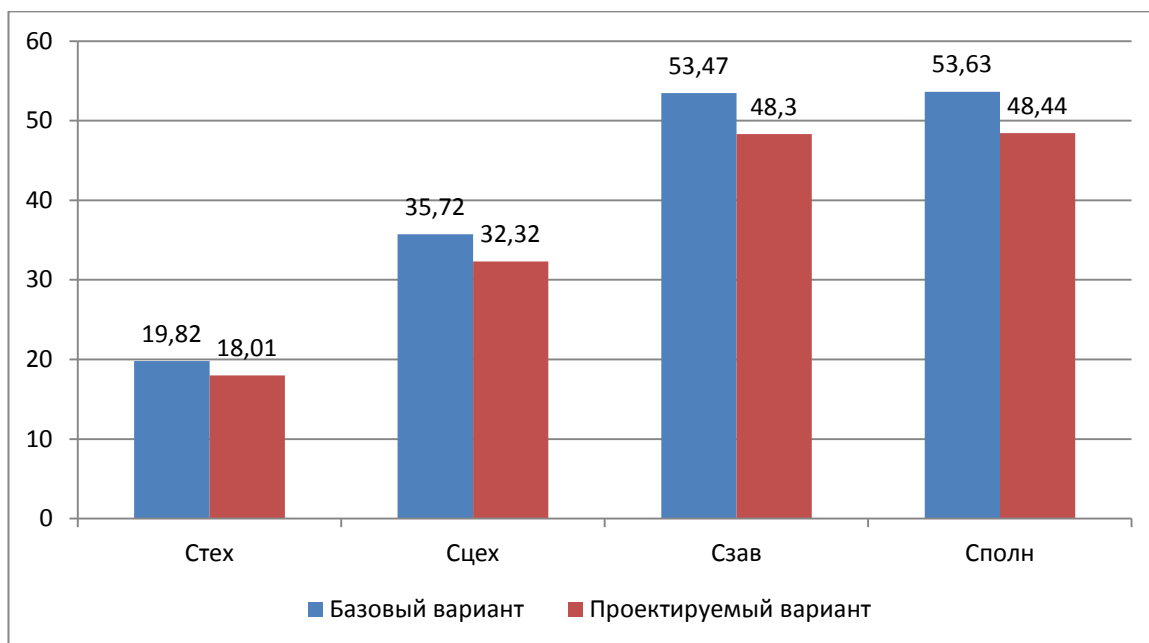


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 53,63 рубля, а для проектируемого варианта 48,44 рубля.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 23087,95 рублей, окупятся в течение 1-го года. Такой срок является более чем допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 4592,05 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий.

Заключение

При выполнении данной выпускной квалификационной работы были достигнуты следующие результаты.

Выполнен анализ функционального назначения детали, условий ее эксплуатации, технологических показателей детали и анализ типа производства. По результатам чего сформулированы задачи, которые необходимо выполнить в ходе выполнения данной работы. Решен комплекс задач связанных с технологией изготовления детали. Для этого в работе спроектирована заготовка, разработан план изготовления детали, произведен выбор оборудования и технологической оснастки, проведено проектирование операций технологического процесса. Это позволило разработать оптимальную технологию изготовления корпуса муфты в условиях среднесерийного типа производства. Решены конструкторские задачи, направленные на улучшение показателей технологии изготовления корпуса. Для этого проведено проектирование цангового патрона для базирования и закрепления заготовок на шлифовальной операции и токарного проходного резца для выполнения токарной операции. Это позволило обеспечить надежное закрепление детали на шлифовальной операции и снизить время на выполнение токарных операций. Рассмотрен комплекс задач направленных на обеспечение безопасности и экологичности выполнения спроектированного технологического процесса. Решена задача определения экономических показателей спроектированной технологии изготовления корпуса с учетом внесенных в нее технических решений. расчеты показали, что предлагаемые технические решения экономически эффективны.

В результате можно сделать вывод о том, что спроектирован высокоэффективный технологический процесс изготовления корпуса фрикционной предохранительной муфты, то есть цель выполнения работы можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Антимонов А.М. Основы технологии машиностроения : учебник / А.М. Антимонов. – 2–е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143717> (дата обращения: 06.08.2021).
2. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
3. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.
4. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2–е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 с.
5. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2018. –203 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 16.08.2021).
6. 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.
7. 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: 28.09.2021).
8. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им.

Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75160> (дата обращения: 28.08.2021).

9. Иванов И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И.С. Иванов. – Москва. : ИНФРА-М, 2015. – 198 с.

10.Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 345 с.

11.Ковшов А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 05.09.2021).

12.Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 16.04.2021).

13.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: 28.09.2021).

14. Маталин А.А. Технология машиностроения : учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. Производств» / А.А. Маталин. – Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с.

15. 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.

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. –216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 15.09.2021).

17. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. –256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 18.09.2021).

18. 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: 25.08.2020).

19. Режущий инструмент: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.] ; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2014. – 520 с.

20. Сибикин М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник. [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 308 с.

21. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 416 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/549074> (дата обращения: 03.09.2021).

22. 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.

23.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.

24.Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь : ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 16.09.2021).

25.Технологии машиностроения: выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н.М. Султан-заде [и др.]. – Москва. : ФОРУМ, 2016. – 287 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/515097> (дата обращения: 18.09.2021).

26. Химический состав и физико-механические свойства стали 40ХН [Электронный ресурс]. – URL: <https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/stal-40hn.html> (дата обращения: 09.08.2021).

27.Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков ; под редакцией А.С. Ямникова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 328 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148337> (дата обращения: 05.09.2021).

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	Тпоэ	Тшт				
0 19					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;																
T 20					392190 Резец контурный специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450																
T 21					нутромер НМ-50 ГОСТ10-88.																
22																					
A 23					XX XX XX 015 4110 Токарная																
Б 24					381101 Токарный 16К20Ф3	3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1						1,25	
0 25					Точить поверхности 1, 3, 5, 11, 12, 13 в размер $\phi 140,802^{+0,16}$; $\phi 43,38^{+0,1}$; $102,1^{+0,14}$; $72,3^{+0,12}$.																
T 26					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4;																
T 27					392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10;																
T 28					394300 Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88.																
29																					
A 30					XX XX XX 020 4110 Токарная																
Б 31					381101 Токарный 16К20Ф3	3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1							2,07
0 32					Точить поверхности 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22 в размер $\phi 135,66^{+0,16}$; $101,1^{+0,14}$; $14,8,6^{+0,12}$; $14,2,6^{+0,12}$.																
T 33					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4;																
T 34					392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10;																
T 35					394300 Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88.																
36																					
A 37					XX XX XX 025 4120 Сверлильная																
Б 38					381210 Вертикально-сверлильный 2С125Ф2 3 17335 312 1Р	1	1	1	1	1	1	1200	1								3,93
0 39					Сверлить, нарезать резьбы поверхности 24, 32, 33, 35 в размер $\phi 4,5^{+0,048}$; М5; 96																
T 40					396110 Патрон цанговый; 391213 Сверло $\phi 4,5$ ГОСТ10903-77 Р6М5; 391603 Зенкер $\phi 4,5$ ГОСТ12489-71																
T 41					Р6М5; 391311 Метчик М5 ГОСТ3266-81 Р18; 393400 Калибр.																
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 42	XX XX XX			030	4175 Долбежная.															
Б 43	381718				Долбежный 7Д430	3	17960	422	1Р	1	1	1	1200	1						2,08
О 44	Долбить пазы поверхности 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30 в размер 148 ^{+0,16} ; 14 ^{+0,059} .																			
Т 45	396110 Патрон цанговый; 392124 Резец долбежный ГОСТ18891-73 Р6МБ; 393400 Калибр.																			
46																				
А 47	XX XX XX			035	Термическая															
48																				
А 49	XX XX XX			040	4132 Внутришлифовальная															
Б 50	381312				Внутришлифовальный 3К228В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1						2,0
О 51	Шлифовать поверхности 19, 21 в размер $\phi 136^{+0,063}$; 100,6 ^{+0,054} .																			
Т 52	396110 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.																			
53																				
А 54	XX XX XX			045	4132 Внутришлифовальная															
Б 55	381312				Внутришлифовальный 3К228В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1						1,8
О 56	Шлифовать поверхности 1, 5 в размер $\phi 140,353^{+0,039}$; 100,6 ^{+0,054} .																			
Т 57	396171 Оправка кулачковая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.																			
58																				
А 59	XX XX XX			050	4130 Торцекрылошлифовальная															
Б 60	381311				Торцекрылошлифовальный Т160 3	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1						1,06
О 61	Шлифовать поверхности 12, 13 в размер $\phi 140,353^{+0,063}$; 70,03 ^{+0,046} .																			
Т 62	396171 Оправка кулачковая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.																			
63																				
А 64	XX XX XX			055	4132 Внутришлифовальная															
МК																				

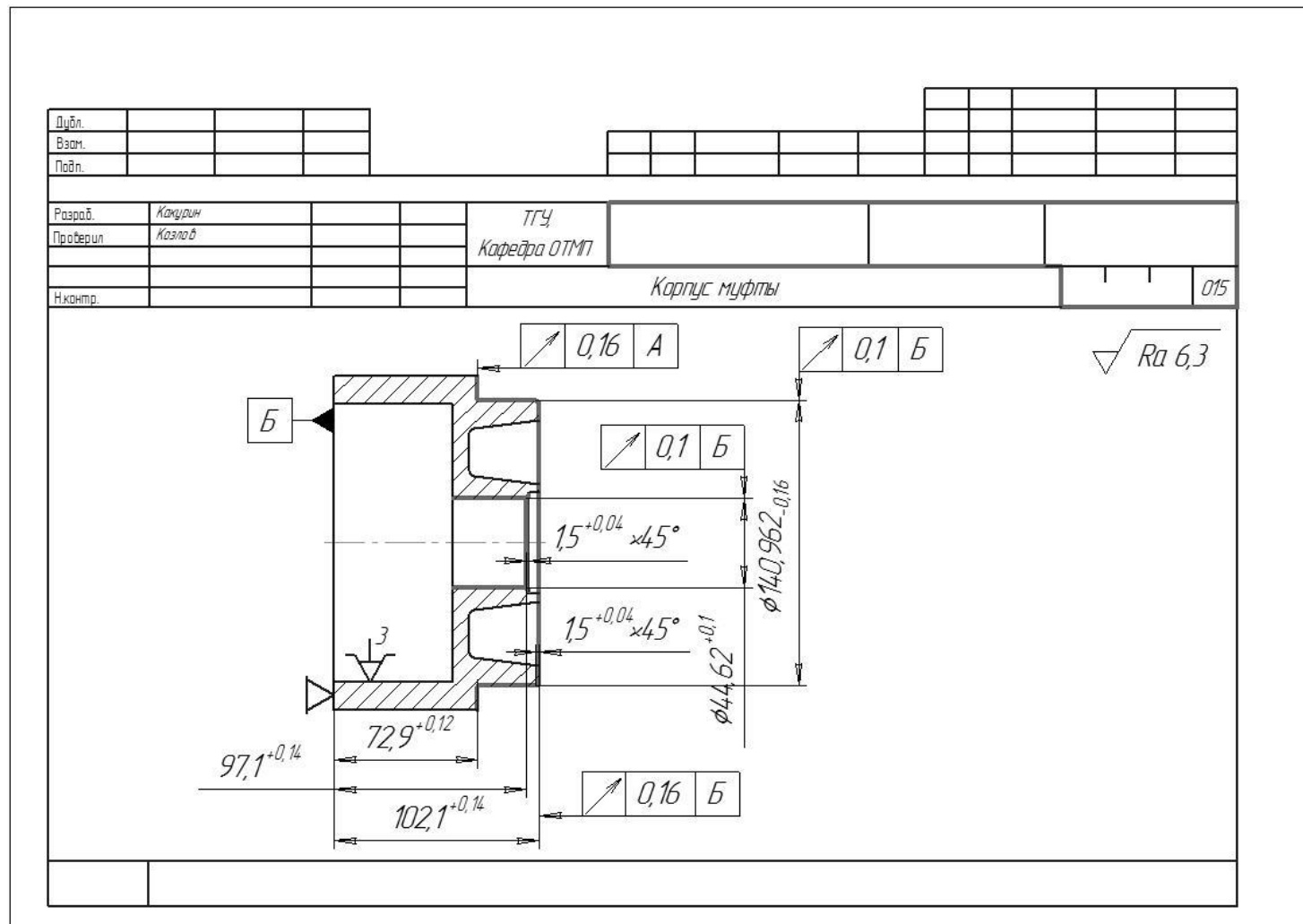
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа											
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
Б	Код наименования оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
Б 65	381312	Внутришлифовальный 3К228В					3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1		227
О 66	Шлифовать поверхности 1,5 в размер $\phi 44^{+0,016}$						100										
Т 67	396171 Оправка кулачковая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.																
68																	
А 69	XX XX XX 060 4130 Торцевкруглошлифовальная																
Б 70	381311	Торцевкруглошлифовальный 3Т160					3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1		11
О 71	Шлифовать поверхности 12, 13 в размер $\phi 140,043^{+0,025}$						70										
Т 72	396171 Оправка кулачковая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.																
73																	
А 74	XX XX XX 065 Моющая.																
75																	
А 76	XX XX XX 070 Контрольная.																
77																	
78																	
79																	
80																	
81																	
82																	
83																	
84																	
85																	
86																	
87																	
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



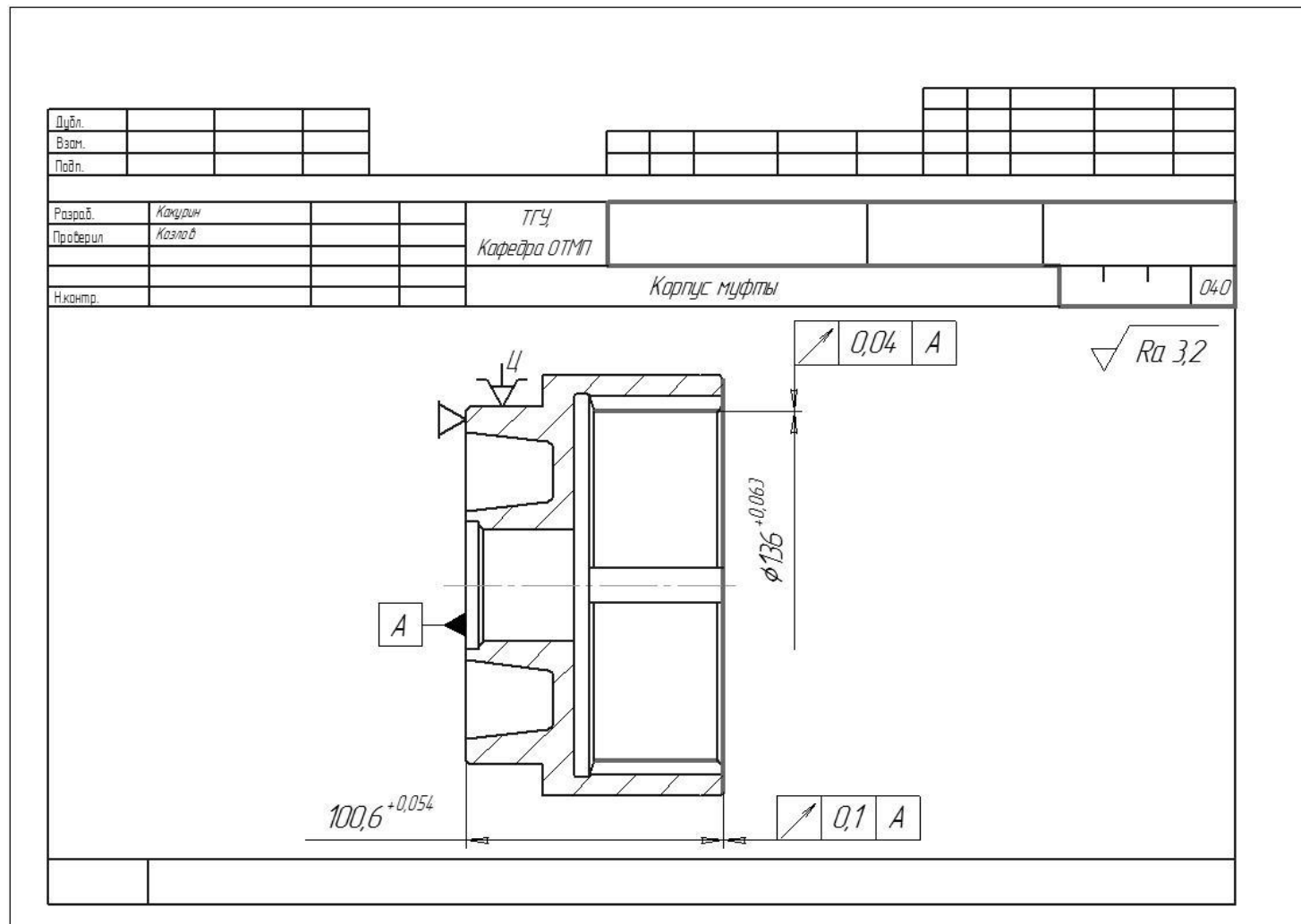
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Кажурин			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.				Корпус муфты						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Токарная		Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71		HB 250	166	6,67	Ø170,2x106,2			10,63	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		то	тб	тгв	тшт	сож					
16К20Ф3				0,54			1,25	Укдиал-1					
		пи	о или в	l	f	i	s	п	v				
01	1. Установить заготовку												
T ₀₂	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4;												
T ₀₃	392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10.												
04	2. Точить поверхности 1, 3, 5, 11, 12, 13 выдерживая размеры согласно эскиза												
P ₀₅		1				0,9		0,2	630	324			
P ₀₆		2				0,338		0,2	1200	166			
P ₀₇		3				0,5		0,1	800	350			
T ₀₈	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
09													
10													
11													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Кажурин			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.				Карпус муфты						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Шлифовальная		Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71		HRC 38	166	6,67	Ø170,2x106,2			10,63	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тa	Тb	Тгв	Тшт	СОЖ					
ЭК228В				12			20	Укдиоп-1					
		пи	о или в	l	f	i	s	п	v				
01	1. Установить заготовку												
Т.оп	396110 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный.												
02	2. Шлифовать поверхности 19, 21 выдерживая размеры согласно эскиза.												
Р.св	1						0,011	360	40				
Р.св	2						0,014	360	30				
Т.св	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
07													
08													
09													
10													

