

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 вала коробки переключения передач

Обучающийся

И.С. Щербатенко

(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 вала коробки переключения передач. 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. Она полученная методом проката. Сравнивалась с методом получения заготовки штамповкой. Выбранные технологические переходы соответствуют типовому технологическому процессу изготовления деталей типа вала, 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 станочное и контрольное приспособление. Проектирование сопровождается всеми необходимыми проверочными расчетами. Экономический раздел содержит обоснование изменений в технологии. Предусмотрены мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ объекта проектирования.....	6
1.1 Анализ технологичности объекта проектирования.....	6
1.2 Формулировка задач проектирования.....	9
2 Технология изготовления детали.....	11
2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения	11
2.2 Проектирование технологической операции	25
3 Проектирование специальных средств оснащения	31
3.1 Станочное приспособление.....	31
3.2 Контрольное приспособление.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	38
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А. Технологическая документация.....	51

Введение

Для повышения эффективности работы различных передающих механизмов необходимо обеспечивать соответствующее качество входящих в них их деталей. Например, различные редукторы. Они предназначены для преобразования характеристик движения [10]. Понижающий редуктор служит для снижения частоты вращения выходного вала с соответствующим повышением крутящего момента. Данный механизм работает в условиях динамических нагрузок. Некоторые редукторы испытывают значительные статические нагрузки при больших передаточных отношениях, как в червячных редукторах. Рассматриваемая деталь «Вал» и технологический процесс ее изготовления в качестве базового был реализован на предприятии АО «АВТОВАЗ». Поэтому будем ориентироваться на опыт изготовления детали до настоящего времени. Оборудование, используемое на предприятии, размещается на производственных отделениях в соответствии с основным направлением основного грузового потока с обеспечением всех необходимых организационно-технических мер. На предприятии используется широкий спектр оборудования, начиная от универсальных станков и заканчивая полуавтоматами, автоматами, а также автоматизированными линиями производства тех или иных деталей.

Все перечисленное автоматизированное оборудование входящее в производственно-технологический парк оборудования предприятия реализует универсальную быстроперенастраиваемую и гибкую систему производства.

Для изготовления деталей на данном предприятии используется широкий спектр режущего инструмента, как универсального, так и узкоспециализированного, как импортного, так и собственного изготовления [20].

В качестве основного оборудования в механических цехах используются различного рода универсальные токарные, фрезерные и сверлильные станки,

помимо этого, производство оснащено высокоточным автоматизированным оборудованием с ЧПУ.

Токарный участок включает в себя следующие универсальные токарные и фрезерные станки типа 16K20, BM127M, Витязь 6P81Ш-У, станки расточные марок 2E78П и 2E78ПН, токарно-винторезный станок 1A64, JET BD-6, сверлильные станки – MGB63, CORMAK ZS-40B, шлифовальное оборудование представлено как кругло-шлифовальным, так и плоско-шлифовальным оборудованием марок КШ-600, ВШ-200.3, ЗБ722, ЗД725 и ряд других. Автоматическое оборудование данного участка представлено вертикально обрабатывающими центрами марок KVL-Q, EXL-50, KREOS RB 5AX, зубообрабатывающие центры марок HERA 500, STALEX MUF2000 Servo, Kalibo Y31, TRIOD MMG 50 для мелко модульных зубчатых колес. Вспомогательное оборудование на данном участке представлено таким оборудованием как заточные станки марок LAKFAM ASP-631F SL, IRONMAC M 115, ТШ-ЗДБ АА0024. Металлорежущий инструмент представлен различного рода стандартным и нестандартным инструментом в зависимости от вида выполняемых работ [2] – это различные токарные резцы как для черновой, так и чистовой обработки (цельные, с напаянной металлорежущей частью и сборные), фрезы от концевых до дисковых, пилы для резки заготовок дисковые и ленточные, сверла, зенкеры, развертки и так далее. Весь режущий инструмент, используемый в производстве как отечественного, так и импортного производства. Данный инструмент применяется для выполнения широкого спектра задач, а именно – обработка плоских наружных поверхностей и торцов, изготовление деталей со сложным криволинейным (фигурным) контуром, растачивание отверстий, выполнение пазов на цилиндрических и плоских поверхностях [1] и так далее.

Для реализации проектируемого технологического процесса в этой работе будет использовать опыт предприятия и, проведя соответствующий анализ и расчеты, будет предложен новый технологический процесс изготовления детали.

1 Анализ объекта проектирования

1.1 Анализ технологичности объекта проектирования

Рассматриваемая деталь «Вал» работает в трехступенчатом цилиндрическом редукторе коробки передачи передач. Его назначение – передача крутящего момента с входного конца через шпоночное соединение на зубчатую поверхность. Зубчатый венец представляет собой модульный профиль 6 класса точности. Вал работает как скоростная ступень и соединяется при помощи муфты с исходным приводом вращения – валом привода в виде электродвигателя. Условия работы по частоте – скоростное движение, центробежные нагрузки тяжелые, так как ступень высокоскоростная [13]. Нагрузка по моменту соответственно средняя. Условия работы в смазочной среде. Деталь представлена на рисунке 1. Для формирования технических требований на чертеже необходимо проанализировать условия работы и назначение каждой поверхности этой детали. Для этого разделим все поверхности вала на четыре группы.

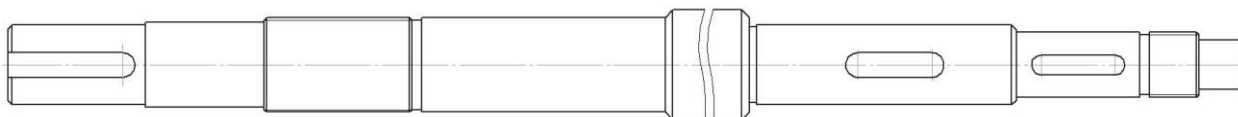


Рисунок 1 – Деталь «Вал»

Первая группа самая ответственная, она определяет положение вала в редукторе. Это конструкторские базы, к которым относятся поверхности для установки вала. Вторая категория менее ответственных поверхностей – это вспомогательные конструкторские базы. Они предназначены для установки сопряженных деталей. В данном случае это шейка, которая проходит через крышку для выходного конца вала, а также посадочная поверхность под муфту со шпоночным пазом. Рабочей поверхностью является боковая поверхность

шпоночного паза. Для выполнения своего служебного назначения для вала выбрана марка материала – сталь 40X ГОСТ 43445-71. Ее предел прочности 980 МПа. Твердость в состоянии поставки – 220-240 НВ. После закалки 32-35 HRC. Ее физические и механические свойства полностью удовлетворяют тем требованиям, которые предъявляются для поддержания соответствующего напряженно-деформированного состояния детали при ее эксплуатации.

Химический состав материала также соответствует предъявляемым требованиям – содержание углерода от 0,36 до 0,44 процента, содержание кремния от 0,17 до 0,37 процента, содержание серы до 0,035 процента, содержание фосфора до 0,035 процента, содержание никеля до 0,03 процента, содержание хрома от 0,80 до 1,10 процента, содержание меди до 0,03 процента, содержание магния от 0,50 до 0,80 процента и остальное железо.

Проведем систематизацию поверхностей для определения технических требований на чертеже, для чего 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. Конструктивные элементы являются типовыми. В качестве основных конструкторских баз определим поверхности 2 и 5, в качестве вспомогательных конструкторских баз определим поверхности 25, 26, 16, 14, 15, 10, 31 и 32. Исполнительными поверхностями, исходя из служебного назначения детали, являются поверхности 24, 23, 17, 27, 21, 19 и 20. Остальные поверхности характеризуем как свободные. Из-за формы и материала детали необходимо применять один единственный способ получения заготовки – это прокат.

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 экономичных,

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. 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. Для того, чтобы спроектировать технологический процесс с минимальными затратами, необходимо обеспечить технологичность вала. Для этого анализируем обрабатываемость данной детали. Она имеет среднюю жесткость, так как средний диаметр около 40 мм при длине 1850 миллиметр. Поэтому нужна как минимум двух опорная схема установки этой заготовки. Поверхности имеют среднюю протяженность. Общая точность средняя, за исключением посадочных поверхностей, на которые задается точность по 6 качеству. 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 вала. Конструктивные элементы стандартизированы и унифицированы.

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 100 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 с помощью штамповки. Выбрать 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 станочное и контрольное приспособление. 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

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.

Имеем по заданию объем выпуска 100 деталей в год и массу детали 19,3 килограмм. Выбираем мелкосерийный 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. 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 вала 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. «Массу детали будем определять согласно выражения:

$$G = \rho \cdot V, \quad (1)$$

где $\rho = 7,83 \text{ г/см}^3$; $V = 2465,2 \text{ см}^3$.

Подставляя значения для плотности материала и объема детали, получим:

$$G = 7,83 \cdot 2465,2 = 19,3 \text{ кг.}$$

В качестве заготовки принимаем пруток диаметром 50 мм и длиной 2500 мм. Заготовку получим путем отрезки прутка на фрезерно-отрезном полуавтомате 8В66. Выбранный материал обладает достаточной твердостью, хорошо обрабатывается и имеет низкую стоимость» [14].

«Правильный выбор метода получения заготовки позволяет производить ее проектирование. Для механической обработки заготовки определим припуски. Для определения припусков необходимо осуществить поэтапное решение этой задачи. Первый этап состоит в определении последовательности механической обработки каждой поверхности. Необходимо учесть зависимость поверхности от ее формы, точности обработки и чистоты. При этом используются справочные данные» [16].

«На следующем этапе проектирования осуществляется определение численных значений припусков на обработку. При этом обычно используется несколько методик. Для выбранного типа производства необходимо применить расчетно-аналитический метод [21] для определения припусков на точные поверхности. Это поверхность 7 диаметром $44h6(-0_{-17}^0)$.

Согласно принятой методики расчета для каждого технологического перехода при определении минимальных значений припуска будем использовать формулу» [14]:

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

«где a – глубина суммарного дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешности установки заготовки на операции, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [21].

«Результат:

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,41 + \sqrt{0,16^2 + 0,04^2} = 0,575 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,1 + \sqrt{0,063^2 + 0,025^2} = 0,168 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,05 + \sqrt{0,016^2 + 0,1^2} = 0,069 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,03 + \sqrt{0,004^2 + 0,005^2} = 0,036 \text{ мм.}$$

Определим минимальный диаметр, начиная с конечного размера, используя формулу:

$$D_{(i-1)min} = D_{imin} + 2 \cdot z_{imin}. \quad (3) \gg [14]$$

«Результат:

$$D_{3min} = D_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 43,983 + 2 \cdot 0,036 = 44,055 \text{ мм.}$$

$$D_{2min} = D_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 44,055 + 2 \cdot 0,069 = 44,193 \text{ мм.}$$

$$D_{1min} = D_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 44,193 + 2 \cdot 0,168 = 44,529 \text{ мм.}$$

$$D_{0min} = D_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 44,529 + 2 \cdot 0,575 = 44,679 \text{ мм.}$$

Определим максимальный диаметр для каждого перехода, используя формулу:

$$D_{imax} = D_{imin} + IT_i. \quad (4)$$

Тогда получим:

$$D_{0max} = D_{0min} + IT_0 = 44,679 + 0,62 = 45,299 \text{ мм.}$$

$$D_{1max} = D_{1min} + IT_1 = 44,529 + 0,25 = 44,779 \text{ мм.}$$

$$D_{2max} = D_{2min} + IT_2 = 44,193 + 0,062 = 44,255 \text{ мм.}$$

$$D_{3max} = D_{3min} + IT_3 = 44,055 + 0,039 = 44,094 \text{ мм.}$$

$$D_{4max} = D_{4min} + IT_4 = 43,983 + 0,017 = 44 \text{ мм} \gg [16].$$

«Определять максимальные значения припусков будем по формуле:

$$z_{imax} = 0,5 \cdot (D_{(i-1)max} - D_{imax}). \quad (5)$$

Тогда получим:

$$z_{1max} = 0,5 \cdot (D_{0max} - D_{1max}) = 0,5 \cdot (45,299 - 44,779) = 0,26 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = 0,5 \cdot (D_{1max} - D_{2max}) = 0,5 \cdot (44,779 - 44,255) = 0,262 \text{ мм.}$$

$$z_{3max} = 0,5 \cdot (D_{2max} - D_{3max}) = 0,5 \cdot (44,255 - 44,094) = 0,081 \text{ мм.}$$

$$z_{4max} = 0,5 \cdot (D_{3max} - D_{4max}) = 0,5 \cdot (44,094 - 44) = 0,047 \text{ мм.}$$

Правильность проведенных расчетов проверим с помощью равенства:

$$2 \cdot z_{imax} - 2 \cdot z_{imin} = IT_{i-1} - IT_i. \quad (6) \gg [16]$$

«Результат:

$$2 \cdot z_{1max} - 2 \cdot z_{1min} = IT_0 - IT_1;$$

$$2 \cdot 0,76 - 2 \cdot 0,575 = 0,62 - 0,25;$$

$$1,52 - 1,15 = 0,37;$$

$$0,37 = 0,37.$$

Расчеты верны» [14].

В таблицу 1 сведем результаты расчета припусков на обработку поверхности с диаметральной размер $40h6(-\frac{0}{-17})$ мм, а на рисунке 2 покажем схему припусков.

Таблица 1 – Припуски на диаметральный размер $40h6(-0_{-17}^0)$ 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	0,040	0,063	12	40,529	40,779	0,575	0,76
второй	0,050	0,020	0,016	9	40,193	40,255	0,168	0,262
третий	0,030	0,010	0,010	8	40,055	40,094	0,069	0,081
четвертый	0,017	0,005	0,004	6	39,983	40	0,036	0,047

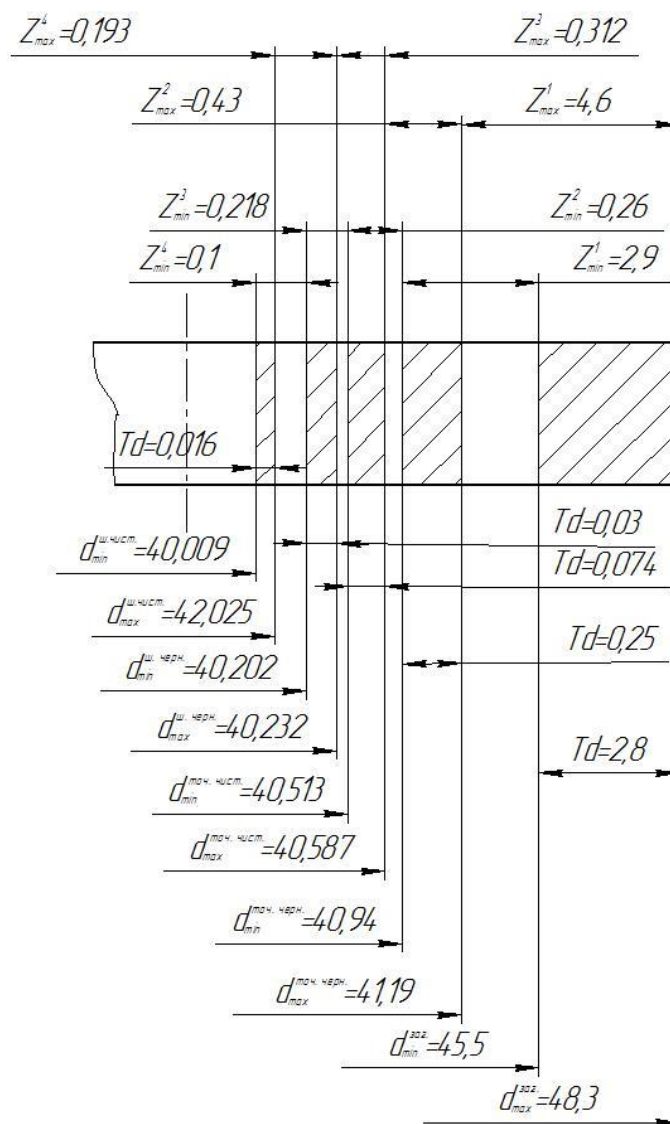


Рисунок 2 – Схема припусков

Методика выбора методов обработки для вала 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 40Х имеет нормальную обрабатываемость. Обработка вала 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: определение требований к изделию – необходимо определить геометрические параметры детали, требования к качеству поверхности, точности размеров и другие характеристики.

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

На пятом этапе: 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 некоторых поверхностей:

Поверхность 1 обрабатывается на 010, 025 и 035 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: отрезать (010 технологическая операция), точить начисто (025 технологическая операция) и отрезать (035 технологическая операция).

Поверхность 2 обрабатывается на 015, 035, 040, 055 и 060 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (015 технологическая операция), точить начисто (035 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (060 технологическая операция).

Поверхность 3 обрабатывается на 020 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 4 обрабатывается на 020, 025 и 036 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция), точить начисто (025 технологическая операция) и отрезать (035 технологическая операция).

Поверхность 5 обрабатывается на 020, 040 и 045 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить

начерно (020 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция) и отрезать (045 технологическая операция).

Поверхность 6 обрабатывается на 020 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 7 обрабатывается на 020, 025, 040, 055 и 065 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция), точить начисто (025 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (065 технологическая операция).

Поверхность 8 обрабатывается на 015, 035, 040, 055 и 060 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (015 технологическая операция), точить начисто (035 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (060 технологическая операция).

Поверхность 9 обрабатывается на 020 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 10 обрабатывается на 015 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить

начерно (015 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 11 обрабатывается на 015, 035, 040, 055 и 060 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (015 технологическая операция), точить начисто (035 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (060 технологическая операция).

Поверхность 12 обрабатывается на 020 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 13 обрабатывается на 020 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 14 обрабатывается на 020, 025, 040, 055 и 065 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция), точить начисто (025 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (065 технологическая операция).

Поверхность 15 обрабатывается на 015, 035, 040, 055 и 060 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (015 технологическая операция), точить начисто

(035 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (060 технологическая операция).

Поверхность 16 обрабатывается на 020 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 17 обрабатывается на 015 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (015 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 18 обрабатывается на 015, 035, 040, 055 и 060 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (015 технологическая операция), точить начисто (035 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (060 технологическая операция).

Поверхность 19 обрабатывается на 020 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 20 обрабатывается на 020 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 21 обрабатывается на 020, 025, 040, 055 и 065 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция), точить начисто (025 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (065 технологическая операция).

Поверхность 22 обрабатывается на 015, 035, 040, 055 и 060 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (015 технологическая операция), точить начисто (035 технологическая операция), провести термическую обработку (040 технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (060 технологическая операция).

Поверхность 23 обрабатывается на 020 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 24 обрабатывается на 015 и 040 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (015 технологическая операция) и провести термическую обработку (040 технологическая операция).

Поверхность 25 обрабатывается на 020, 025, 040, 055 и 065 технологических операциях. Для обработки такого типа поверхностей и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точить начерно (020 технологическая операция), точить начисто (025 технологическая операция), провести термическую обработку (040

технологическая операция), шлифовать начерно (055 технологическая операция) и шлифовать начисто (065 технологическая операция).

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, 015, 020, 025 и 035) по обработке общего контура детали принимаем токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3, который позволит совместить операции 010-035 за счет последовательного выполнения всех переходов по данным операциям на одном станке за три постанова детали.

Для шлифования цилиндрических поверхностей (операция 045, 050 и 055) принимаем центрошлифовальный станок FG-250 и кругло-

шлифовальный станок 3M174E, которые предназначены для операций шлифования как профиля, так и шлицевых и прямых пазов произвольной формы с помощью червячных, дисковых и различных профильных шлифовальных кругов. Обработка производится с использованием системы числового программного управления в диалоговом режиме, правка и профилирование детали и абразивного инструмента 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
005	фрезерно-центровальный станок МР71	патрон трехкулачковый ГОСТ 8742-75 люнет специальный	Т2 фреза шпоночная 8Р6М5К5 ГОСТ 9140-78	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ» [2] 6507-78
010	токарно-винторезный станок 16К20Ф3	люнет самоцентрирующий патрон поводковый 7160-0002 МН4050-02	резец отрезной ГОСТ 18878-73	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 6507-78
015	токарно-винторезный станок 16К20Ф3	люнет самоцентрирующий патрон поводковый 7160-0002 МН4050-02	резец проходной ГОСТ 18878-62 Резец фасонный Т30К4	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 6507-78
020	токарно-винторезный станок 16К20Ф3	люнет самоцентрирующий патрон поводковый 7160-0002 МН4050-02	резец проходной ГОСТ 18878-62	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 6507-78 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78» [4]

Продолжение таблицы 2

«Операция	Оборудование	Оснастка	«Режущий инструмент	Мерительный инструмент
025	«токарно-винторезный станок 16К20Ф3	центры ГОСТ 8742–62 люнет специальный патрон поводковый 7160–0002» [4] МН4050–02 вихревая головка для нарезания резьбы 7910–4001	резец резьбонарезной Т30К4 ГОСТ 18878–73	штангенциркуль ШЦ–1 ГОСТ 6507–78
030	шпоночно-фрезерный станок 6Е94	патрон трехкулачковый ГОСТ 8742-75 люнет специальный	Т2 фреза шпоночная 8Р6М5К5 ГОСТ 9140-78	штангенциркуль ШЦ–1 ГОСТ 6507–78
035	токарно-винторезный станок 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ 8742-75 люнет специальный	резец отрезной ГОСТ 18878–73	штангенциркуль ШЦ–1 ГОСТ 6507–78» [4]
045	центрошлифовальный станок FG250	«центры ГОСТ 13214–67 люнет специальный патрон поводковый 7160–0002 МН4050–02	круг шлифовальный ЗП 200×25×80 24А16С27К5	микрометр МК–50 ГОСТ 6507–78
050	круглошлифовальный станок 3М174Е	центры ГОСТ 13214–67 люнет специальный патрон поводковый 7160–0002 МН4050–02	круг шлифовальный ЗП 200×25×80 24А10С27К5	микрометр МК–50 ГОСТ 6507–78
055	круглошлифовальный станок 3М174Е	центры ГОСТ 13214–67 люнет специальный подвижный патрон поводковый 7160–0002 МН4050–02» [4]	круг шлифовальный ЗП 200×25×80 24А10С27К5	микрометр МК–50 ГОСТ 6507–78

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 44 мм.

«Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (7)$$

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 :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{nV} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{qV} \cdot K_{OV} \cdot K_{uV}, \quad (8)$$

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:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (9)$$

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:

$$P_Z = C_P \cdot t^X \cdot S^Y \cdot V^n \cdot K_P \quad (10)$$

где $C_P = 300$ – поправочный коэффициент;

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

K_P – поправочный коэффициент:

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \quad (11)$$

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 (11) 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:

$$P_Z = C_P \cdot t^X \cdot S^Y \cdot V^n \cdot K_P = 300 \cdot 4^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 57,5^{-0,15} \cdot 1,09 = 213,7 \text{ Н.}$$

Мощность резания определяем по формуле:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (12)$$

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):

$$T_{шт} = T_O + T_B, \quad (13)$$

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]:

$$T_O = \frac{L_{PX1} \cdot i + L_{PX2} \cdot i + L_{PX3} \cdot i + L_{PX4} \cdot i}{S_M}, \quad (14)$$

где « $i = 1$ – число рабочих ходов.

$$S_M = S \cdot n \quad (15)$$

Тогда

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

L_{PX_1} – длина рабочего хода:

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

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

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

$$L_{PX_4} = 1225 + 2 = 1227 \text{ мм} \gg [13].$$

«Подставим полученные данные в формулу (14) 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:

$$T_B = T_{УС} + T_{ЗО} + T_{УП} + T_{ИЗ}, \quad (16)$$

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 (16) и определим вспомогательное время:

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

Определим «штучное время на обработку диаметров:

$$T_{шт1} = T_O + T_B. \quad (17)$$

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]:

$$T_O = 0.000037(D^2 - d^2). \quad (18)$$

«Тогда:

$$T_O = 0,12 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_B = T_{УП} + T_{ИЗ}. \quad (19)$$

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» [6].

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 44 мм.

В разделе определен тип производства, определены его характеристики, описан технологический процесс, в виде плана обработки в графической части

работы. Произведен анализ применяемого оборудования согласно [10]. Выявлено оборудование, применяемое на операциях технологического процесса. Проведен анализ оборудования на предмет его соответствия типу производства» [10]. «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» [9]. В Приложении А представлены полученные результаты в виде технологической документации. Таблица А.1 содержит все необходимые сведения для реализации технологического процесса.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Станочное приспособление

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.

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.

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.

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.

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.

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.

Внедрение в производство. После успешного тестирования приспособление может быть внедрено в производство. Важно обучить персоналу правильной эксплуатации и обслуживанию приспособления, а также следить за его состоянием и производительностью. «Зависимость этой силы и крутящий момент от составляющей силы резания определяется формулой:

«Для токарной 020 операции проведем расчет для выбранных параметров обработки 3-х кулачкового поводкового патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке. Ранее при проектировании 010 операции получено значение главной составляющей силы резания 213,7 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 2. Сила зажима препятствует силе резания [21], обеспечивая равенство моментов этих сил» [12].

«Проведем расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков. Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется формулой:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (20)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

R_0 – радиус поверхности контакта с кулачком равный 125,4 мм;

R – радиус обрабатываемой поверхности равный также 125,4 мм;

f – параметр подвижности для кулачков с кольцевыми канавками, который равен 0,3» [7].

«Коэффициент запаса K определим согласно [16] равным 2,5. Тогда сила зажима, схема расчета которой представлена на рисунке 2» [14], представляет собой:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 1395 \cdot 125,4}{0,3 \cdot 125,4} = 11625 \text{ Н.}$$

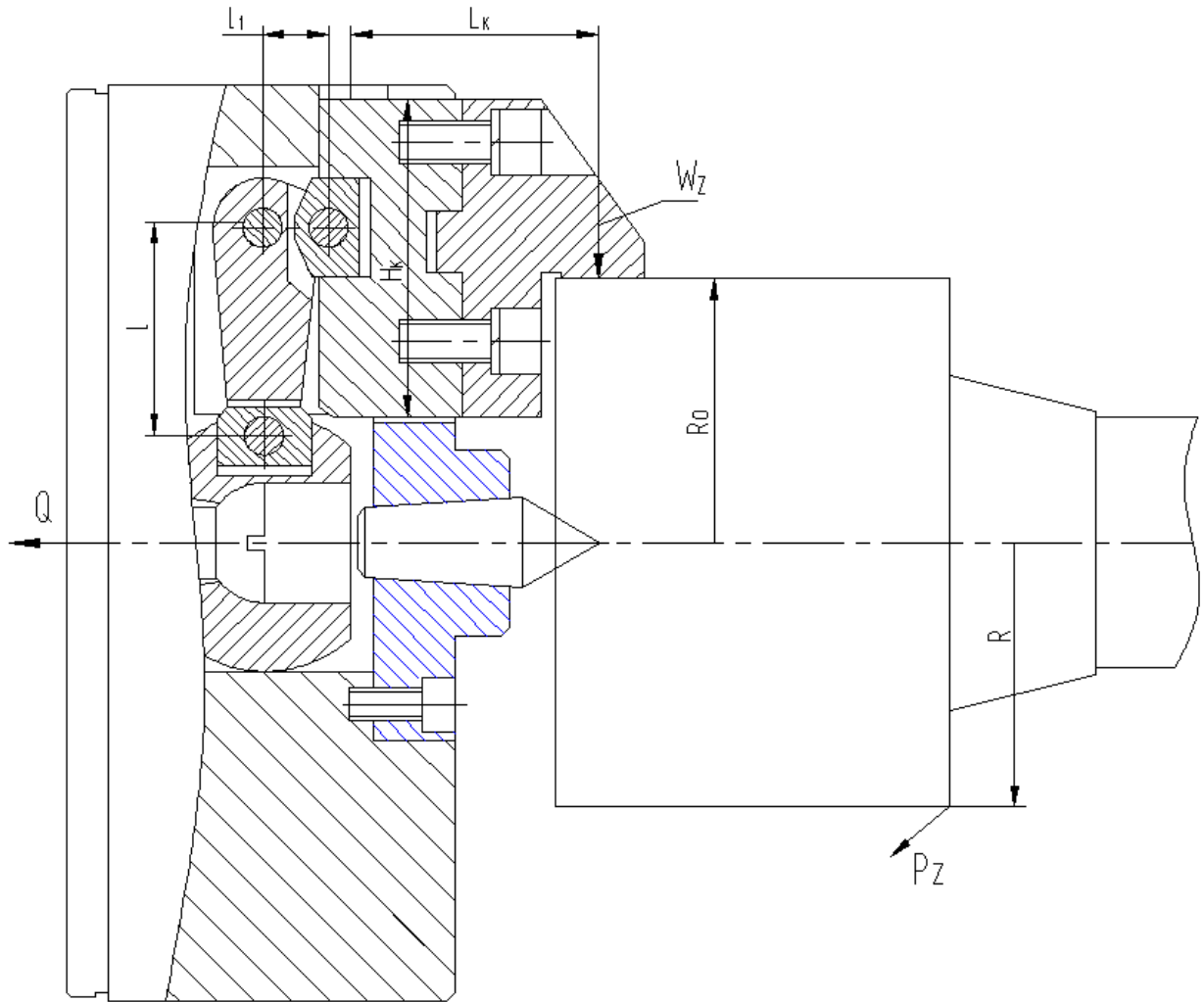


Рисунок 2 – Схема действия сил

Для «определения силы зажима, которая осуществляется постоянными кулачками, используем выражение:

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_K / H_K)}, \quad (21)$$

где K_1 – поправочный коэффициент равен 1,1;

f_1 – препятствующий коэффициент скольжению равен 0,1 [7];

L_K – плечо между точкой приложения силы резания и кулачка равное 60 мм;

H_K – параметр поверхности по перемещению кулачка равный 75 мм.

При расчете получим:

$$W_1 = 1,1 \cdot \frac{11625}{1-3 \cdot 0,1 \cdot (60/75)} = 16826 \text{ Н.}$$

Далее определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки:

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (22)$$

где l_1 и l – плечи рычага соответственно равны 16 мм и 48 мм» [17].

При расчете получим:

$$Q = 16826 \cdot \frac{16}{48} = 5608 \text{ Н.}$$

«Для обеспечения усилия в 5608 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

Диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу определяется, согласно выражению:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (23)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9 [16].

Тогда получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{5608}{0,4 \cdot 0,9}} = 146 \text{ мм.}$$

Согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока присоединяемого пневматического цилиндра с вращающейся муфтой для резьбового конца шпинделя токарно-винторезного станка 16К20Ф3 160 мм, ход кулачков патрона 4,24 мм и ход рычага 12,7 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь» [15].

В графической части работы представлен чертеж станочного приспособления. «С помощью пальцев 31 и гаек 28 патрон крепится на переднем конце шпинделя. В корпусе силовой привод располагается на задний конец шпинделя. Сменные кулачки 8 крепятся к установленным в корпусе 6 патрона постоянным кулачкам. Рычаги 14 зажимного механизма располагаются на осях 9. Фланец 18 с установленным в нем центром 19 крепится с помощью винтов 23 с шайбами 38 к корпусу 6. Шток 20 пневматического цилиндра соединен с тягой 17, которая, в свою очередь, соединена с винтом 2. На заднем резьбовом конце шпинделя с помощью крышки 7 устанавливается пневматический цилиндр. С помощью винта 27 на крышке 7 зафиксирован шпиндель» [12].

3.2 Контрольное приспособление

На «операции 065 для контроля биения поверхности относительно оси центров необходимо спроектировать приспособление. В предлагаемом технологическом процессе, в отличие от базового, будем использовать электронный индикатор [20], что позволит существенным образом повысить точность контроля и, соответственно, точность и качество обработки» [12].

«Стойки 8 и 9 с центрами 2 и 11 с помощью винтов 17, шайб 19 и шпонок 12 крепятся к основанию 6. Причем центр 11 – неподвижный, а центр 2 – пружинный. Крепятся центра с помощью винтов 15 и 16 с шайбами 18 и

19. Плита 7 крепится с помощью винтов 14 с шайбами 19 к основанию. Индикаторный блок для контроля биения устанавливается на плиту. Сам индикаторный блок состоит из корпуса 4, в котором по отверстию устанавливается индикатор 1 с помощью винта 3. Табличка 10 с маркировкой обозначения чертежа приспособления, детали и даты замера крепится к основанию винтами 13» [11].

«Для исходных параметров предлагаемого технологического процесса допустимую погрешность контроля примем равной 0,012 мм. Проведем расчет фактического значения погрешности контроля. Воспользуемся формулой:

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{\varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{ип}^2 + \varepsilon_{эт}^2}, \quad (24)$$

где $\varepsilon_{уст}$ – погрешность установки;

$\varepsilon_{ип}$ – погрешность индикатора равна 0,5 мкм;

$\varepsilon_{эт}$ – погрешность эталона (контрольное приспособление настраивают непосредственно по контролируемой детали) равна 0.

Рассчитаем погрешность установки по формуле:

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_{б}^2 + \varepsilon_{з}^2 + \varepsilon_{п}^2}, \quad (25)$$

где $\varepsilon_{б}$ – погрешность базирования (технологическая и измерительная базы совпадают) равна 0;

$\varepsilon_{з}$ – погрешность закрепления детали (усилие закрепления незначительное) равна 0;

$\varepsilon_{п}$ – погрешность положения заготовки» [18].

Рассчитаем «погрешность положения заготовки:

$$\varepsilon_{п} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}, \quad (26)$$

где Δ_1 – максимальный зазор в сопряжении фланца равен 0;

Δ_2 – максимальный зазор в сопряжении оправки равен 5 мкм.

Тогда получим из (25), (24) и (23):

$$\varepsilon_n = \sqrt{0^2 + 5^2} = 5 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{0^2 + 0^2 + 5^2} = 5 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{0,5^2 + 5^2} = 5,02 \text{ мкм.}$$

Сравнивая фактическую погрешность контроля (0,00502 мм) и допустимую погрешность контроля (0,012 мм), устанавливаем, что предлагаемое контрольное приспособление будет обеспечивать требуемую точность контроля» [17].

Приспособление работает следующим образом: в центрах устанавливается заготовка. «По плите 7 вперед придвигают индикаторный блок до тех пор, пока он не упрется вставку в контролируемую шейку заготовки. Затем заготовку вручную проворачивают на полный оборот вокруг своей оси и по показаниям индикатора определяют величину биения» [15].

В разделе проведены соответствующие предварительные расчеты для проведения проектирования станочного приспособления в виде патрона и контрольного приспособления в виде калибра для контроля биения. Основные технические характеристики и параметры представлены в приложении А в технологической документации, представленной в виде таблицы А.1.

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 вала коробки переключения передач.

Технологические операции: заготовительная, токарная, сверлильная, фрезерная.

Рабочие места: токарь, фрезеровщик, оператор станков с ЧПУ.

Оборудование: токарно-винторезный станок 16K20Ф3, круглошлифовальный станок 3М174Е, центрошлифовальный станок FG250.

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

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» [5] 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 [12].

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

Негативное экологическое 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 окалина 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 21,3%;
- сокращение вспомогательного времени – на 21,2 %;
- 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 3 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.

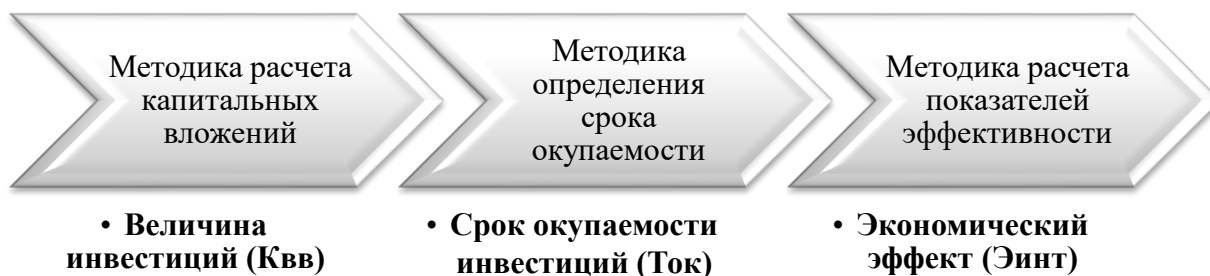


Рисунок 3 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [6]

Используя, описанную на рисунке 3, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций (К_{ВВ}), которая составила 14889,09 рублей. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование технологии. На рисунке 4 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

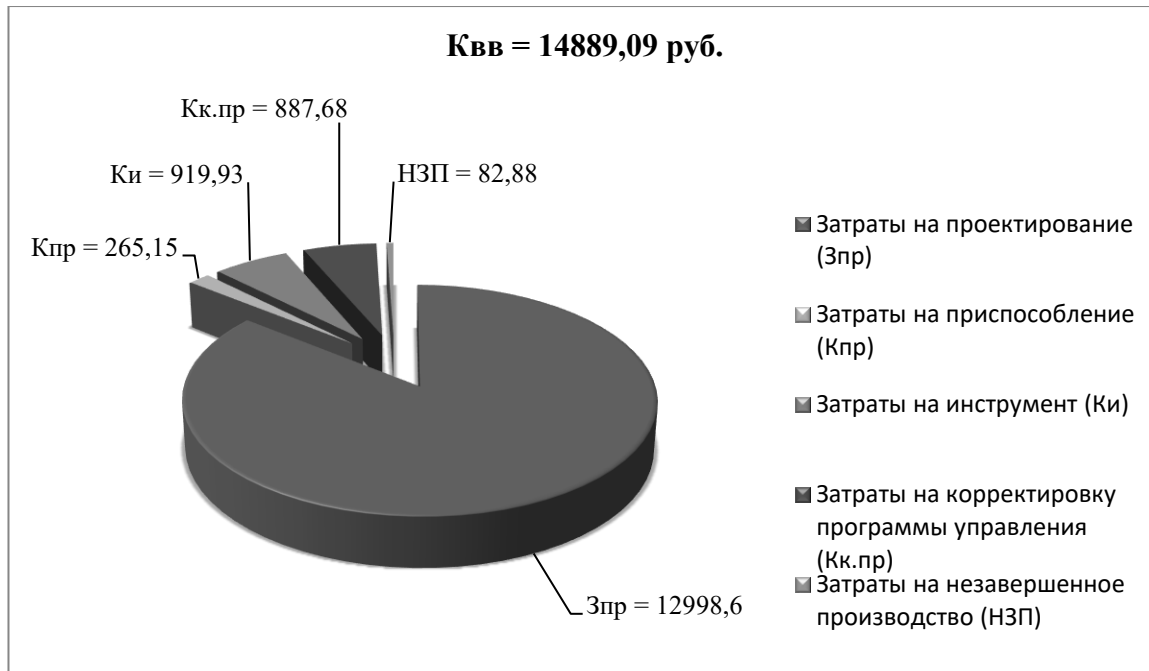


Рисунок 4 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Анализируя рисунок 4, можно сказать, что затраты на проектирование

являются самыми существенными, так как их доля составила 99,4% в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 5.

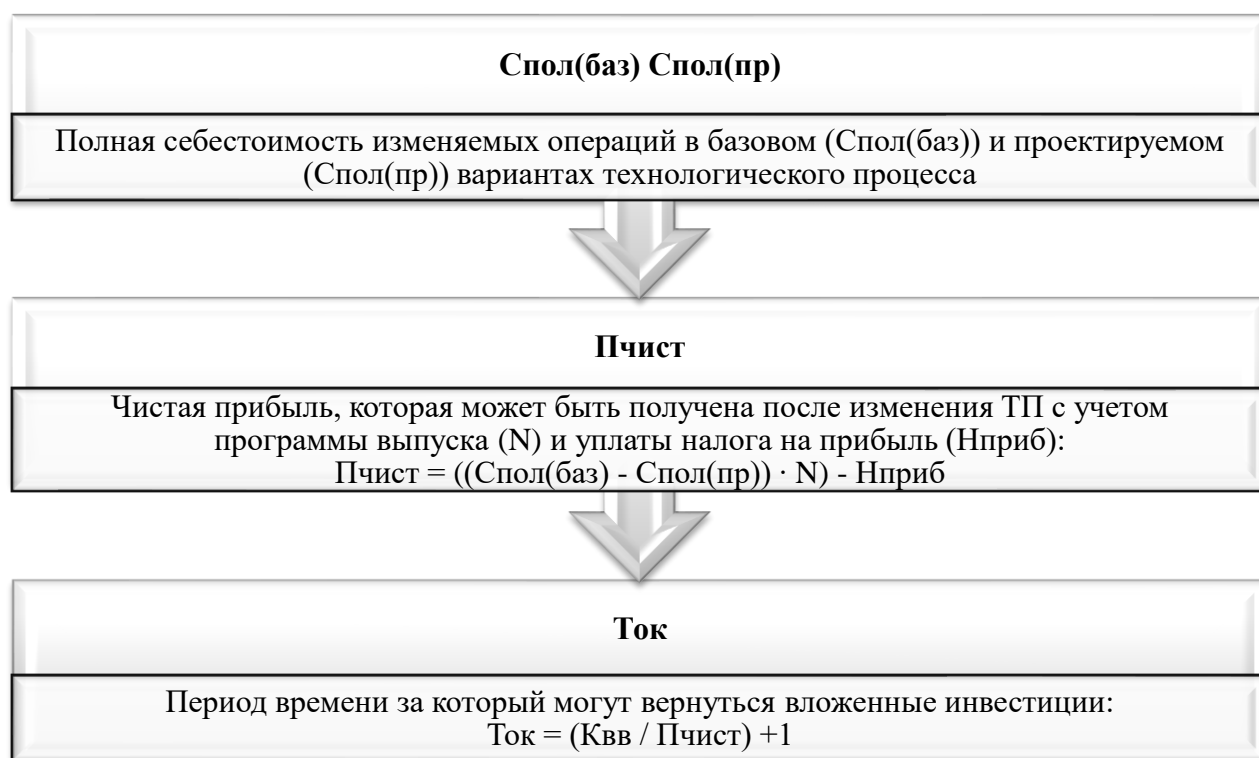


Рисунок 5 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 5, 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, то есть 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 6.

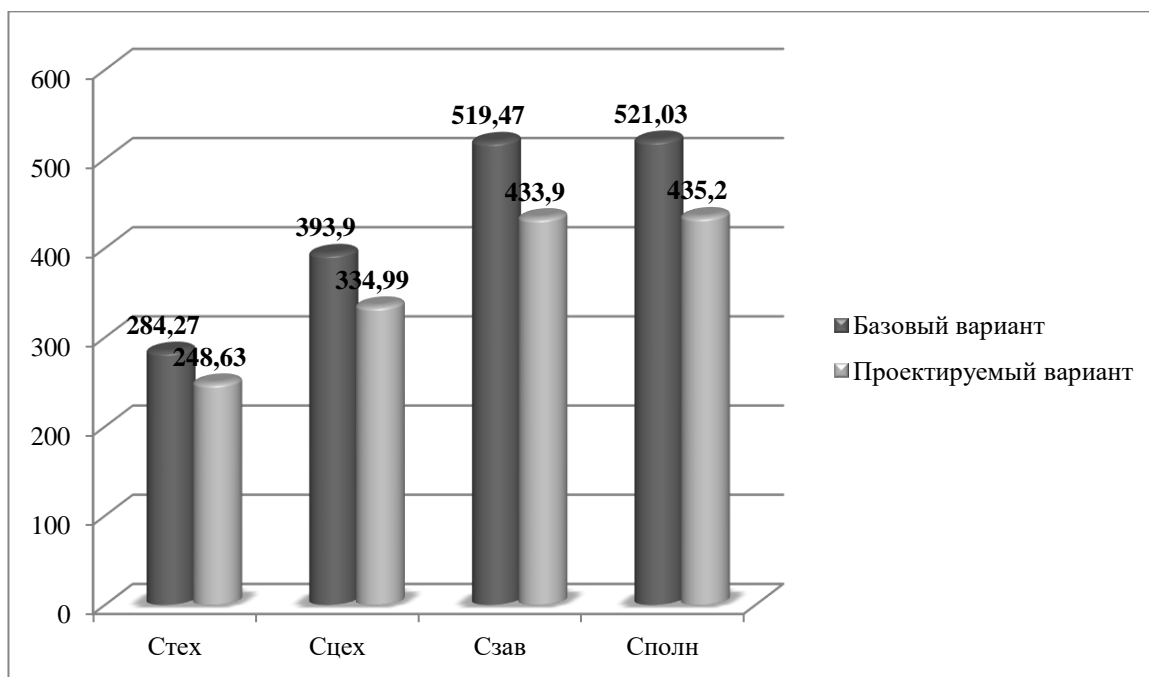


Рисунок 6 – Результаты расчета полной себестоимости по вариантам, руб.

Из рисунка 6 видно, что полная себестоимость в проектируемом варианте снижается, это изменение составляет около 16,5 %.

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 7 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.



Рисунок 7 – Значения показателей чистой прибыли ($\text{П}_{\text{чист}}$), срока окупаемости ($\text{Т}_{\text{ок}}$) и экономического эффекта ($\text{Э}_{\text{инт}}$)

В представленном разделе, как показано на рисунке 7, был получен экономический эффект, который является положительной величиной, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

Заключение

В выпускной квалификационной работе рассмотрена технология изготовления вала коробки переключения передач. 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 проката. Выбранные технологические переходы соответствуют типовому технологическому процессу изготовления деталей типа вал, 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 станочное и контрольное 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 технологического процесса в производство.

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. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
15. 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.
16. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
17. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
18. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.
19. 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.
20. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee. – London : Springer Reference, 2015. 3491 p.
21. 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

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.		Взам.		Подп.												4	4
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпз.	Тшт.
01А	393120XXX- приспособление мерительное с индикатором																
02Б																	
03О	XXXXXXX 085 0100 Моечная																
04О	XXXXXXX КММ																
05Т																	
06Т	Промыть, обдуть горячим воздухом																
07Т																	
08	XXXXXXX 090 0200 Контрольная																
09А	Окончательный контроль основных параметров																
10Б																	
11О																	
12О																	
13Т																	
14Т																	
15Т																	
16																	
17А																	
18Б																	
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
															01101.24205			1	3			
Разраб.	Щербатенко			ТГУ						XXXX.XXXX												
Прое.	Гуляев															10141.00001						
Н. Контр.	Гуляев			Вал																		Цех
Наименование операции		Материал			твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД									
4110 Токарная		Сталь 40Х ГОСТ 43445-71			200 НВ	166	18,0	∅97,6x333,6				19,3	1									
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ													
16К20Ф3		XXXXXX			0,889	0,362	17	1,326	Укринол- 1													
P				ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V											
01					мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин											
020	Установить и снять заготовку																					
03Т	396111XXX- патрон поводковый с центром; 396256XXX- центр вращающийся																					
040	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-5																					
05Т	392110XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																					
06Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																					
07Р				XX	39,1	74	1,9	1	0,5	800	98,2											
08Р				XX	46,3	71	1,9	1	0,5	800	116,1											
09Р				XX	55,8	55	1,9	1	0,5	630	110,4											
10				XX	66,1	29	1,9	1	0,5	500	103,8											
11				XX	70,8	55	1,9	1	0,5	500	111,1											
12																						
ОКП																						

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
										01101.24205	1	3			
Разраб.	Щербатенко											XXXX.XXXX 20141.00001			
Пров.	Гуляев														
Н. Контр.	Гуляев														
										Вал		Цех	Уч.	РМ	Опер
															020
КЭ															

