

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления муфты механизма зажима

Обучающийся

К.А. Семенов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент В.А. Гуляев

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

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

ст. преподаватель И.В. Резникова

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

Тольятти 2023

Аннотация

Выпускная квалификационная работа рассматривает технологию изготовления муфты механизма зажима. Работа рассматривает все этапы проектирования данной технологии. Разделы работы соответствуют заданию. Первым этапом идет анализ исходных данных, в качестве которых используется рабочий чертеж детали. В ходе анализа требований чертежа выявлено соответствие требований служебному назначению поверхностей детали. Рассматриваются вопросы обеспечения технологичности детали. В ходе разработки технологии на основе характеристик среднесерийного типа производства выбрана заготовка и технологические переходы по ее дальнейшей обработке. Исходная заготовка выбрана, полученная методом проката. Сравнивалась с методом получения заготовки штамповкой. Выбранные технологические переходы соответствуют типовому технологическому процессу изготовления деталей типа втулки, форме которой соответствует заданная деталь. Технологические операции выполняются на широко функциональных высокоскоростных металлорежущих станках. Используется специализированное и универсальное оснащение для закрепления и обработки заготовки. Выбранные средства контроля и измерений соответствует форме детали, ее конфигурации и точности контролируемых параметров. Проектирование операций включает в себя расчет режимов и норм времени. Технологическое проектирование заканчивается формированием комплекта технологической документации по изготовлению детали. Для обеспечения технологии изготовления спроектировано зажимное и захватное приспособление. Проектирование сопровождается всеми необходимыми проверочными расчетами. Экономический раздел содержит обоснование изменений в технологии. Предусмотрены мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки.

Abstract

The final qualification work considers the technology of manufacturing the clutch of the clamping mechanism. The work considers all stages of the design of this technology. Sections of work correspond to the task. The first step is the analysis of the initial data, which is the working drawing of the part. During the analysis of the requirements of the drawing, the compliance of the requirements with the service purpose of the surfaces of the part was revealed. The issues of ensuring the manufacturability of the part are considered. In the course of developing the technology, based on the characteristics of the medium-scale type of production, a workpiece and technological transitions for its further processing were selected. The initial workpiece is selected, obtained by the rolling method. It was compared with the method of obtaining a workpiece by stamping. The selected technological transitions correspond to a typical technological process for manufacturing parts such as a bushing, the shape of which corresponds to a given part. Technological operations are performed on widely functional high-speed metal-cutting machines. Specialized and universal equipment is used for fixing and processing the workpiece. The selected means of control and measurement corresponds to the shape of the part, its configuration and the accuracy of the controlled parameters. The design of operations includes the calculation of modes and norms of time. Technological design ends with the formation of a set of technological documentation for the manufacture of the part. To ensure the manufacturing technology, a clamping and gripping device was designed. The design is accompanied by all the necessary verification calculations. The economic section contains the rationale for changes in technology. Labor protection measures are provided to ensure the specified processing conditions.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 5 |
| 1 Анализ объекта проектирования..... | 7 |
| 1.1 Анализ технологичности объекта проектирования..... | 7 |
| 1.2 Формулировка задач проектирования..... | 10 |
| 2 Технология изготовления детали..... | 12 |
| 2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения | 12 |
| 2.2 Проектирование технологической операции | 27 |
| 3 Проектирование специальных средств оснащения | 33 |
| 3.1 Станочное приспособление..... | 33 |
| 3.2 Режущий инструмент..... | 34 |
| 3.3 Научные исследования..... | 35 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта..... | 38 |
| 5 Экономическая эффективность работы..... | 43 |
| Заключение..... | 48 |
| Список используемых источников..... | 49 |
| Приложение А. Технологическая документация..... | 52 |

Введение

С целью проведения процессов механической обработки таких, как резание требуется обеспечение относительных движений между заготовкой и режущим инструментом. Для этого применяется то или иное технологическое оборудование, в частности, основным из них является металлообрабатывающий станок [21]. Данное оборудование характеризуется как сложная машина, включающая в себя ряд составных элементов. Каждый элемент в металлообрабатывающем станке выполняет свою функцию и имеет конструктивное оформление [1]. Благодаря тому, что режущий инструмент и заготовка взаимно расположены в пространстве, что происходит с помощью функционирования несущего механизма станка, который включает в себя базовые узлы (основания, станины, стойки, колонны, корпуса и прочее).

Машины, используемые для обработки металлических и других материалов, полуфабрикатов или заготовок путем удаления стружки с помощью специальных инструментов, называются металлорежущим оборудованием [25].

Все станки, применяемые для обработки, классифицируются на основе определенных характеристик, которые зависят от типа используемого технологического процесса, режущего инструмента и конфигурации станка.

Классификация металлорежущих станков основана на цели и типе их режущих механизмов [10]. Существуют несколько групп станков: токарные станки; сверлильные станки; шлифовальные, полировальные и заточные станки; комбинированные станки; зубо- и резьбообрабатывающие станки; фрезерные станки; строгальные, долбежные и протяжные станки; разрезные станки; станки других типов.

Для автоматической обработки небольших серий деталей используются устройства с программным управлением: цикловое программное управление, позволяющее настраивать цикл обработки и

упрощенно задавать параметры окружающей среды; числовое программное управление, где обработка ведется на основании управляющей программы [18]. Причем система управления может быть позиционной, контурной или универсальной.

Наконец, металлорежущие станки также могут быть классифицированы по массе: легкие станки до тонны; средние станки до десяти тонн; крупные станки от шестнадцати до тридцати тонн; тяжелые станки от тридцати до ста тонн; особенно тяжелые станки от ста тонн и выше [22].

В условиях производства для осуществления обработки металла применяются как совсем новые, так и старые проверенные способы [20]. Современные требования, предъявляемые к оборудованию для обработки металла, включают ряд важных аспектов:

- продуктивность: в современной промышленности, где объем работы огромен, важна быстрая скорость выполнения операций.
- точность: особое внимание уделяется способности поддерживать заданные размеры, особенно при работе с деталями с минимальными габаритами, предусмотренными для обработки на выбранном оборудовании [2].
- устойчивость и надежность к износу: оборудование должно быть надежным и долговечным, чтобы безотказно выполнять свои функции в течение продолжительного времени.

При реализации проектируемого технологического процесса в этой работе будет предложено использование самого современного оборудования и инструмента, соответственно будет предложен новый технологический процесс изготовления детали.

1 Анализ объекта проектирования

1.1 Анализ технологичности объекта проектирования

Выбранная деталь «Муфта» работает в режиме передачи крутящего момента от вала привода к валу радиальной нагрузки механизма зажима, причем нагрузка знакопеременная. Передача вращения осуществляется валом привода с помощью внутренних левых шлицев муфты через внутренние правые шлицы муфты на вал нагрузки. Также деталь несет в себе предохранительную функциональную особенность механизма зажима. Деталь показана на рисунке 1. Далее для формирования технических требований на чертеже проанализируем условия работы и назначение каждой поверхности этой детали. Поделим все поверхности муфты на четыре группы.

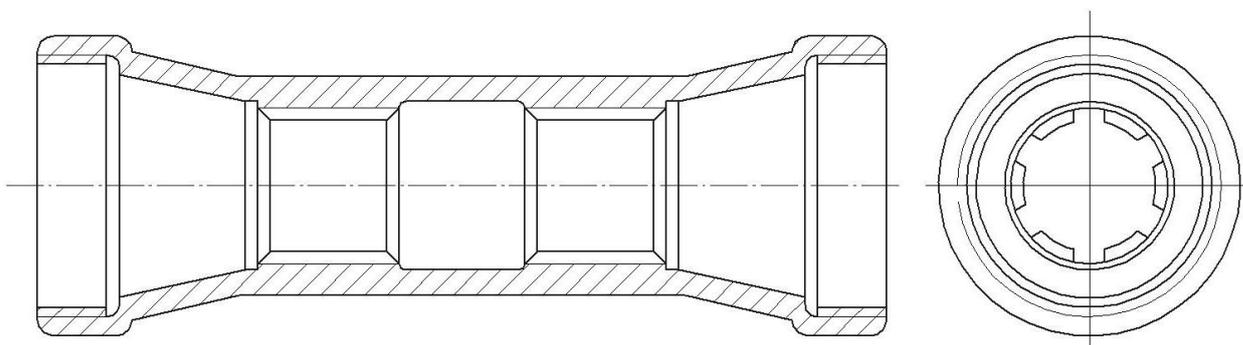


Рисунок 1 – Деталь «Муфта»

Первая группа самая ответственная, она определяет положение муфты в механизме зажима. Это конструкторские базы, к которым относятся поверхности для установки муфты. Вторая категория менее ответственных поверхностей – это вспомогательные конструкторские базы. Они предназначены для установки сопряженных деталей. В данном случае это внутренние левые шлицы муфты, которые через внутренние правые шлицы передают момент вращения на вал нагрузки. Для выполнения своего

служебного назначения для муфты выбрана марка материала – сталь 40ХГНМ ГОСТ 43445-71. Прочность материала около 900 МПа. Твердость в состоянии поставки 170-180 НВ. После улучшения с помощью закалки 200-220 НВ. Ее физические и механические свойства полностью удовлетворяют тем требованиям, которые предъявляются для поддержания соответствующего напряженно-деформированного состояния детали при ее эксплуатации [13].

Химический состав стали 40ХГНМ также соответствует предъявляемым требованиям: содержание углерода от 0,35 до 0,43 процента, содержание марганца от 0,8 до 1,1 процента, содержание кремния от 0,17 до 0,37 процента, содержание хрома от 0,5 до 0,8 процента, содержание никеля от 0,7 до 1,0 процента, содержание молибдена от 0,2 до 0,3 процента, содержание фосфора не более 0,035 процента, содержание серы не более 0,035 процента, содержание меди не более 0,3 процента, а остальное железо. За счет содержания молибдена сталь имеет хорошую прокатку и поэтому не обладает отпускной хрупкостью [24].

Для определения технических требований на чертеже проведем систематизацию поверхностей при этом проведем классификацию всех поверхностей согласно служебному назначению детали. Устанавливать и базировать заготовку можно по наружным цилиндрическим поверхностям. При этом нужно устанавливать заготовку с консольной схемой с поджимом задним центром. Деталь симметричной ступенчатости. Она имеет среднюю жесткость [17]. Конструктивные элементы являются типовыми. В качестве основных конструкторских баз определим поверхности 3 и 4, в качестве вспомогательных конструкторских баз определим поверхности 19, 20, 23 и 24. Исполнительными поверхностями, исходя из служебного назначения детали, являются поверхности 21, 22, 12 и 13. Остальные поверхности характеризуем как свободные – это поверхности 1, 2, 5, 6-11, 14-18. Из-за формы и материала детали необходимо применять один единственный способ получения заготовки – это прокат [13]. Но для экономического обоснования сравним со штамповкой.

В значительной мере технологичность конструкции детали определяется возможностью наиболее простой механической обработки. Проведем анализ детали на ее технологичность. Совершенство конструкции детали также определяется использованием наиболее экономических, экономичных и производительных технологических методов ее изготовления. В начало технологического процесса относят процедуры, раскрывающие скрытые дефекты на начальной стадии обработки (пористость, коробление, трещины, и тому подобное), а также создаются оптимальные условия для перераспределения остаточных напряжений в заготовке [16]. Осуществляется выбор технологических баз и обоснование этих выбранных баз. Задаётся очерёдность и способы обработки поверхностей заготовки. Исходя из требований к качеству детали, устанавливается количество переходов при обработке каждой поверхности, а также оборудование для выполнения данной операции. Выявляется индивидуальная технологическая оснастка для выполнения операции и разрабатываются условия, которым должен соответствовать каждый вид выбранной оснастки. При выборе установочных баз соблюдаются основные условия: постоянство баз и совмещение технологических баз с конструкторскими. Последней производят обработку легкоповреждаемых поверхностей, например, наружной резьбы. Последовательность операций зависит от последующих термической и химико-термической обработки. Рабочие поверхности необходимо шлифовать и полировать [4]. Для того, чтобы спроектировать технологический процесс с минимальными затратами, необходимо обеспечить технологичность муфты. Для этого проанализируем обрабатываемость данной детали. Она имеет среднюю жесткость, так как средний диаметр около 40 мм при длине 135 миллиметров. Поэтому нужна как минимум двух опорная схема установки этой заготовки. Поверхности имеют среднюю протяженность. Общая точность средняя [23]. Все поверхности необходимо обрабатывать, так как уровень точности не соответствует точности возможной заготовительной операции. Заготовку можно

использовать унифицированную, так как форма детали типовая и простая. Материал имеет нормальный уровень обрабатываемости. Материал не дефицитный и по своим физико-механическим свойствам соответствует служебному назначению муфты. Конструктивные элементы стандартизированы и унифицированы.

Выбор технологических баз и их обоснование произведены. Заданы очередность и способы обработки поверхностей заготовки. Исходя из требований к качеству детали, установлено количество переходов при обработке каждой поверхности, а также оборудование для выполнения данных операций.

1.2 Формулировка задач проектирования

В работе планируется разработать новую технологию изготовления рассматриваемой детали. Для чего необходимо провести технологические, технические и экономические мероприятия, в ходе проведения которых решить следующие задачи. Все поставленные задачи работы соответствуют этапам проектирования технологического процесса. Поэтому в работе необходимо рассмотреть эти этапы проектирования данной технологии. Разделы работы должны соответствовать заданию. Первым этапом прошел анализ исходных данных, в качестве которых использовался рабочий чертеж детали и заданный годовой объем выпуска 1000 деталей в год. В ходе анализа требований чертежа выявлено соответствие требований служебному назначению поверхностей детали. Рассматривались вопросы обеспечения технологичности детали. Далее необходимо разработать технологию на основе характеристик среднесерийного типа производства и выбрать заготовку и технологические переходы по ее дальнейшей обработке. Исходную заготовку будем получать методом проката. Для этого сравним с методом получения заготовки штамповкой. Выбирать технологические переходы будем в соответствии с типовым технологическим процессом

изготовления деталей типа втулки, форме которой соответствует заданная деталь. Технологические операции будем выполнять на широко функциональных высокоскоростных металлорежущих станках. Будем использовать специализированное и универсальное оснащение для закрепления и обработки заготовки. Выбирать средства контроля и измерений необходимо в соответствии формы детали, ее конфигурации и точности контролируемых параметров. Проектирование операций должно включать в себя расчет режимов и норм времени. Технологическое проектирование будет заканчиваться формированием комплекта технологической документации по изготовлению детали. Для обеспечения технологии изготовления спроектировать систему автоматического управления процессом резания. Проектирование необходимо сопровождать всеми необходимыми проверочными расчетами. Экономический раздел должен содержать обоснование изменений в технологии. Необходимо предусмотреть мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки.

В разделе был проведен анализ исходных данных для реализации проектирования нового технологического процесса и поставлены задачи для достижения цели работы. Проанализированы технические требования детали. Проверены в ходе технического анализа на соответствие служебному назначению конструкция детали. Конструкция является типовой, она проанализирована на технологические признаки. В целом деталь технологична, что позволяет обрабатывать ее на универсальных станках.

2 Технология изготовления детали

2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения

По заданию годовая программа выпуска 1000 деталей и масса детали равна 1,12 килограмм. Для того, чтобы выбрать параметры технологического процесса, необходимо определиться с типом производства. В качестве основной характеристики для определения типа производства является коэффициент закрепления операций. Он рассчитывается по количеству операций на одном рабочем месте за календарный промежуток времени. Из-за отсутствия данной информации для проектируемой технологии определение типа производства будет выполняться косвенно по трудоемкости изготовления детали. В качестве меры этой трудоемкости выступает масса детали, которая задана на чертеже. Выбираем среднесерийный тип производства. Перед производством изделия необходимо учитывать следующие параметры: форму заготовки, размеры заготовки, массу заготовки, материал заготовки; тип производства, припуск. Обоснованный экономический выбор заготовки для производства ведет: к снижению себестоимости детали, снижению трудоёмкости. На основании этих суждений сделаем вывод, что важной задачей при выборе заготовки является снижение затрат на основные материалы, то есть уменьшение расхода материалов [13]. При выборе заготовки для производства необходимо учитывать ряд факторов. Различные материалы имеют разную твердость, прочность и ударную вязкость, что может повлиять на способ получения заготовки. Необходимо учитывать диаметр и длину заготовки, ее ступенчатость. Ее размеры определяются возможным напуском для упрощения формы заготовки и потерями на дополнительную обработку. Если размеры детали большие, то обычно используют заготовки из проката или из поковки, так как это есть ограничения по технологическим усилиям при штамповке. После получения заготовок давлением они обеспечивают более высокую жесткость и

прочность. Эти факторы должны быть приняты во внимание для эффективного проектирования заготовки и технологии ее изготовления [13]. Для объективного выбора метода получения заготовки сравним два: штамповку и прокат. «Массу заготовки $M_{Ш}$ при штамповке будем определять по формуле:

$$M_{Ш} = M_{Д} \cdot K_{Р}, \quad (1)$$

где $M_{Д}$ – масса детали, кг;

$K_{Р}$ равен 1,45» [15].

$$M_{Ш} = 1,12 \cdot 1,45 = 1,624 \text{ кг.}$$

«Массу заготовки при прокате определим по формуле:

$$M_{ПР} = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где V – объем заготовки, мм³;

γ – плотность материала заготовки, кг/мм³.

Размер проката определим по формуле:

$$d_{ПР} = d_{Д}^{max} \cdot 1,05, \quad (3)$$

где $d_{Д}^{max}$ – максимальный диаметр заготовки равный 48 мм» [15].

Результат:

$$d_{ПР} = 48 \cdot 1,05 = 50,4 \text{ мм}$$

Примем $d_{ПР}$ равным 55 мм.

$$\langle l_{ПР} = l_{Д}^{max} \cdot 1,05, \quad (4)$$

где $l_{Д}^{max}$ – максимальный линейный размер» [7].

Результат:

$$l_{\text{ПР}} = 135 \cdot 1,05 = 141,75 \text{ мм}$$

«Примем $l_{\text{ПР}}$ равным 145 мм.

Объем:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} \quad (5) \gg [7]$$

Результат:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} = \frac{3,14}{4} \cdot 55^2 \cdot 145 = 344320,625 \text{ мм}^3$$

Масса проката:

$$M_{\text{ПР}} = 344320,625 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,7 \text{ кг}$$

«Минимальная себестоимость определяется по формуле:

$$C_{\text{Д}} = C_3 + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}}, \quad (6)$$

где стоимость C_3 – заготовки;

$C_{\text{МО}}$ – механической обработки;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стружки.

Штамповка стоит:

$$C_3 = C_{\text{Б}} \cdot M_{\text{Ш}} \cdot K_{\text{Т}} \cdot K_{\text{СЛ}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{П}}, \quad (7)$$

где $C_{\text{Б}}$ – цена 1 кг заготовки, руб./кг;

$M_{\text{Ш}}$ – масса заготовки, кг;

Коэффициенты, учитывающие:

$K_{\text{Т}}$ – точность;

$K_{\text{СЛ}}$ – сложность;

$K_{\text{В}}$ – массу;

$K_{\text{М}}$ – материал;

$K_{\text{П}}$ – серийность» [7].

Примем C_B равным 11,20 руб./кг, K_T равным 1,0, $K_{СЛ}$ равным 1,0, K_B равным 1,0, K_M равным 1,27 и K_{II} равным 1,0.

Результат:

$$C_3 = 11,20 \cdot 1,624 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,27 \cdot 1,0 = 23,1 \text{ руб.}$$

«Обработка:

$$C_{MO} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} \quad (8)$$

где $C_{УД}$ – цена 1 кг материала, руб./кг.

Затраты:

$$C_{УД} = C_C + E_H \cdot C_K. \quad (9)$$

Принимаем E_H равным 0,16, C_C равным 15 руб./кг и C_K равным 33 руб./кг» [15].

Результат:

$$C_{MO} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} = (1,624 - 1,12) \cdot (15 + 0,16 \cdot 33) = 8,6 \text{ руб.}$$

« $C_{ОТХ}$ определяется по формуле

$$C_{ОТХ} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot Ц_{ОТХ} \quad (10)$$

$Ц_{ОТХ}$ равна 0,5 руб./кг. Результат:

$$C_{ОТХ} = (1,624 - 1,12) \cdot 0,5 = 0,212 \text{ руб.}$$

В итоге:

$$C_{Д} = 23,1 + 8,6 - 0,212 = 31,5 \text{ руб.}$$

Стоимость проката:

$$C_{ПР} = C_{МПР} \cdot M_{ПР} + C_{ОЗ}, \quad (11)$$

где $C_{МПР}$ – стоимость 1 кг материала 14 руб./кг;

$C_{ОЗ}$ – отрезка, руб.» [5].

$$\ll C_{ОЗ} = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ШТ}}{60}, \quad (12)$$

где $C_{ПЗ}$ – на рабочем месте примем 30,2 руб./ч.

$T_{ШТ}$ определяется по формуле:

$$T_{ШТ} = T_0 \cdot \phi_K, \quad (13)$$

где T_0 – машинное время, мин;

ϕ_K – коэффициент по оснастке.

Примем ϕ_K за 1,5, а T_0 определим по формуле:

$$T_0 = 0,19 \cdot d_{ПР}^2 \cdot 10^{-3} \quad (14) \gg [7]$$

Согласно (11 – 14) результаты:

$$T_0 = 0,19 \cdot 55^2 \cdot 10^{-3} = 0,57 \text{ мин};$$

$$T_{ШТ} = 0,57 \cdot 1,5 = 0,86 \text{ мин};$$

$$C_{ОЗ} = \frac{32 \cdot 0,86}{60} = 0,45 \text{ руб.};$$

$$C_{ПР} = 14 \cdot 2,7 + 0,45 = 38,25 \text{ руб.};$$

$$C_{МО} = (2,7 - 1,12) \cdot (15 + 0,16 \cdot 33) = 32 \text{ руб.};$$

$$C_{ОТХ} = (2,7 - 1,12) \cdot 0,5 = 0,79 \text{ руб.}$$

$$\text{В итоге } C_D = C_3 + C_{МО} - C_{ОТХ} = 69,46 \text{ руб.}$$

«Результат расчета при штамповке умножаем на три согласно поправочному коэффициенту на 2023 год. Тогда получим 94,5 руб.

Определим коэффициент использования материала:

$$K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_{З}} \quad (15)$$

При штамповке: $K_{ИМ} = \frac{1,12}{1,624} = 0,69$.

При прокате: $K_{ИМ} = \frac{1,12}{2,7} = 0,41$.

Годовой экономический эффект определим по формуле:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{ДШ} - C_{ДПР}) \cdot N_Г \quad (16)$$

где $C_{ДПР}$ – стоимость проката;

$C_{ДШ}$ – стоимость штамповки» [15].

Результат: $\mathcal{E}_Г = (94,5 - 69,46) \cdot 1000 = 25040$ руб. То есть заготовка, полученная из проката выгоднее заготовки полученной штамповкой.

В таблицу 1 сведем результаты расчета припусков на обработку поверхности с диаметральным размером $21h6(-_{17}^0)$ мм.

Таблица 1 – Припуски на диаметральное значение $21h6(-_{17}^0)$ мм

| Переходы | Элементы | | | IT | Размеры | | Припуск | |
|----------|----------|---------------------------|--------------|----|------------|------------|---------|--------|
| | a | $\varepsilon_{уст}^{i-1}$ | ρ^{i-1} | | $d^i \min$ | $d^i \max$ | 2Z min | 2Z max |
| первый | 0,100 | 0,012 | 0,033 | 11 | 21,501 | 21,631 | 0,320 | 0,411 |
| второй | 0,100 | 0,012 | 0,013 | 9 | 21,009 | 21,061 | 0,220 | 0,311 |
| третий | 0,010 | 0,010 | 0,005 | 7 | 20,979 | 21,000 | 0,015 | 0,052 |
| то | 0,250 | 0,005 | 0,009 | 8 | 21,000 | 21,035 | - | - |

Методика выбора методов обработки для муфты включает несколько этапов, каждый из которых зависит от нескольких факторов. Самым главным фактором является определение требований к размеру и его точности, а также форме, прочности и другим характеристикам. Учитываем материал и необходимость термообработки. Должно быть соответствие требований условиям эксплуатации и предполагаемой нагрузке, чтобы определить

уровень требуемой прочности и точности. Выбор материала для изготовления вала влияет на выбор метода обработки. Углеродистая сталь 40ХГНМ имеет нормальную обрабатываемость. Обработка муфты включает такие методы, как токарная обработка и шлифование. Количество и порядок переходов зависит от требований к точности размеров и формы. Этапы для выбора технологических переходов по обработке поверхностей детали:

На первом этапе определим требования к изделию – необходимо определить геометрические параметры детали, требования к качеству поверхности, точности размеров и другие характеристики.

На втором этапе проведен анализ возможных вариантов технологии обработки. Необходимо проанализировать различные переходы, которые могут быть применены для изготовления. Это может включать разные комбинации токарной обработки, сверления, шлифования.

На третьем этапе определим оценку влияющих факторов на выбор технологии обработки. К ним относятся стоимость оборудования, стоимость материалов, время обработки, требования к точности и качеству поверхности. Нужно учесть возможности переналадки оборудования для серийного производства.

На четвертом этапе проведем сравнение технологических переходов с учетом оценки влияющих факторов. Выбрать наиболее подходящие для конкретной ситуации по критерию минимальной себестоимости.

На пятом этапе осуществим определение последовательности операций и параметры обработки для каждой операции. Это включает в себя выбор инструментов, режимов резания, скорости и подачи.

На шестом этапе после определения последовательности переходов необходимо разработать управляющие программы для станка, которые будут использоваться для обработки заготовки.

Выбор методов обработки покажем для всех поверхностей:

Поверхность 1 характеризуется 12 качеством точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических

характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение черновое (точность 13 квалитет, шероховатость Ra12,5), точение чистовое (точность 12 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 2 характеризуется 12 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 12 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 3 характеризуется 12 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 12 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 4 характеризуется 12 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 12 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 5 характеризуется 12 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 12 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 6 характеризуется 12 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение черновое (точность 13 квалитет, шероховатость Ra12,5), точение чистовое (точность 12 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 7 характеризуется 10 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 10 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 8 характеризуется 10 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 10 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 9 характеризуется 10 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 10 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 10 характеризуется 10 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической

операции: точение чистовое (точность 10 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 11 характеризуется 10 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 10 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 12 характеризуется 9 квалитетом точности. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 9 квалитет), нарезание резьбы и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 13 характеризуется 9 квалитетом точности. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 9 квалитет), нарезание резьбы и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 14 характеризуется 9 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 9 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 15 характеризуется 9 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 9 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 16 характеризуется 9 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 9 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 17 характеризуется 9 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 9 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 18 характеризуется 9 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 9 квалитет, шероховатость Ra6,3), протягивание (точность 9 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 19 характеризуется 8 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: сверление (точность 9 квалитет, шероховатость Ra6,3), точение чистовое (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3), протягивание (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 20 характеризуется 8 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую

последовательность технологических переходов на технологической операции: сверление (точность 9 квалитет, шероховатость Ra6,3), точение чистовое (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3), протягивание (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 21 характеризуется 8 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3), протягивание (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 22 характеризуется 8 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3), протягивание (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 22 характеризуется 8 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3), протягивание (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 23 характеризуется 8 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической

операции: точение чистовое (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3), протягивание (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Поверхность 24 характеризуется 8 квалитетом точности с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и технологических характеристик точности необходимо применить следующую последовательность технологических переходов на технологической операции: точение чистовое (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3), протягивание (точность 8 квалитет, шероховатость Ra6,3) и в завершении применить термическую обработку.

Существующий технологический процесс позволяет изготавливать качественную продукцию, соответствующую всем требованиям чертежа и не имеет значительных недостатков. В качестве работ по усовершенствованию существующего техпроцесса предложены мероприятия по повышению производительности труда и улучшению качества выпускаемой продукции. А именно:

- применение современного металлорежущего инструмента, что позволит поднять производительность труда, повысить точность обработки и улучшить качество обработанных деталей;
- приобретение сменных твёрдосплавных пластин к металлорежущему инструменту, согласно новых разработок фирм производителей. Желательно использовать новые разработки с улучшенной геометрией формы сменных пластин и пластины, покрытые новыми износостойкими сплавами;
- применение современного электронного мерительного инструмента позволит повысить точность измерений и снизить влияние ошибок станочника, производившего измерения за счет более удобного и информативного инструмента.

В базовом варианте использовалось автоматическое оборудование данного участка представлено вертикально обрабатывающими центрами. В

базовом варианте использовалось вспомогательное оборудование на данном участке представлено таким оборудованием как заточные станки. На основании проведенного анализа для повышения производительности механической обработки предлагается замена универсального оборудования на современные металлообрабатывающие центры с ЧПУ, которые позволят выполнять широкий спектр работ за один постанов детали, тем самым минимизируя время изготовления, производственные затраты с увеличением точности и качества обработки. Выбор оборудования является критически важным для реализации эффективной технологии изготовления корпуса. Токарно-фрезерные станки являются новым направлением в станкостроении. Они очень универсальны и могут использоваться для самых разнообразных переходов, так как имеют широкие технологические возможности. Из проведенного анализа современных научных исследований в области повышения производительности механической обработки с минимизацией затрат можно сделать вывод, что необходимо совершить выбор не только высокопроизводительного и современного оборудования и инструмента, но и средств программного обеспечения и правильность построения самого технологического процесса с обеспечением всех требований, предъявляемых к производству детали.

Для точения (операции 010, 020, 030 и 070) по обработке общего контура детали принимаем токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3, который позволит совместить операции 010-030 за счет последовательного выполнения всех переходов по данным операциям на одном станке за два постанова детали.

Для нарезания резьбы (операция 050 и 060) принимаем токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3. Обработка производится с использованием системы числового программного управления в диалоговом режиме, правка и профилирование детали осуществляется силами станка в процессе операции.

В таблице 2 покажем выбранные средства технологического оснащения, которые выбрали к каждой технологической операции с помощью определения необходимого оборудования, приспособлений, инструмента с его параметрами и средств контроля.

Таблица 2 – Выбор СТО

| «Операция | Оборудование | Оснастка | Режущий инструмент | Мерительный инструмент |
|-----------|----------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| 010 | токарно-винторезный станок 16К20 | патрон трехкулачковый ГОСТ 3265-75 | резец проходной ГОСТ 18878-73 | штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80 |
| 020 | токарный с ЧПУ станок 16А20Ф3 | патрон трехкулачковый ГОСТ 8742-75. | резец для контурного точения ГОСТ 18878-73, резец расточной специальный ВК8, резец расточной специальный Т30К4, резцы канавочные Т5К10. | штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80 микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78 |
| 030 | токарный с ЧПУ станок 16А20Ф3 | патрон трехкулачковый ГОСТ 8742-75. | резец для контурного точения ГОСТ 18878-73, резец расточной специальный ВК8, резец расточной специальный Т30К4, резцы канавочные Т5К10. | штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80 микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78 |
| 040 | протяжной станок 7Б65 | планшайба с опорным фланцем | протяжка шестишлицевая. | калибр шлицевой |
| 050 | токарно-винторезный станок 16К20 | патрон цанговый | резцы токарные сборные для нарезания резьбы ГОСТ 22207-76 | калибр резьбовой |
| 060 | токарно-винторезный станок 16К20 | патрон цанговый | резцы токарные сборные для нарезания резьбы ГОСТ 22207-76 | калибр резьбовой |
| 070 | токарный с ЧПУ станок 16А20Ф3 | оправка специальная | резец для контурного точения ГОСТ 18878-73 | штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80 микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78» [11] |

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки и в Приложении А в таблице А.1.

2.2 Проектирование технологической операции

На 020 токарной операции применяется оборудование – токарно-винторезный станок 16К20Ф3 при обработке поверхности диаметром 21 мм.

«Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S_y} \cdot K_V, \quad (17)$$

где C_U равен 420;

T – стойкость равна 60 мин;

t – глубина резания равная 4 мм;

m равно 0,2, x равно 0,15, y равно 0,20» [14].

Проведем расчет K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{nV} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{qV} \cdot K_{OV} \cdot K_{uV}, \quad (18)$$

где: $K_{MV} = 0,765$ – «коэффициент состояния поверхности заготовки;

$K_{nV} = 1$ – коэффициент материала режущей части резца;

$K_{\phi V} = 0,7$ и $K_{qV} = 1$ – коэффициенты геометрических параметров резца;

$K_{OV} = 1,04$ – коэффициент вида обработки;

$K_{uV} = 1$.

Подставив полученные значения в формулу (8) и определим поправочный коэффициент» [14]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{nV} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{qV} \cdot K_{OV} \cdot K_{uV} = 0,765 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 1 =$$

= 0,36.

Тогда:

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,36 = 57,52 \text{ мм/мин.}$$

«Частота вращения шпинделя:

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

где V – расчетная скорость, м/мин» [14].

Тогда получим:

$$n = \frac{1000 \cdot 57,52}{3,14 \cdot 44} = 483 \text{ об/мин.}$$

Скорректируем частоту $n_d = 500$ об/мин.

Определим мощность резания и сравним ее с паспортной.

Силу «резания определим по формуле:

$$P_Z = C_P \cdot t^X \cdot S^Y \cdot V^n \cdot K_P \quad (20)$$

где $C_P = 300$ – поправочный коэффициент;

$x = 1, y = 0,75, n = -0,15$ – показатели степени.

K_P – поправочный коэффициент:

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \quad (21)$$

Где $K_{MP} = 1,22$ – коэффициент качества обрабатываемой поверхности;

$K_{\phi P} = 0,89, K_{\gamma P} = 1, K_{\lambda P} = 1$ – коэффициенты геометрических параметров режущей части резца.

Подставим полученные значения в формулу (21) и определим значения поправочного коэффициента» [3]:

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,09.$$

«Подставим полученное значение в формулу (10) и определим силу резания:

$$P_Z = 300 \cdot 4^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 57,5^{-0,15} \cdot 1,09 = 213,7 \text{ Н}.$$

Мощность резания определяем по формуле:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (22)$$

Тогда:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{213,7 \cdot 57,5}{1020 \cdot 60} = 0,2 \text{ кВт}.$$

Мощность токарного станка с ЧПУ 16К20Ф3, РМЦ – 3000 составляет 10кВт.

Время, необходимое для выполнения каждой операции (перехода):

$$T_{шт} = T_O + T_B, \quad (23)$$

где T_O – основное время;

T_B – вспомогательное время.

Так как обработка производится на станке с ЧПУ, то операция выполняется последовательно, сначала точение $\varnothing 28_{-0,21}$ проходным резцом, затем точением торца, затем точение диаметра $\varnothing 44_{-0,26}$ проходным резцом, затем точение торца, затем точение $\varnothing 30_{-0,21}$ проходным резцом, затем подрезка торца, затем точение $\varnothing 44_{-0,25}$ проходным резцом.

Определим суммарное основное время при точении диаметров» [8]:

$$T_O = \frac{L_{PX1} \cdot i + L_{PX2} \cdot i + L_{PX3} \cdot i + L_{PX4} \cdot i}{S_M}, \quad (24)$$

где $i = 1$ – число рабочих ходов.

$$S_M = S \cdot n \quad (25)$$

Тогда

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ мм/мин.}$$

L_{PX_1} – длина рабочего хода:

$$L_{PX_1} = 100 + 2 = 102 \text{ мм.}$$

$$L_{PX_2} = 150 + 2 = 152 \text{ мм.}$$

$$L_{PX_3} = 12 + 2 = 14 \text{ мм.}$$

$$L_{PX_4} = 1225 + 2 = 1227 \text{ мм.}$$

«Подставим полученные данные в формулу (24) и определим суммарное основное время при точении диаметров» [9]:

$$T_O = \frac{102 \cdot 1 + 152 \cdot 1 + 14 \cdot 1 + 1227 \cdot 1}{100} = 14,93 \text{ мин.}$$

«Определим суммарное вспомогательное время при точении диаметров:

$$T_B = T_{УС} + T_{ЗО} + T_{УП} + T_{ИЗ}, \quad (26)$$

где $T_{УС} = 0,5$ мин – время на установку и снятие детали;

$T_{ЗО} = 0,3$ мин – время на закрепление и открепление детали;

$T_{УП} = 0,1$ мин – время на приемы управления станком;

$T_{ИЗ} = 0,15$ мин – время на измерение детали» [19].

Подставим полученные данные в формулу (26) и определим вспомогательное время:

$$T_B = 0,5 + 0,3 + 0,1 + 0,15 = 1,05 \text{ мин.}$$

Определим «штучное время на обработку диаметров:

$$T_{шт1} = T_O + T_B. \quad (27)$$

Тогда:

$$T_{шт1} = T_O + T_B = 14,93 + 1,05 = 15,98 \text{ мин.}$$

Определим нормы времени при точении торцов. Суммарное время при точении торцов определено по формуле» [6]:

$$T_O = 0.000037(D^2 - d^2). \quad (28)$$

Тогда:

$$T_O = 0,12 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_B = T_{УП} + T_{ИЗ}. \quad (29)$$

где $T_{УП} = 0,1$ мин – время на приемы управления станком.

$T_{ИЗ} = 0,05$ мин. – время на измерение детали.

Получим:

$$T_B = T_{УП} + T_{ИЗ} = 0.1 + 0.05 = 0,15 \text{ мин.}$$

Тогда, имеем:

$$T_{ШТ2} = 0,12 + 0,15 = 0,27 \text{ мин.}$$

Общее время на операцию:

$$T_{ШТ} = T_{ШТ1} + T_{ШТ2} = 15,98 + 0,27 = 16,25 \text{ мин.}$$

Полученные данные по нормам времени для рассматриваемой операции можно свести в таблицу 3.

Таблица 3 – Нормы времени на 020 операцию

| «020 токарно-карусельная (лимитирующая) | | | | |
|---|-------------|----------------|----------------|---------------------------|
| T_O , мин | T_B , мин | $T_{об}$, мин | $T_{шт}$, мин | $T_{шт-к}$, мин/шт.» [6] |
| 0,12 | 1,05 | 0,65 | 16,25 | 3,06 |

На 020 токарной операции применяется оборудование – токарно-винторезный станок 16К20Ф3 при обработке поверхности диаметром 21 мм. Исполнительные поверхности, представляющие собой шлицы были получены при механической обработке на протяжной операции.

В разделе «определен тип производства, определены его характеристики, описан технологический процесс, в виде плана обработки в графической части работы. Произведен анализ применяемого оборудования согласно» [15]. «Выявлено оборудование, применяемое на операциях технологического процесса. Проведен анализ оборудования на предмет его соответствия типу производства» [15]. «Произведен анализ применяемых приспособлений. Проведен анализ приспособлений на предмет их соответствия типу производства. Выявлены приспособления, не обеспечивающие требуемые характеристики качества обработки и производительность. Произведен анализ применяемого режущего инструмента. Произведен анализ режимов резания. Показаны нормы времени на лимитирующую операцию 020 токарную. Более подробнее полученные данные отмечены в приложении в соответствующей документации и графической части работы» [14]. В Приложении А представлены полученные результаты в виде технологической документации. Таблица А.1 содержит все необходимые сведения для реализации технологического процесса – маршрутные карты, операционные карты и карты эскизов.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Станочное приспособление

Представленный технологический процесс обработки выбранной детали «Муфта» позволяет качественно выполнять механическую обработку детали на существующем металлорежущем оборудовании. Изготовленная деталь полностью соответствует требованиям чертежа. В то же время установка нового или модернизация существующего оборудования позволит повысить качество изготавливаемых деталей и сократить время их изготовления.

Разработка станочного приспособления для зажима заготовки является важным этапом в производстве деталей на станках с ЧПУ. Это позволяет обеспечить точность и повторяемость обработки, а также увеличить производительность и снизить количество брака.

Шаг 1: Определение требований к приспособлению. Перед началом разработки необходимо определить требования к приспособлению. Это может включать в себя такие параметры, как размеры заготовки, ее форму, материал, требования к точности обработки, скорость обработки и т.д. Также необходимо учитывать возможности станка и инструментов, которые будут использоваться для обработки.

Шаг 2: Проектирование приспособления. На основе требований к приспособлению необходимо разработать его конструкцию. Это может включать в себя выбор материалов, размеров и формы элементов, способа крепления на станке, способа зажима заготовки и т.д. Важно учитывать возможности производства и сборки приспособления.

Шаг 3: Создание чертежей и моделей. После проектирования необходимо создать чертежи и 3D-модели приспособления. Это позволит убедиться в правильности конструкции и способности приспособления удовлетворять требованиям к обработке заготовки.

Шаг 4: Изготовление приспособления. После утверждения чертежей и моделей приспособление изготавливается на производстве. Важно следить за соответствием изготовленных деталей чертежам и моделям, а также за качеством используемых материалов.

Шаг 5: Тестирование и настройка приспособления. После изготовления приспособление необходимо протестировать на станке. Это позволит убедиться в его работоспособности, точности и надежности. Если необходимо, производится настройка приспособления для достижения необходимых параметров обработки.

Шаг 6: Внедрение в производство. После успешного тестирования приспособление может быть внедрено в производство. Важно обучить персонал правильной эксплуатации и обслуживанию приспособления, а также следить за его состоянием и производительностью.

3.2 Режущий инструмент

В качестве предлагаемого инструмента можно рассмотреть следующие резцы: проходной резец со сменными твердосплавными пластинами и канавочный резец со сменными твердосплавными пластинами. Конструкция, геометрия и характеристики металлорежущего инструмента постоянно совершенствуются. Появляются новые сплавы для его изготовления, в свою очередь, это создает условия для повышения скоростей резания и увеличения подачи. Возможным и целесообразным представляется комплекс мер по модернизации имеющихся на предприятии станков, которые, к примеру, не обладают нужной мощностью и числом оборотов шпинделя. Отсутствие требуемых характеристик затрудняет использование прогрессивного металлорежущего инструмента. После проведения мероприятий по модернизации, расширяется диапазон применяемого инструмента и сменных режущих пластин (рисунок 2) к имеющимся корпусам и державкам режущего инструмента.

К преимуществам данного инструмента можно отнести сокращение вспомогательного времени при обработке детали. Отсутствие в необходимости переточки данного инструмента. Правильный выбор металлорежущих пластин позволит обрабатывать различные материалы (сталь, нержавеющая сталь, чугун, цветные металлы), используя одну державку резца путем установки необходимой пластины.



Рисунок 2 – Сменные твердосплавные пластины для токарного резца

Как мы видим на обратной стороне упаковки с пластинами производитель указывает рекомендуемые режимы резания для различных видов материалов. Так же можно определить для обработки каких именно материалов можно использовать данные пластины: P – сталь; M – нержавеющая сталь; K – чугун; S – жаропрочные сплавы.

3.3 Научные исследования

С помощью специальной прикладной программы были проведены виртуальные эксперименты по исследованию влияния автоколебаний во время обработки на весь процесс резания в целом. На рисунке 3 представлен главный интерфейс этой программы, где отмечено: 1 – окно анимации процесса

резания; 2 – виртуальный осциллограф; 3 – графопостроитель; 4 – линия, которая повторяет траекторию движения вершины резца.

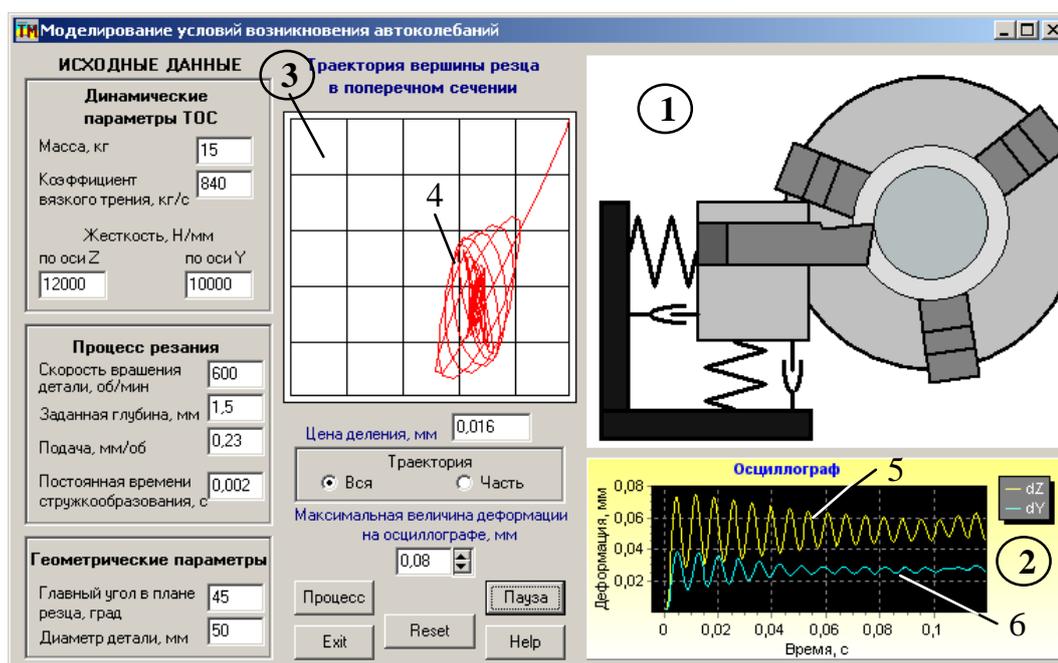


Рисунок 3 – Главный интерфейс прикладной программы

Графическое изображение анимации построено таким образом, что при изменении глубины резания соответствующие изменения в определенном масштабе отображаются в графическом окне. В начале процесса резания резец врезается в заготовку и на проекции, которая изображена в графическом окне анимации, такой процесс отображается увеличением глубины резания от нуля до заданного значения. Принято, независимо от величины продольной подачи, что продолжительность начального процесса равна времени одного оборота заготовки. Такая особенность облегчает контроль времени одного оборота заготовки при разных значениях частоты вращения, после которого уже наступает резание «по следу».

В соответствии с заданной в исходных данных частотой вращения заготовки (600 об/мин), время одного оборота равняется 0,1 с. Именно после

этого времени наступает обработка по следу, что начинает дополнительно возбуждать систему.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что в некоторых диапазонах изменения жесткости выявлены довольно резкие изменения деформаций, что нарушает регулярный характер зависимостей. Например, при массе 15 килограмм и жесткости 14000 Н/мм наблюдается увеличение амплитуды колебаний в сравнении с соседними значениями. Это свидетельствует о наличии нескольких резонансных зон технологической обрабатываемой системы при резании в зависимости от жесткости. Таким образом, возникает потребность более точно установить значение жесткости, которое приводит к резонансу, а также границу потери устойчивости технологической обрабатываемой системой.

Результаты экспериментальных исследований по определению максимально допустимой, предельной глубины резания являются чрезвычайно важными для практики, поскольку именно такой показатель определяет максимальную производительность станка. В ходе экспериментов было установлено, что, в целом, зависимость амплитуды автоколебаний от глубины резания имеет монотонный характер.

В настоящем разделе были получены следующие результаты: обработанная деталь полностью отвечает требованиям чертежа и это позволяет сказать, что технологический процесс составлен верно и средства оснащения подобраны правильно. Также, можно отметить то, что применение современного металлорежущего инструмента позволит сократить время изготовления детали, качество обработанных поверхностей и повысить производительность труда рабочего. Помимо применения современного металлорежущего инструмента можно предложить модернизацию станочного парка. А именно оснащение станков системами числового программного управления. Проведены научные исследования возникающих в процессе резания автоколебаний в технологической обрабатываемой системе.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом, в отношении которого будут решаться вопросы безопасности, экологичности и охраны труда в этом разделе и в работе в целом является технологический процесс изготовления муфты.

Технологические операции: токарная, протяжная, резьбонарезная.

Рабочие места: оператор станков с ЧПУ, оператор моечной установки.

Оборудование: токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3, протяжной станок 7Б65, токарно-винторезный станок 16К20.

Материалы: сталь 40 ХГНМ, вода, смазывающая охлаждающая жидкость, масло, керосин, поверхностно активные вещества.

Ключевым моментом является процесс изготовления, то есть условия, порядок механической обработки, а также средства технологического оснащения. Рассматривая технологическое оборудование и его значение в технологическом процессе, в обязательном порядке необходимо соблюдать некоторые условия: необходимость в формировании качества поверхностей детали в соответствии с техническими требованиями; соблюдение технических и документальных требований к оснащенности процесса; соразмерность между крупным оборудованием и мелкими составляющими; обеспечение более качественных методов для обработки поверхностей.

При выборе критериев выбора технологической оснастки, необходимо с помощью анализа учитывать все возможности реализации технологических и технических процессов и требований к деталям.

Выбранные средства технологического оснащения технологического процесса указаны в таблице 2, а расчет режимов резания детально расписан в пункте 2.2 раздела 2, а также в Приложении А в таблице А.1. В составлении технологической документации учитываются графические схемы, чертежи и текстовые документы, эти документы в своей совокупности могут определять ход и порядок различных технологических операций.

Для идентификации опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке обычно руководствуются локальными нормативными документами, устанавливающими порядок этой процедуры.

На производственном участке возможно возникновение травмирующих воздействий на человека. Это травма, поражение электрическим током, пожар, шум и так далее.

«Источниками возникновения или получения травмы могут потенциально быть движущиеся части производственного оборудования, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.012–75; разрыв шлифовального круга, вырыв обрабатываемой детали, вращающийся инструмент при обработке детали, приспособления для закрепления инструмента, перемещение шлифовальной бабки, слесарно-монтажный инструмент и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.033–78 2.

Источниками поражения электрическим током могут быть потенциально пробой фазы на корпус, нарушение изоляции токоведущих частей, перегрузка электрооборудования, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82 3» [5].

«Источниками возникновения пожара могут выступать действия, возникающие при нарушении изоляции токоведущих частей; перегрузке электрооборудования; нарушении технологического процесса; наличии промасленной ветоши; открытом огне и наличии искр; повышенной температуре воздуха и окружающих предметов; наличии токсичных продуктов горения; дыма; негерметичности системы питания; подаче топлива самотёком, курении в непосредственной близости от системы питания; применении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при мойке двигателя и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82.

Источниками возникновения шума является вибрация поверхностей оборудования, электродвигатель, зубчатая, клиноременная и др. передачи,

периодические соударения в сочлененных деталях, непосредственно обработка резанием, компрессоры, двигатели автомобилей, электрические двигатели технологического оборудования, механические передачи, воздухопроводы, технологическое оборудование и механизированный инструмент, уровень которого по ГОСТ 12.1.003–83 не может превышать 80 дБА» [5].

«Для снижения уровня профессиональных рисков разрабатываются инструкции по охране труда для каждой профессии, занятой на техническом объекте [5].

Обязательно применение средств индивидуальной защиты и технических средств защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и вредного производственного фактора.

Так при защите от повышенной или пониженной температуры поверхностей оборудования, материалов применяется специальная одежда, защитные щитки, очки, перчатки и рукавицы, специальная обувь и ограждение опасной зоны» [5].

«При защите от поражения электрическим током применяются защитное заземление зануление, ограждение токопроводящих частей, применение УЗО, выравнивание потенциалов, спец одежда, защитные очки, перчатки и спец обувь.

Для защиты от движущихся машин и механизмов подвижных частей производственного оборудования; передвигающиеся изделий и заготовок применяются спец одежда, защитные очки, перчатки, головной убор (каска или каскетка) и спец обувь, зонирование территории цехов (обозначение безопасных проходов), сигнализация и защитные ограждения.

При защите от повышенного уровня шума на рабочем месте и повышенного уровня вибрации на объекте применяется спец одежда, спец обувь, перчатки, наушники, беруши, наладка оборудования, увеличение жёсткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания» [5].

Сотрудники соблюдают требования охраны труда, пожарной безопасности, электробезопасности. Для достижения данной задачи ежедневно перед каждой рабочей сменой проводятся следующие мероприятия: на участках проведения огневых работ (сварочных и прочих работ с открытым пламенем) предусмотрены первичные средства пожаротушения: огнетушители ОП-5, баки с песком. Места, где находятся первичные средства пожаротушения отмечены плакатами; электрооборудование проходит регулярные испытания согласно действующей нормативно-технической документации, что подтверждается соответствующей биркой на электрооборудовании; на предприятии предусмотрены места для курения, обозначенные соответствующими плакатами; сварочные провода, удлинители и прочие переносные кабели защищены от механических повреждений и находятся на специальных подвесках над полом; персонал имеет удостоверения о проверке знаний в области охраны труда, пожарной безопасности, электробезопасности и квалификационные удостоверения по тем видам работ, которые выполняют работники; в зоне проведения сварочных работ отсутствует мусор, горючие и взрывопожароопасные вещества и материалы; сотрудники охраны труда каждую смену осматривают рабочие места на предмет соответствия требованиям охраны труда и техники безопасности.

На предприятии необходимо ходить в специальной одежде, обуви и каске. Для сварщиков предусмотрена одежда из плотного негорючего материала, сварочных краг, сварочной маски для проведения работ. Вся спецодежда должна иметь сертификат завода-изготовителя.

Исходя из всего вышеперечисленного следует сделать вывод о том, что на предприятии выполняются основные требования охраны труда и техники безопасности, работники предприятия обучены основным первичным методам борьбы с пожароопасными ситуациями и оказания первой помощи пострадавшим.

«Негативное экологические воздействие, влияющие на атмосферу на операции 020 токарной – это испарение технических жидкостей, металлическая пылевая и водно-аэрозольная взвесь.

Негативное экологические воздействие, влияющие на гидросферу – это проливы загрязнённой воды и технических жидкостей при проведении профилактики и очистке оборудования в сточные воды.

Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу - проливы технических жидкостей (масла, СОЖ) при проведении профилактики и ремонта, а также в аварийных ситуациях, внесение частиц металлической стружки частиц окалины на поверхность полов» [5].

«Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду на рассматриваемой операции проводятся следующие мероприятия - применение защитных щитков препятствующих распространению паров, взвеси и разбрызгиванию СОЖ, подвод приточно-вытяжной вентиляции, оборудованной фильтрами.

В разделе выработаны мероприятия и средства по снижению профессиональных рисков, которые позволяют снизить их общий уровень, сократить производственный травматизм и уровень производственной заболеваемости» [5].

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает замену инструмента и оснастки. Предлагаемый инструмент имеет большую износостойкость, а оснастка – более быстрое реагирование на выполнение действий. Все эти изменения обеспечивают снижение трудоемкости операции, как за счет увеличения режимов резания, так и за счет уменьшения вспомогательного времени выполнения операции.

Результаты технических изменений после совершенствований операций, а именно замены инструмента и оснастки:

- сокращение основного времени выполнения операций на 26,7 %;
- сокращение вспомогательного времени – на 21,8 %;
- увеличение стойкости применяемого инструмента на 26,7 %.

Описанные результаты достаточно существенны для того, чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 4 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.



Рисунок 4 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [6]

Используя, описанную на рисунке 4, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций (K_{BV}), которая составила 13845,53 рублей. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование предлагаемой технологии. На рисунке 5 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

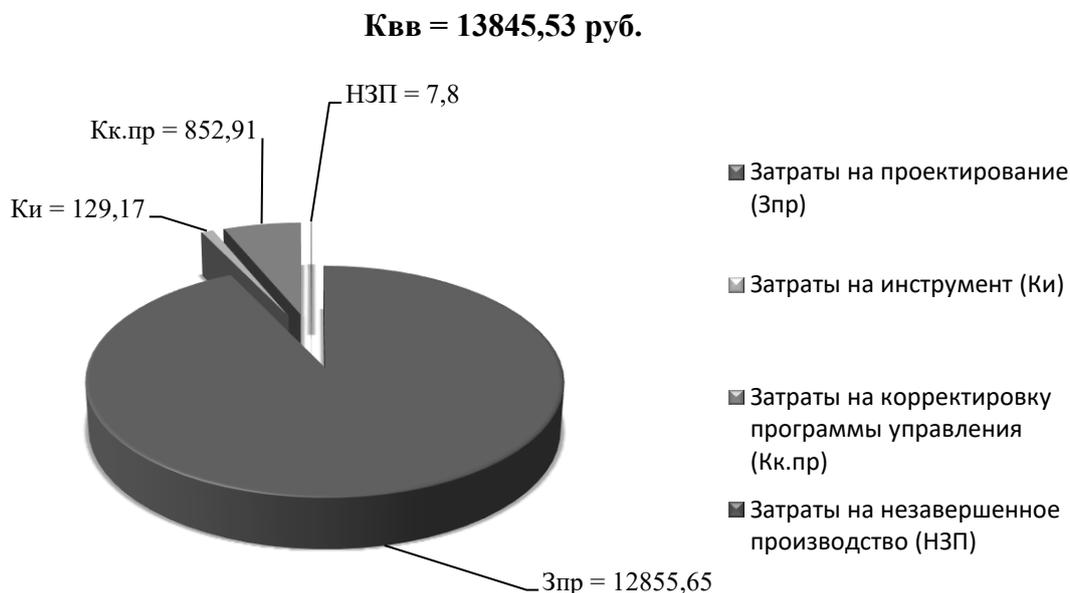


Рисунок 5 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Анализируя рисунок 5, можно сказать, что затраты на проектирование

являются самыми существенными, так как их доля составила 92,9 % в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 6.

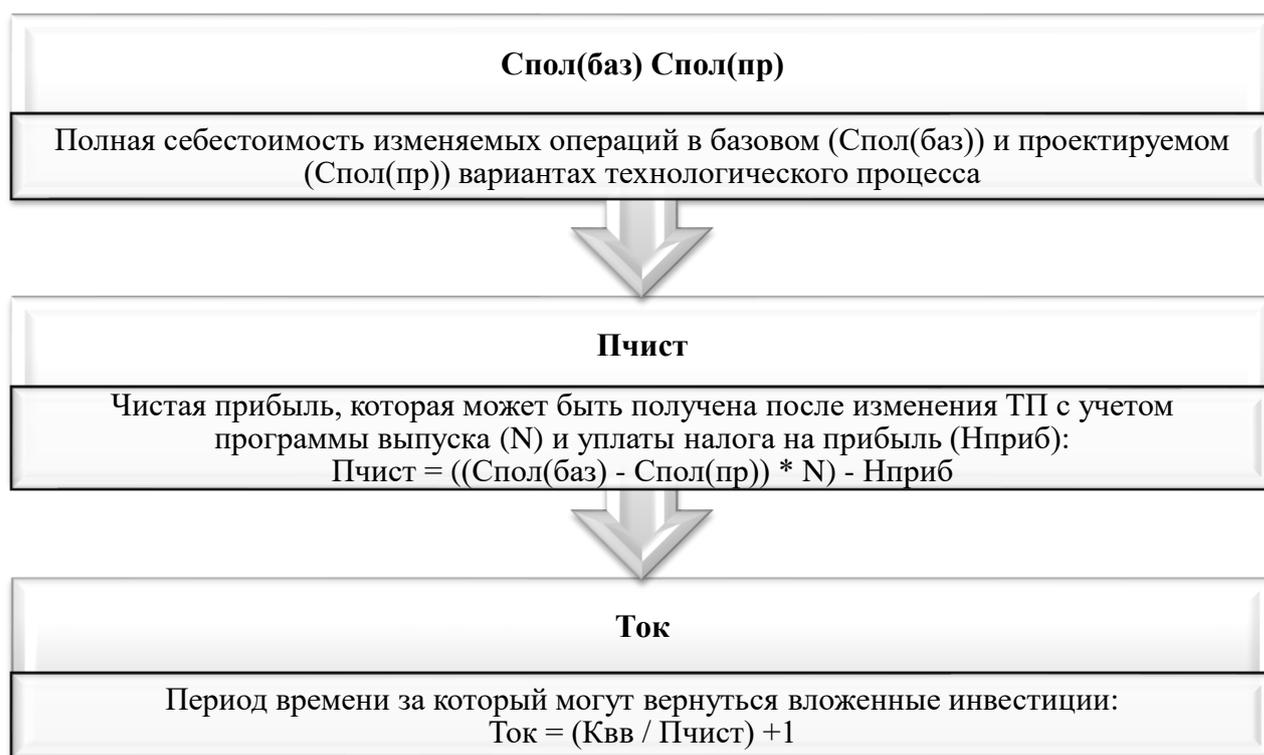


Рисунок 6 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 6, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, т. е. посмотреть на сколько снизится или увеличится себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, на сколько она снизится, потому что чем

больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Результаты расчета полной себестоимости по вариантам технологического процесса представлены на рисунке 7.

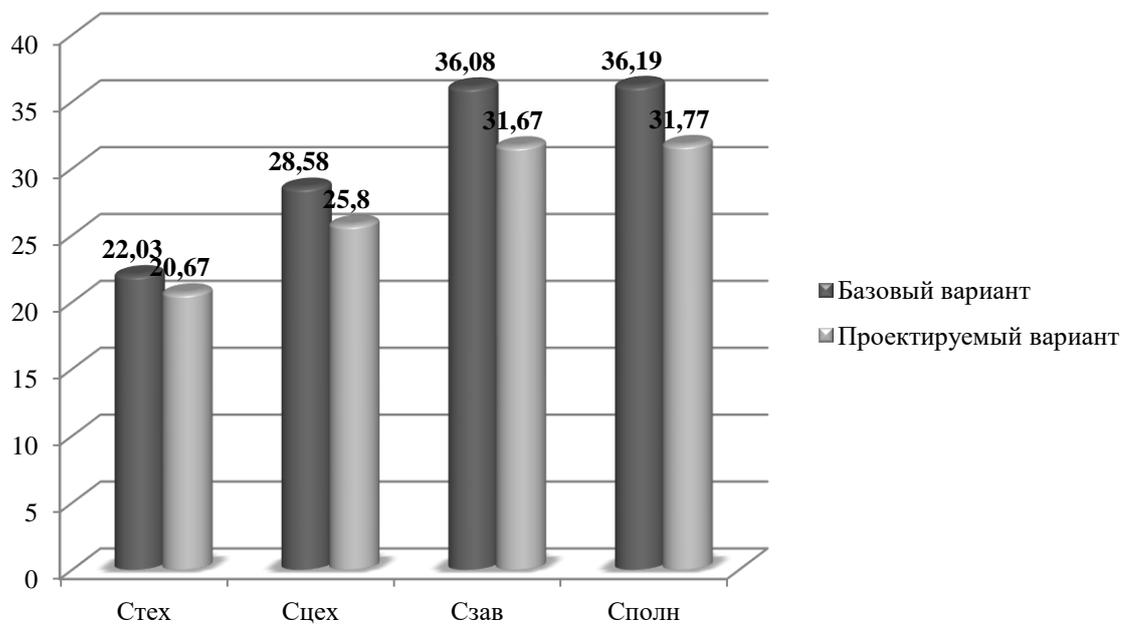


Рисунок 7 – Результаты расчета полной себестоимости по вариантам, руб.

Из рисунка 7 видно, что полная себестоимость в проектируемом варианте снижается, это изменение составляет около 12,2 %.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года. Если срок будет выше, то внедрение совершенствований нецелесообразно.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный

экономический эффект ($\text{Э}_{\text{инт}}$) путем расчета через сложные проценты. Они позволят максимально учесть потерю стоимости денежных средств и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 8 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.



Рисунок 8 – Значения показателей чистой прибыли ($\text{П}_{\text{чист}}$), срока окупаемости ($\text{Т}_{\text{ок}}$) и экономического эффекта ($\text{Э}_{\text{инт}}$)

В разделе проведены все необходимые и достаточные экономические расчеты. Как показано на рисунке 8, экономический эффект является положительной величиной, то есть он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

Заключение

В выпускной квалификационной работе рассмотрена технология изготовления корпуса механизма зажима. В работе рассмотрены все этапы проектирования данной технологии. Разделы работы соответствуют заданию. Первым этапом идет анализ исходных данных. В ходе анализа требований чертежа, выявлено соответствие требований служебному назначению поверхностей детали. Рассматривались вопросы обеспечения технологичности детали. В ходе разработки технологии на основе характеристик среднесерийного типа производства была выбрана заготовка и технологические переходы по ее дальнейшей обработке. Исходная заготовка выбрана, полученная методом штамповки. Выбранные технологические переходы соответствуют типовому технологическому процессу изготовления деталей типа втулки, форме которой соответствует заданная деталь. Технологические операции выполнялись на широко функциональных высокоскоростных металлорежущих станках. Использовалось специализированное и универсальное оснащение для закрепления и обработки заготовки. Выбранные средства контроля и измерений соответствует форме детали, ее конфигурации и точности контролируемых параметров. Проектирование операций включали в себя расчет режимов и норм времени. Технологическое проектирование заканчивалось формированием комплекта технологической документации по изготовлению детали. Для обеспечения технологии изготовления спроектировано зажимное и захватное приспособление. Проектирование сопровождалось всеми необходимыми проверочными расчетами. Экономический раздел содержит обоснование изменений в технологии и получен экономический эффект. Были предусмотрены мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки. Даны рекомендации для внедрения разработанного нового технологического процесса в реальное профилирующее предприятие.

Список используемых источников

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
2. Байкалова В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. 105 с.
3. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно- методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.
7. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
9. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
10. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
11. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

12. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 с.
13. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
14. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.
15. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
16. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
17. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
18. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.
19. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

20. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.
21. Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability / B. Bertsche, A. Schanz, K. Pickard. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2015. 502 p.
22. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.
23. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee. – London : Springer Reference, 2015. 3491 p.
24. Pahl G. Design for Minimum Cost. In: Engineering Design/ Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote KH. Springer: London. 2007. – p. 156.
25. Rösler J. Mechanical Behaviour of Engineering Materials: Metals, Ceramics, Polymers, and Composites / J. Rösler, H. Harders, M. Bäker. – Berlin Heidelberg New York : Springer, 2007. 540 p.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| А | Цех | Уч. | Рм | Опер. | Код, наименование операции | | | | | | | | | | |
|-----|--|-----|----|-------|----------------------------|-------|----|----|----|------|----|-----|------|-----|------|
| Б | Код, наименование операции | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз | Тшт. |
| A22 | | | | 40 | Протяжная | | | | | | | | | | |
| B23 | | | | | 1 | 16458 | 22 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 200 | 1 | | |
| O24 | Протянуть пов шлицев 19,20,21,22,23,24 в размеры указанных на чертеже 00. М15.020.16.003 | | | | | | | | | | | | | | |
| T25 | Специальный опорный фланец; 392302 Протяжка шлицевая | | | | | | | | | | | | | | |
| T26 | 393120 Калибр шлицевой | | | | | | | | | | | | | | |
| A27 | | | | 50 | 4110 Резьбонарезная | | | | | | | | | | |
| B28 | | | | | 1 | 18217 | 22 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 200 | 1 | | |
| O29 | На пов.12 нарезать резьбу М42х1.5 лев. | | | | | | | | | | | | | | |
| T30 | 396110 Патрон цанговый; Резец сборный для нарезания резьбы ГОСТ22207-76; 393120 Калибр-пробка | | | | | | | | | | | | | | |
| A31 | | | | 60 | 4110 Резьбонарезная | | | | | | | | | | |
| B32 | | | | | 1 | 18217 | 22 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 200 | 1 | | |
| O33 | На пов.13 нарезать резьбу М42х1.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| T34 | 396110 Патрон цанговый; Резец сборный для нарезания резьбы ГОСТ22207-76; 393120 Калибр-пробка | | | | | | | | | | | | | | |
| B35 | | | | 70 | 4110 Токарная | | | | | | | | | | |
| O36 | | | | | 1 | 18217 | 22 | 1Р | 1 | 1 | 1 | 200 | 1 | | |
| O37 | Точить пов. 7,8,11 в размеры $\rightarrow 48 \pm 0.100$, $\rightarrow 48 - 0.100$, $\rightarrow 35 - 0.100$. Проточит пов. 9,10 по углом 12 градусов. Острые углы скругли | | | | | | | | | | | | | | |
| T38 | 396110 Патрон трехлапчатый ГОСТ 2675-80; 392190 Резцы для контурного точения ГОСТ 18878-73 правый и левый | | | | | | | | | | | | | | |
| A39 | | | | 80 | 5140 Термическая | | | | | | | | | | |
| O40 | Улучшение до НВ 200...220. | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---------|-----------|------|-------|----------------|-------|------|------|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Семенов | | ТГУ | | | | | | | |
| Проверил | Гуляев | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Гуляев | | Муфта | | | | | КП | | |
| Наименование операции | Материал | | Твердость | EB | МД | Профиль размер | МЗ | КОИД | | |
| 40 Протяжная | Сталь 40ХГНМ ГОСТ 4543-71 | | НВ 190+10 | | 1,128 | ➤#x138 | 2,094 | 1 | | |
| Оборудование, устройство ЧП | Обозначение программы | | To | Tн | Tпз | Tшт | СОЖ | | | |
| Протяжной /Б65 | | | 0.16 | 0,85 | | 1.01 | | | | |
| P | ПИ | Д или В | L | t | г | S | n | V | Tосн | |
| O01 | 1. Установить заготовку | | | | | | | | | |
| T02 | 396110 Патрон специальный , 392430 Протяжка шлицевая специальная Р6М5 | | | | | | | | | |
| O03 | 2. Протянуть шлицы выдерживая размеры 1-4 | | | | | | | | | |
| P04 | 1 | | | | | | | 5 | 0.16 | |
| O05 | 3. Снять заготовку и проконтролировать размеры 1-4 | | | | | | | | | |
| T06 | 393120 Калибр пробка шлицевой | | | | | | | | | |
| OK | | | | | | | | | | |