

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 картера

Обучающийся

А. А. Марков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин

(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

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления картера ведущего моста в соответствии со всеми техническими требованиями и годовой программы выпуска в условиях среднесерийного производства с использованием соответствующего технологического процесса.

Первый раздел работы направлен на формулировку задач, которые должны быть решены. Для их формулировки был проведен первичный анализ функционального назначения детали.

Расчеты второго раздела включали выбор и проектирование заготовки, создание плана изготовления, выбор необходимого оборудования и технологической оснастки, а также разработку операций на каждом этапе процесса изготовления деталей.

Третий раздел заключается в разработке технических мероприятий, которые направлены на улучшение базовой технологии производства детали. Сначала были выявлены операции, которые требуют улучшения, и в результате было разработано механизированное приспособление для установки заготовок на фрезерных операциях и оправка расточная для обработки отверстий детали.

Четвертый раздел заканчивается оценкой безопасности и экологической приемлемости технологии изготовления детали, а также разработкой плана действий персонала и устранения негативных последствий в случае обнаружения нештатных ситуаций в производстве.

После завершения пятого раздела проведена оценка экономических характеристик разработанной технологии, которая позволяет обосновать ее эффективность.

Работа включает 59 страниц пояснительной записки включая приложения и графическую часть в количестве 7 листов формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации .	5
1.2 Анализ технологических показателей детали	5
1.3 Анализ типа производства	8
1.4 Задачи работы	9
2 Разработка технологии изготовления	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	11
2.2 Разработка плана изготовления детали	20
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	22
2.4 Проектирование операций технологического процесса	24
3 Разработка специальной технологической оснастки.....	29
3.1 Разработка станочного приспособления	29
3.2 Разработка режущего инструмента.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта	38
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта	38
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	40
5 Экономическая эффективность работы	43
Заключение.....	47
Список используемой литературы и используемых источников	48
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	58

Введение

В условиях доступных энергии, сырья и рабочей силы, экономическая выгода производства достигается благодаря эффективности технологий и процессов. Однако, с увеличением цен на эти составляющие, стоимость производства будет возрастать. В связи с ухудшением экономического положения на предприятиях вследствие финансового кризиса, требуется оптимизация, и в некоторых случаях она является необходимой, чтобы избежать убытков. Следовательно, необходимо использовать более производительные технологии производства.

В этой связи проанализирован производственный процесс на ОАО "АвтоВАЗ" в контексте оптимизации производственных операций, с целью повышения производственных объемов выпуска детали картера ведущего моста в условиях сложной экономической ситуации.

Современные производства корпусных деталей подвергаются строгим требованиям в связи с тем, что длительность и бесперебойность работы изделия зависят от качества их производства. Именно поэтому автоматизация и усовершенствование процесса изготовления играют главенствующую роль в сфере машиностроения.

Цель данной работы заключается в повышении производительности производства картера ведущего моста путем оптимизации технологического процесса обработки. Работа будет выполнена в несколько этапов, на которых последовательно будет разработан комплекс технологического обеспечения детали, технологическая оснастка и инструмент. По результатам анализа которых будет сделан вывод о целесообразности применимости приведенного комплекса.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Ведущий мост содержит корпус, во внутренней полости которого расположено зубчатое зацепление редуктора которые, воспринимают сложные нагрузки, которые работают в различных плоскостях, но они компенсируются упругими элементами подвески. Необходимо отметить, что этот элемент подвержен различным знакопеременным нагрузкам.

В последствии этого цилиндрические поверхности имеют высокие требования к точности и качеству поверхностей. Крышки с уплотнительными элементами крепятся на посадочные поверхности корпуса цилиндрической формы.

Из анализа следует, что деталь является ответственной и будет использоваться в неагрессивных условиях эксплуатации. Это означает, что для ее конструкции не нужно использовать специальные стали.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Определим уровень технологичности рассматриваемой детали, используя рекомендации [5]. Для этого произведем оценку материала, из которого сделана деталь.

Исходная заготовка изготовлена «путем литья под давлением алюминиевого сплава марки АК12М2, подвергнутого термической обработке искусственным старением без предварительной закалки» [5]. Технические критерии для таких заготовок определены в ГОСТ 1583-93 и требуют соблюдения соответствующих требований технологичности конструкции. Принадлежность данного материала ко второй группе алюминиевых сплавов

подразумевает, что он основан на системе алюминий-кремний-медь (с массовой долей кремния от 11% до 13% и меди от 1,8% до 2,5%).

Согласно [25], механические свойства сплава представлены следующим образом: время разрыва приложенной нагрузки образца составляет 1,5%, а «твердость по Бринеллю – 85 НВ» [5]. Согласно чертежа, базовая деталь имеет массу 4,56 кг. Механические свойства этого сплава повышаются после термической обработки и деформации в холодном состоянии. Сопротивление на разрыв повышается с 147 МПа до 353 МПа, а твердость по шкале Бринеля составляет 588 до 980 МПа.

Материал детали обладает хорошей обрабатываемостью ($k < 0,8$) различными инструментальными материалами, а вариативность способа получения заготовок может быть высокой, хотя для данного случая литье в землю или металлические формы являются наиболее подходящими методами. Однако, если использовать материал с улучшенными литейными свойствами, возможно использование методов литья под давлением.

Одним из важных вопросов, связанных с технологичностью конструкции детали, является количество поверхностей, требующих применения точных методов при их обработке. Определение этих поверхностей требует «классификации поверхностей детали по их назначению» [15].

«На рисунке 1 выполнен эскиз рассматриваемой детали» [15], на основе которого выполнена систематизация поверхностей, ответственных с точки зрения правильного функционирования детали, узла, механизма. Поверхности, представленные на рисунке 1, были классифицированы по своему предназначению и обозначены номерами. Результат показан в таблице 1.

Таблица 1 – результат классификации поверхность

Вид поверхности	Номер поверхности
основная конструкторская база	69, 71
вспомогательная конструкторская база	1 - 19
исполнительные поверхности	48,84,70
свободные поверхности	все остальные поверхности

Ниже на рисунке 1 приведен эскиз детали с обозначением нумерации поверхностей.

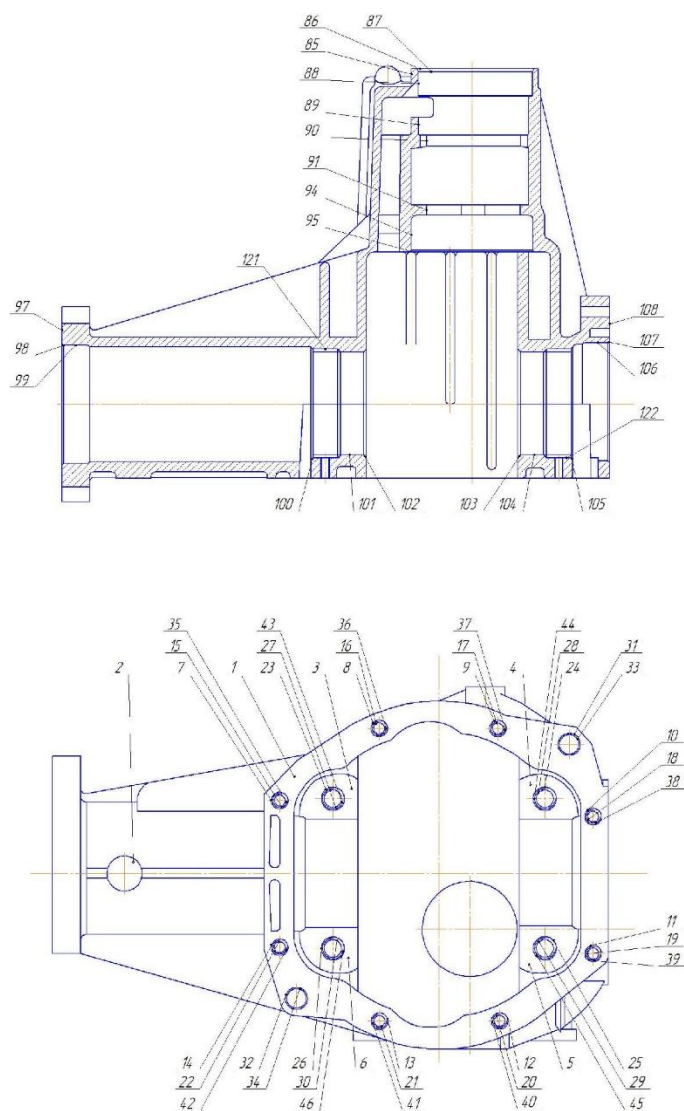


Рисунок 1 – Эскиз детали

С точки зрения механической обработки картер технологичен, так как его изготовление возможно посредством стандартных технологических процессов и типового оборудования, в том числе с числовым программным управлением (ЧПУ). Для обеспечения точности обработки и ускорения проекта можно использовать типовые схемы базирования по установочным отверстиям и соблюдать все принципы базирования, таким образом исключая появление избыточных припусков на обработку и снижение точности.

Деталь, исходя из своего назначения, является ответственной и характеризуется незначительным разбросом параметров точности и требований к чистоте поверхностей. По этим параметрам можно сделать вывод о ее технологичности. Следовательно «для ее изготовления допустимо использование типовых технологических процессов, стандартного оборудования, средств технологического оснащения» [5].

1.3 Анализ типа производства

Анализа типа производства необходим для начального выбора его характеристик. В данной работе, руководствуемся методикой [14], которая «основана на определении типа производства на основе массы изделия и годовой программы производства. Согласно полученным данным, при массе 4,56 кг и производственной программе на уровне 10000 штук, тип производства» [14] можно отнести к среднесерийному.

Для эффективного проектирования технологического процесса следует использовать последовательный подход, однако в определенных случаях допустимо применение циклической, линейной, разветвленной, жесткой и адаптивной стратегии. Среднесерийная форма организации техпроцесса предполагает производство деталей в повторяющихся партиях [1].

Для изготовления заготовки в условиях среднесерийного производства можно использовать доступные и экономичные методы, «такие как прокат,

штамповка или литье. При проектировании заготовки необходимо выбирать методы обработки поверхностей, учитывая коэффициенты удельных затрат. Чтобы определить припуски на обработку» [14], можно использовать данные статистики или вычислять их на основе переходов для достижения точных поверхностей.

Технология изготовления разрабатывается по стандартному маршрутному и маршрутно-операционному маршруту, где маршрут обработки определяется в зависимости от характеристик имеющегося оборудования и технологических возможностей.

Необходимо отдавать предпочтение применению станков, которые оснащены числовым программным управлением. Технологические приспособления, такие как станочные, контрольные и измерительные приспособления, могут быть универсальными, стандартными или специализированными в зависимости от потребностей производства.

Расположение оборудования на производственном участке основано на групповых принципах. К работе допускается персонал, которому необходима «высокая квалификация, что дает возможность работать на многофункциональном оборудовании и управлять станками, оснащенными числовым программным управлением» [1].

1.4 Задачи работы

Выявлены недостатки основного варианта технологического процесса, такие как чрезмерная сложность этого процесса, применение устаревшего оборудования на операциях по фрезерованию торцев и растачиванию отверстий корпуса, а также большие затраты времени на перенастройку оснащения, что приводит к остановкам процесса производства детали.

Для достижения «задач работы необходимо разработать технологию изготовления детали, опираясь на базовый технологический процесс. При проектировании необходимо провести выбор и разработку заготовки,

составить план изготовления детали, выбрать необходимое оборудование и технологическую оснастку, а также спроектировать операции технологического процесса» [14].

Первым этапом в разработке плана изготовления детали является определение ее функциональных требований. Для этого необходимо провести анализ технического задания и выделить основные требования к изделию. Это может быть геометрическая форма, размеры, материал, технологические требования и прочее.

Далее необходимо определить технологическую последовательность операций. Для этого необходимо провести технологический анализ и выделить основные операции, необходимые для изготовления детали. Это могут быть операции по заготовке, обработке, сборке и прочее.

«Также требуется разработать технические мероприятия, направленные на усовершенствование базовой технологии изготовления детали, включающие проектирование станочного приспособления для установки заготовок» [1] и инструмента для операции фрезерования и растачивания.

Важным шагом является оценка «безопасности и экологичности технологии изготовления детали. Наконец, необходима комплексная оценка экономических показателей спроектированной технологии» [6].

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

«Для обоснования выбора метода получения заготовки, используем экономическое сравнение стоимости их изготовления, основанное на методике» [4].

Учитываются несколько критериев, таких как назначение детали, ее конфигурация, технические требования, тип и размер исполнительных поверхностей, а также экономические соображения. Выбор оптимальной заготовки подразумевает определение способа ее изготовления, установление необходимых припусков на обработку поверхностей, расчет размеров и учет допустимых погрешностей изготовления [8].

Рассмотрим два метода литья – «литье в кокиль и литье под давлением в металлические формы» [8]. При литье в кокиль расплавленный металл заливается в уже созданную форму - кокиль, который обычно имеет несколько частей и может содержать внутренние стержни. Однако этот метод литья не отвечает требованиям технического задания и целевого назначения данной детали. Кроме того, «из-за сложной конструкции заготовки обработка поверхности будет затруднена, что отсутствует при применении литья под давлением» [8].

Металл заливается в специальную металлическую форму в условиях высокого давления, превышающее атмосферное. Такой метод обеспечивает высокую точность и чистоту поверхности заготовки. Структура материала становится плотной и однородной, что повышает его механические свойства. Это особенно важно для деталей, предназначенных для служения в критических условиях. Наличие пор повреждает технологический инструмент, так как меняет распределение нагрузок на инструмент.

Основываясь на вышеперечисленном, используем метод «литья под давлением для сравнения. В данном случае мы применяем термическую

обработку искусственным старением без необходимости предварительной закалки» [4]. «Стоимость заготовки рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ЗАГ}} = (C_i \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi}) - S_{\text{ОТХ}} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где C_i – базовая стоимость получения заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

k_T – коэффициент точности;

k_c – коэффициент сложности;

k_B – коэффициент марки материала;

k_M – коэффициент массы заготовки;

k_{Π} – коэффициент объема производства;

$S_{\text{ОТХ}}$ – стоимость отходов механической обработки в виде стружки, руб.;

q – масса детали, кг» [4].

Масса заготовки ориентировочно может быть определена по формуле:

$$\ll Q = q \cdot K_P, \quad (2)$$

где K_P – коэффициент метода получения заготовки» [4].

Используем по чертежу данные о массе детали. Масса заготовки получаемой литьем под давлением.

$$Q = 4,67 \cdot 1,2 = 5,6 \text{ кг.}$$

Масса заготовки получаемой литьем в кокиль.

$$Q = 4,97 \cdot 1,2 = 5,9 \text{ кг.}$$

Расходы на приобретение заготовок и расходы на обработку в виде стружки, из учебного пособия [4] для формулы (1) и проводим вычисления соответствующих значений.

$$\begin{aligned} S_{\text{ЗАГ}} &= (56,11 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - 1,82 \cdot (5,6 - 1,2) = \\ &= 76,28 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$S_{\text{ЗАГ}} = (70,3 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - 1,82 \cdot (5,9 - 1,2) = \\ = 95,85 \text{ р.}$$

Анализируя расчетные данные [8], можно сделать вывод о том, что наиболее подходящим методом для получения заготовки, учитывая материал, конфигурацию детали и серийность производства, является метод литья под давлением.

Спроектируем заготовку, получаемую методом литья под давлением, руководствуясь рекомендациями и применяя данные источника [7].

Следуя методике, первым шагом при проектировании заготовки является разработка «маршрутов обработки для каждой из ее поверхностей. Затем необходимо определить припуски на обработку каждой поверхности. После этого происходит определение характеристик заготовки, технологических напусков и допусков на размеры» [7].

При обработке поверхностей используются различные маршруты, которые позволяют достичь определенного качества обработки. Выбор маршрутов зависит от типа поверхности, ее размеров, требуемого качества и скорости обработки, доступных инструментов и материалов.

«Проведем выбор маршрутов обработки поверхностей в соответствии с методикой» [11]. «В соответствии с этой методикой, маршрут обработки будет зависеть от нескольких факторов, таких как необходимая точность обработки, шероховатость поверхности, материал и его твердость, таблица 2» [11].

При обработке сложных поверхностей часто используется комбинированный маршрут, в котором применяются несколько методов обработки. Например, можно использовать круговое движение для обработки кривых участков поверхности, а затем перейти к криволинейному движению для обработки более простых участков.

«Выбор методики определения припусков зависит от точности поверхности. Для точных поверхностей рекомендуется применять расчетно-аналитическую методику» [21].

Таблица 2 – Маршруты обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Квалитет	Шероховатость	Маршрут	Коэффициент трудоемкости
1, 2	8	3,2	Ф,Фч	2.0
3, 4, 5, 6	8	2,5	Ф,Фч	2.0
7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	7	2,5	С	1.0
15, 16, 17, 16, 19, 20, 21, 22	7	2,5	С	1.0
23, 24, 25, 26	7	2,5	С	1.0
27, 28, 29, 30	7	3,2	С	1.0
31, 32	7	2,5	С	1.0
33, 34	6	2,5	С,Тч	1.2
35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46	7	2,5	С,Рб	1.2
47	8	3,2	Ф,Фч	2.0
48, 39, 50, 51, 52	7	2,5	С	1.0
53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68	7	2,5	С	1.0
69-74	8	1,6	Ф,Фч	2.0
75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82	7	2,5	С,Рб	1.2
83, 84	7	2,5	С,Рб	1.2
85, 86, 87, 88, 89, 90, 91	8	2,5	Т	1.0
92, 93	7	2,5	С	1.0
94, 95	7	2,5	Т,Тч	2.0
96	7	2,5	С,Рб	1.2
97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107	7	2,5	Т,Тч	2.0
108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118	7	3,2	С	1.0
119, 120	6	1,6	Т,Тч,Рб	2.0
121, 122, 123, 124, 125, 126	7	2,5	С,Р	2.0
Сумма коэффициентов трудоемкости				38

«Определение минимального припуска для каждого перехода поверхности 2 производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (3)$$

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

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

«Величина дефектного слоя определяется по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (4)$$

где Rz – среднеарифметическая величина микронеровностей профиля поверхностного слоя, мм;

h – глубина дефектного слоя образовавшегося от предыдущей обработки, мм» [21].

«Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot Td, \quad (5)$$

где Td – поле допуска выполняемого размера, мм» [21].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (6)$$

где Td_i – поле допуска выполняемого размера, мм;

Td_{i-1} – поле допуска выполняемого размера на предыдущем переходе, мм» [21].

«Определение среднего припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (7)$$

Проводим расчеты минимального, максимального и среднего припуска для каждого перехода» [21].

$$z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,801 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,063^2 + 0,025^2} = 0,268 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,040^2 + 0,012^2} = 0,292 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,050 + \sqrt{0,010^2 + 0,012^2} = 0,066 \text{ мм.}$$

$$z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5 \cdot (1,6 + 0,25) = 1,714 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,268 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = 0,443 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,10) = 0,422 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,066 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) = 0,094 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,714 + 0,801) = 1,258 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,443 + 0,268) = 0,356 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,422 + 0,292) = 0,357 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,094 + 0,066) = 0,080 \text{ мм} \gg [21].$$

«Минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1) \min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (8) \gg [21]$$

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

$$d_{(TO-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (9) \text{ [21]}$$

«Максимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (10) \text{ [21]}$$

«Средний диаметр определяется по формуле:

$$d_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i\text{ max}} + d_{i\text{ min}}). \quad (11) \text{ [21]}$$

«Выполняем расчеты.

$$d_{4min} = 30,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 30,018 \text{ мм.}$$

$$d_{4\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (32,018 + 32,002) = 30,100 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 32,002 + 2 \cdot 0,066 = 30,150 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 32,150 + 0,039 = 30,189 \text{ мм.}$$

$$d_{3\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (32,189 + 32,150) = 30,170 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\text{ min}} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 32,189 + 2 \cdot 0,292 = 31,229 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\text{ max}} = d_{TO\text{ min}} + Td_{TO} = 33,229 + 0,160 = 31,389 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{TO\text{ max}} + d_{TO\text{ min}}) = 0,5 \cdot (31,389 + 31,229) = \\ = 31,309 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO\text{ min}} \cdot 0,999 = 33,229 \cdot 0,999 = 31,188 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 33,188 + 0,100 = 31,288 \text{ мм.}$$

$$d_{2\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (33,288 + 33,188) = 31,238 \text{ мм.}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 33,288 + 2 \cdot 0,268 = 31,824 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 33,824 + 0,250 = 32,074 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (32,074 + 32,824) = 32,949 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 31,074 + 2 \cdot 0,801 = 32,676 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 32,676 + 1,600 = 33,276 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(33,276 + 32,676) = 32,476 \text{ мм} \gg [21].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (12) \gg [21]$$

$$2z_{min} = 33,676 - 30,018 = 3,658 \text{ мм.}$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (13) \gg [21]$$

$$2z_{max} = 3,658 + 1,600 + 0,016 = 5,274 \text{ мм.}$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14) \gg [21]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,658 + 5,724) = 4,466 \text{ мм.}$$

«Далее выбираем размеры заготовки для обработки других поверхностей, используя таблицы статистических данных» [19] для расчетов.

При выборе маршрута обработки поверхности необходимо учитывать требования по качеству и скорости обработки, доступные инструменты и материалы, а также геометрию поверхности. Оптимальный выбор маршрута позволит добиться высокого качества обработки и сократить время работы.

Этот метод обеспечивает равномерность обработки и позволяет добиться гладкой поверхности. В этом случае инструмент движется по контуру поверхности, основываясь на ее геометрических параметрах. Этот метод позволяет достичь высокой точности и скорости обработки.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Определение размеров заготовки

Размер, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Результат расчета, мм
324	±0,2	2,5	329
241	±0,4	2,4	245
108	±0,1	2,0	110
63	±0,1	2,2	65
30	±0,15	2,2	33
27	±0,1	2,3	30
∅72	±0,1	2,4	∅68
∅72	±0,1	2,4	∅68
24	±0,15	2,2	26
56	±0,1	2,4	59
102	±0,1	2,3	104
∅72	±0,1	2,2	∅68
84	±0,15	2,0	88
∅54	±0,1	2,2	∅59
∅68	±0,1	2,0	∅64
∅73	±0,1	2,4	∅75
12	±0,2	2,4	15
33	±0,2	2,3	37
43	±0,1	2,2	45

«Технологические параметры заготовки определяются на основе данных [7], точность - Т10, сложность - С2, сплав принадлежит группе 2, разъем литейной формы – плоский» [7].

«При таких параметрах используется для определения допусков на размеры поверхностей индекс 3. Все остальные характеристики заготовки также определяются с использованием данных» [7]. «Смещение по поверхности разъёма штампов 0,02 мм, изогнутость и отклонения от плоскостности и прямолинейности 0,04 мм, минимальная величина радиусов скруглений 2,0 мм, величина остаточного облоя 0,07 мм, отклонения от

соосности 0,01 мм» [7].

«Основные характеристики заготовки и результаты проектирования отражены на чертеже, в составе графической части работы» [7].

2.2 Разработка плана изготовления детали

«План производства разрабатываем на основе типовых маршрутов для корпусных деталей согласно данным литературных источников, для среднесерийного производства» [13], [14].

В ходе анализа базового процесса изготовления детали было обнаружено, что можно использовать комбинированный инструмент и распределить переходы «механической обработки поверхностей на 010, 015 и 020 операциях более эффективно» [13]. Это позволит повысить точность обработки и уменьшить количество механических операций, увеличит производительность обработки [1], [5], таблица 4.

Таблица 4 – Маршрут изготовления корпуса

Номер операции	Оборудование	Содержание операции	Обрабатываемые поверхности
000		Заготовительная	
005	Агрегатный станок с поворотным столом "Cross"	Фрезеровать	1,2
010		нарезать фаску	7-14, 23 – 26, 31,32
015		Сверлить, развернуть отверстия	3 – 6, 15 - 22, 33,34
020		Нарезать резьбу	35-46
025	Установка "Gehomat"	Сборка	
030	Автоматическая линия "Cross"	Сверлить, фрезеровать	47-52
035		Сверлить, фаски, развернуть	53-74
040		Нарезать резьбу	75-84

Продолжение таблицы 4

Номер операции	Оборудование	Содержание операции	Обрабатываемые поверхности
045		Расточить, сверлить, снять фаску	85-93
050		Расточить предварительно, нарезать резьбу, снять фаску	94-96
055		Расточить предварительно, снять фаски	97-106
060		Сверлить, снять фаски	107-118
065		Расточить	119,120
070		Нарезать резьбу	119,120
075		Нарезать резьбу	121-126
080		Моечная машина	Моечная операция
085	Контрольный стол	Контрольная	

Две операции 060 и 065 были объединены в одну путем применения более современной конструкции инструмента.

Сформированный маршрут обработки детали позволяет спроектировать процесс ее изготовления. «Для этого одинаковые методы обработки, достигающие одинаковой точности и шероховатости, объединяются в одну операцию» [18]. Указываются все поверхности, подлежащие обработке, а также задаются схема базирования и размеры, которые будут получены в рамках данной операции [18].

Таким образом, по результатам выполнения раздела спроектирован полностью соответствующий требованиям план обработки с присутствием всех необходимых видов и методов механической обработки детали. При выполнении операций на заготовке необходимо придерживаться «принципов

базирования и использовать типовые схемы базирования. В данном случае рекомендуется использовать поверхности 2 и 3 в качестве черновых баз, а поверхности 4 и 5 - в качестве чистовых баз» [18].

«Графическое отображение плана изготовления оформляется в соответствии с рекомендациями» [18]. «Маршрут изготовления также отображен в маршрутной карте (Приложение А таблица А. 1)» [18].

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

Принимая во внимание серийный характер производства, используемые методы обработки, порядок выполнения технологических операций и экономические факторы, «выполним выбор оборудования и технологической оснастки» [10].

«Выбор конкретных моделей станочного оборудования произведем с использованием данных, таблица 5» [10], [22].

«Требования к станочной оснастке» [22] включают универсальность, возможность ее переналадки при выпуске однотипных деталей, способность производить установку всей номенклатуры деталей, необходимую надежность. «Выбор конкретных моделей станочной оснастки произведем с использованием данных» [22], [23].

Комбинированный инструмент обладает преимуществом в том, что он позволяет объединить несколько операций по механической обработке поверхности заготовки. Это положительно влияет на производительность процесса изготовления детали за счет сокращения машинного и вспомогательного времени. Кроме того, данная технология позволяет снимать большие припуски на обработку [9], [16].

Для преодоления проблемы, необходимо применять комбинированный тип технологического инструмента. «Выбор конкретных типоразмеров инструмента произведем с использованием данных» [2], [22].

«Контрольные приспособления должны гарантировать необходимый

уровень точности контроля и соответствовать требованиям по надежности и универсальности в использовании» [3]. «Выбор типов и моделей контрольных средств произведем с использованием данных» [3], [22].

«Результаты выбора оборудования и технологической оснастки» [22] приведены в таблицы 5.

Таблица 5 – Результаты выбора станочной и технологической оснастки

Номера операций	Станочная оснастка	Металлорежущие инструменты	Контрольные средства
005	трехкулачковый самоцентрирующий патрон	резец проходной отогнутый правый ГОСТ 18868-73, резец подрезной ГОСТ 26611-85	штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1 ГОСТ 166-80
010	трехкулачковый самоцентрирующий патрон	резец проходной отогнутый правый ГОСТ 18868-73	глубиномер индикаторный 0,1 ГОСТ 166-80
015	тиски станочные с эксцентриковым зажимом	сверло спиральное с цилиндрич. хвостовиком ГОСТ 10902-77	штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1 ГОСТ 166-80
020	трехкулачковый самоцентрирующий патрон	резец проходной отогнутый правый из быстрорежущей стали ГОСТ 8868-73	штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1 ГОСТ 166-80
025	трехкулачковый самоцентрирующий патрон	токарный расточной резец ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1 ГОСТ 166-80
030	опора шаровая	протяжка для шлицевых отверстий с эвольвентным профилем ГОСТ 25161-82	калибры, биеномер Б10М
035	специальное зажимное приспособление	резец зубострогальный для прямозубых конических колес	прибор ШМ-1
040	специальное зажимное	резец зубострогальный	прибор ШМ-1

Продолжение таблицы 5

Номера операций	Станочная оснастка	Металлорежущие инструменты	Контрольные средства
040	приспособление	для прямозубых конических колес	
045			
050	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
055	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
060	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
065	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
070	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
075	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90

«Полученные данные будут использоваться при проектировании технологических операций, включая выбор оборудования, оснастки и режущего инструмента (Приложение А таблица А. 1)» [3].

Если выбранные средства оснащения не соответствуют «требуемым параметрам обработки в процессе их проектирования, мы заменяем или модернизируем их» [22].

2.4 Проектирование операций технологического процесса

«На заключительном этапе разработки технологии производства детали, необходимо выполнить проектирование операций технологического процесса» [3], учитывая структуру технологического маршрута, используемое оборудование и средства технологического обеспечения. В

данном разделе выполним расчет «режимов резания и норм выполнения операций по методике, предусматривающей использование опытно-статистических данных» [16].

«Первым шагом является определение глубины резания, которая определяется как максимальный припуск, необходимый для выполнения данной операции, который ограничен техническими возможностями станка. Затем глубина резания рассчитывается таким образом, чтобы обеспечить требуемую мощность резания» [16]. Назначается рабочая подача на основе статистических данных, учитывая стандартные значения.

«Далее определяется скорость резания по формуле:

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

где V_T – нормативная скорость резания, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от характеристик обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от характеристик инструментального материала;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки» [16].

«Далее по полученной расчетной скорости резания, определяется частота вращения шпинделя по формуле:

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

где d – диаметр обрабатываемой поверхности или режущего инструмента, мм» [16].

«Расчетное значение частоты вращения округляют до ближайшего» [16] значения для данной модели станка в соответствии с паспортом, а затем пересчитывают скорость резания еще раз. Это значение и принимается за фактическую «скорость резания в дальнейших расчетах» [16].

«Нормы на выполнение операций определяются с применением

расчетно-аналитического метода» [20].

$$\langle L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (17)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

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

l_2 – длина перебега, мм» [20].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n}, \quad (18)$$

где S – подача, мм/об» [20].

Для каждой механической операции в рамках технологического процесса учитываются ее структура, возможности используемого «оборудования, технологической оснастки и режущего инструмента, а также проводятся расчет режимов резания и нормирование» [20] операции. Полученные данные приведены в таблице 6.

Выбор маршрутов обработки поверхностей является ключевым этапом в производственном процессе любого предприятия, занимающегося изготовлением деталей и изделий из различных материалов. В зависимости от типа материала и конкретной задачи, перед производством стоят различные требования к качеству обработки поверхности.

Для операций 060 и 065 «была разработана более технологичная конструкция инструмента, позволяющая совместить данные операции в одну» [20].

Данные, полученные в результате расчётов режимов обработки и нормирования, будут внесены в маршрутную и операционные карты (Приложение А таблица А. 1).

Таблица 6 – Режимы резания и нормирование

Операция	Номер перехода	Глубина резания, мм	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин
005	1	2	94,2	0,5	1250	0,022
	2	3	98,1	0,5	315	0,57
	3	1,5	98,1	0,5	315	0,57
010	1	3	98,1	0,5	315	0,337
	2	3	98,1	0,5	315	0,337
	3	0,5	124,6	0,5	400	0,175
	4	3	98,9	0,5	630	0,048
015	1	8	31,7	0,23	630	0,64
	2	1	12,6	0,7	200	0,07
020	1	0,2	160,8	0,42	800	0,268
025	1	2	99,04	0,42	400	0,119
030	1	5	4,5	0,1	-	0,44
035	1	3	2,6	0,4	-	8
040	1	1	4,95	0,4	-	4
050	1	0,025	20	12,5	310	0,015
055	1	0,025	25	25	310	0,015
060	1	0,015	30	0,005	400	0,012
065	1	0,01	20	5	310	0,003
070	1	0,01	20	10	200	0,005
075	1	0,01	20	10	200	0,005

«На основе результатов данного раздела проводим проектирование технологических наладок, представленных на графических листах данной выпускной квалификационной работы» [11].

Для этого выполняем нормирование усовершенствованных операций технологического процесса согласно рекомендациям [11], [14]. «Норма времени – устанавливаемое время выполняемой работы в определенных условиях» [14].

«В нашем случае нужно подсчитать нормы времени на 060 и 065 операции, таблица 7» [14].

«В ходе разработки данного раздела были достигнуты следующие результаты. Выполнен выбор и проектирование заготовки, составлен план изготовления детали, сделан выбор оборудования и технологической оснастки, а также разработка операций технологического процесса» [14].

Таблица 7 - Подсчет нормы времени 060 и 065 операции.

№ перехода	Длина рабочего хода $L_{р..}$	Подача S_m , мм/мин	$T_0=L_{р..x}/S_m$ мин	Твс. мин	Время операции
Операция 060					
1	0,15				
2	45	299	0,15	0,78	0,93
3	45	300	0,15	0,78	0,93
4	35	343	0,10	0,78	0,88
5	0,15				
Операция 065					
1	0,15				
2	38	486	0,07	0,90	0,97
3	38	454	0,08	0,93	1,01
4	38	606	0,06	0,93	0,99
5	0,15				

Таким образом, можно считать, что «задача разработки технологии изготовления детали на основе типового технологического процесса была успешно выполнена» [14].

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка станочного приспособления

«В данном разделе выполним проектирование станочного приспособления, предназначенного для выполнения операции 020. Базовый вариант» [26] приспособления имеет недостатки, включая ненадежное закрепление заготовки, что может приводить к деформациям тонкостенных корпусных деталей. Чтобы решить эту проблему, проектируем «конструкцию приспособления, которая будет оснащена механизированным приводом. (рисунок 2). Выбор привода и усилие его зажима определяем согласно данным» [9], [26].

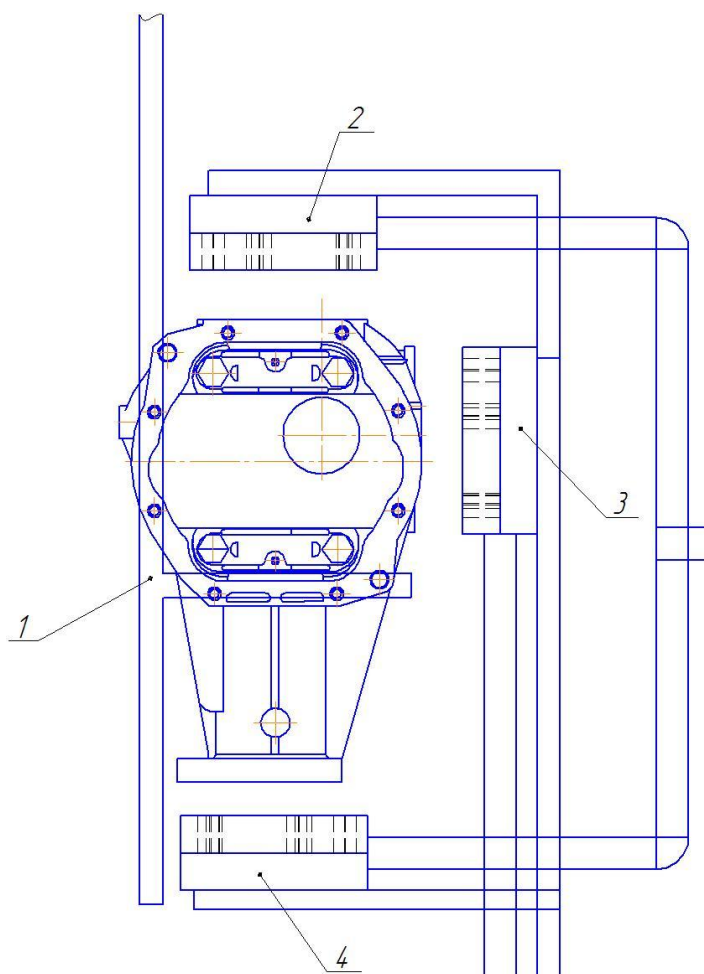


Рисунок 2 – Эскиз обработки

В соответствии с [9], изучив конфигурацию детали, мы принимаем консольную схему крепления. Исходя из чертежа детали, мы определяем, что соотношение высоты детали к ширине меньше 2,5, что подтверждает правильность нашего выбора.

Далее «определяем момент от основной составляющей силы резания P_z , действующей на заготовку по формуле» [9]:

$$\langle P_0 \cdot 0,030 + M_{кр} = R \cdot 0,052 + R \cdot 0,005, \quad (19)$$

где P_0 – сила резания, Н;

$M_{кр}$ – момент силы резания, Нм;

R – компенсирующая сила, Н.

«Преобразовав выражение (16) определим зависимость для расчета компенсирующей сила R :

$$R = \frac{P_0 \cdot 0,030 + M_{кр}}{0,057}, \quad (20)$$

Данная схема действия осевой силы и крутящего момента выбрана с учетом максимального значения как силы, так и момента» [9].

Тогда значение силы будет равно:

$$R = \frac{696,6 \cdot 0,030 + 48,6}{0,057} = 1219,3 \text{ Н.}$$

Далее рассчитываем усилие зажима:

$$Q = 1219,3 \cdot 2,51 = 3060 \text{ Н.}$$

«Для обеспечения зажимающего усилия принимаем эксцентрик $\varnothing 28$ мм с эксцентриситетом 2 мм, при котором выполняется условие самоторможения:

$$\frac{D}{l} \geq 14, \quad (22)$$

где D – диаметр эксцентрика, мм;
 l – длина эксцентрика, мм» [9].

«Момент, необходимый для поворота эксцентрика определяется по формуле:

$$M = Q \cdot [tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2] \cdot (R + l), \quad (23)$$

где Q – требуемое усилие зажима, Н;
 $\alpha = 5^\circ 43'$ - угол наклона силы Q ;
 φ_1 – угол трения между эксцентриком и контактирующей деталью;
 φ_2 – угол трения в оси эксцентрика;
 l – эксцентриситет, мм;
 R – радиус эксцентрика, мм» [9].

$$M = 3100 [tg(5^\circ 43' + 9^\circ 5') + tg 9^\circ 5'] \cdot (14 + 2) = 20,8 \text{ Нм.}$$

«Далее рассчитываем погрешность установки заготовки в приспособлении, используя формулу:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{н.з.}} \quad (25)$$

где ε_{δ} – погрешность базирования приспособления, мм;
 ε_3 – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;
 $\varepsilon_{н.з.}$ – погрешность закрепления и положения заготовки, мм» [9].

«Чтобы определить погрешность базирования приспособления, необходимо использовать расчетную схему, изображенную на рисунке 4.

Способ установки детали в пространстве определяется допусками базового отверстия, наименьшего зазора в соединительном элементе установочного пальца и втулки, а также допуском установочного элемента приспособления» [26]:

$$\langle \varepsilon_6 = TD + S_{min} + Td, \quad (26)$$

TD – допуск базового отверстия, мм;

S_{min} – минимальный зазор в сопряжении, мм;

Td – допуск установочного элемента, мм» [26].

«При проведении расчетов будет учитываться, что использование разработанного устройства обеспечивает соблюдение принципа единства баз при механической обработке, что означает, что погрешность закрепления и позиционирования заготовки в устройстве равна $\varepsilon_3 = \varepsilon_{н.з.} = 0$ » [26].

$$\varepsilon_6 = 0,043 + 0,006 + 0,011 = 0,06 \text{ мм.}$$

«Таким образом, величина погрешности установки спроектированного приспособления составит:

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,06^2 + 0^2 + 0} = 0,06 \text{ мм} \text{» [9].}$$

«Погрешность данного приспособления меньше минимального припуска на чистовую обработку, равного 0,096 мм» [23]. Делаем вывод о том, что «спроектированная конструкция соответствует точности обработки детали и обеспечивает возможность применения комбинированного инструмента» [26].

«Приспособление состоит из корпуса 7, на котором размещен зажимной модуль, который осуществляет зажим заготовки при помощи прихватов 15 и 16, связанных с траверсой 19 нежесткой связью и способных вращаться вокруг своей оси.

Для обеспечения поступательного движения траверсы используется пара вал-палец 1-10, где вал имеет спиральную прорезь, по которой перемещается головка пальца, а ножка пальца жестко закреплена в траверсе. При вращении вала палец перемещает траверсу, а вал с эксцентриситетом 2 мм воздействует на траверсу, вызывая её опускание вниз вместе с прихватом для зажима заготовки. Угол поворота рычага 18 составляет 180 градусов.

В данном разделе спроектирована конструкция станочного приспособления для механизации закрепления заготовки. Спроектированная конструкция соответствует требованиям по точности, чертеж приведен в графической части работы» [26].

Цель проектирования в данном разделе была достигнута. Разработана конструкция приспособления, которое позволяет автоматизировать процесс закрепления и обеспечивает точность установки в соответствии с требованиями.

Конструкция приспособления представлена в графической части работы и в Приложении Б таблица Б. 1.

3.2 Разработка режущего инструмента

«С целью обеспечения оптимального качества обработки и максимальной износостойкости проведем проектирование цилиндрической двухрезцовой оправки» [9], [17].

Согласно классификации, проектируемая оправка, конструктивно относится к четвертому типу. Графическое изображение геометрических свойств оправок этого типа представлено на рисунке 3.

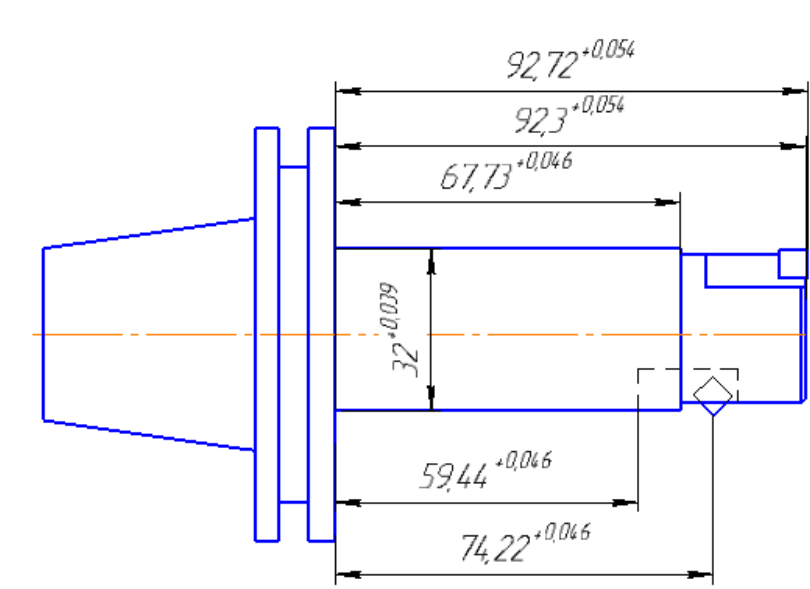


Рисунок 3 – Геометрия оправки

«Выполним расчет биения цилиндрической оправки, которая установлена в конусной оправке с хвостовиком 7:24, и закрепленной в шпинделе станка с ЧПУ класса точности Н» [17].

«При длине вылета шпинделя 300 мм» [17], отверстие 7:24 на торце имеет биение в размере 0,008 мм, а в более дальней точке - 0,01 мм.

Цилиндрическая оправка с конусом 7:24 проявляет радиальное биение, вызванное несколькими погрешностями. Первая погрешность является векторной и вызвана биением конического отверстия в шпинделе. Эта погрешность равна 0,006 мм, и на нее оказывает влияние внутренний конус, передаточное отношение 1,17 и соотношение передач в 1. Вторая погрешность также векторная и вызвана «биением цилиндрического отверстия относительно оси хвостовика патрона с конусностью 7:24» [17]. Эта погрешность равна 0,006 мм, на нее влияет внутренний цилиндр, передаточное отношение 1 и соотношение передач в 1,09. Третья погрешность также векторная и вызвана биением оси державки первого сверла при установке ее в корпусе патрона. Эта погрешность равна $0,006/100$ мм, на нее оказывает влияние коэффициент конусности оправки $K_i = 1,37$. Четвертая погрешность является угловой и «вызвана перекосом оси

шпинделя при вылете 300 мм» [17]. «Эта погрешность равна $0,0001/300$, на нее влияет поверхность шпинделя - цилиндрическая, передаточное отношение $65/300=0,217$ и соотношение передач в 1,09. Действительный вылет шпинделя равен 65 мм. Пятая погрешность также угловая и вызвана перекосом оси державки первого сверла от погрешности изготовления конусов 7:24. Эта погрешность равна $0,006/100$ мм, на нее оказывает влияние наружный цилиндр, соотношение передач в 1,09 и коэффициент 2,35. «Действительный вылет оправки относительно конуса равен 235 мм» [17].

«Выполнив векторное суммирование приведенных погрешностей оправки определим параметры точности проектируемой инструментальной оправки» [17]. Результаты расчета приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Биение режущей кромки перового сверла.

Параметр биения	e_i , мкм	K_i	A_i
1. Биение конического отверстия в шпинделе	6	1,17	1
2. Биение цилиндрического отверстия оправки	6	1,09	1
3. Биение оси державки перового сверла	6	1,09	1
4. Биение шпинделя от перекоса	1	1,09	0,217
5. Биение державки от перекоса	6	1,09	2,35

«Половина допустимого биения режущей части инструмента как замыкающего звена:

$$\bar{e}_\Sigma = \frac{1}{K_\Sigma} \sqrt{\sum_1^n (e_i A_i K_i)^2} \quad (27)$$

где n - число элементов инструментального блока, влияющих на точность позиционирования, включая погрешности шпинделя;

K_{Σ} - коэффициент относительного рассеяния замыкающего звена;

e_i, A_i - принятое за скалярную величину произведение векторной величины e_i на свое передаточное отношение A_i ;

K_i - приведенный коэффициент относительного рассеяния присоединительных поверхностей вспомогательного инструмента» [21].

«Далее определим коэффициент относительного рассеяния:

$$K_{\Sigma} = 1 + \frac{0,55}{\sum_1^n e_i} \left[\sqrt{\sum_1^n (\bar{e}_i K_i)^2} - \sqrt{\sum_1^n e_i^2} \right] = 1 + \frac{0,55}{0,025} \times [\sqrt{0,000178783} - \sqrt{0,000625}] =$$

$$= 1 + 22 \times (-0,011629024) = 0,744161473 \approx 0,75$$

Тогда половина допустимого биения режущей части инструмента:

$$\bar{e}_{\Sigma} = \frac{1}{K_{\Sigma}} \sqrt{\sum_1^n (e_i A_i K_i)^2} = \frac{1}{0,75} \times \sqrt{0,000371086} = 1,333 \times 0,01922636 = 0,0257$$

мм» [9].

«Сравнивая полученные результаты с допуском на обработку детали согласно плана изготовления, видим, что точность оправки меньше регламентируемого значения допуска на размер, а именно 0,042мм, что позволяет сделать положительное заключение о результатах проектирования» [17].

«Инструментальный блок включает в себя корпус и оправку, которая содержит паз для установки блока резцовой вставки. Для настройки блока необходимо открутить фиксирующие винты, и при помощи вращения гайки по часовой стрелке выдвинуть оправку вперед на требуемую величину вылета. После этого фиксирующие винты закручиваются. Чтобы вернуть

оправку в исходное положение, необходимо открутить фиксирующие винты, вращая гайку против часовой стрелки. Под действием сил резания на торец оправки она перемещается внутрь корпуса блока, после чего фиксирующие винты закручиваются. Инструментальный блок подходит для установки в шпинделях станков с конусностью 7: 24 номер 40. Вращательный момент передается на корпус блока через торцевые шпонки» [17].

Спроектирована с учетом геометрии, которая обеспечивает требуемую точность обработки детали и максимальную жесткость, что подтверждается расчетом выполненным в данном разделе. Таким образом, цель проектирования была успешно достигнута. Графическое изображение конструкции оправки и ее подробное описание представлены в приложении Б.

В ходе этого раздела были проведены технические мероприятия по совершенствованию базовой технологии производства деталей. Были выявлены операции фрезерования и расстачивания, производительность и эффективность которых была недостаточной, и для решения данных недостатков были разработаны механизированное станочное приспособление.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

«Одной из задач проектирования является обеспечение производственной безопасности на участке по изготовлению корпуса. Решение этой задачи основано на анализе технологических операций, используемого оборудования, материалов, веществ и средств оснащения. Данную информацию представим в виде паспорта (таблица 9), составленного на основе рекомендаций» [б].

Таблица 9 – Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	производственно-технологическая операция, вид выполняемых работ	опасный и /или вредный производственный фактор	источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	фрезерование	физические овпф: повышенный уровень шума на рабочем месте;	агрегатный станок с поворотным столом "cross", автоматическая линия "cross", пневмошлифовальная машина, эмульсия, сож «велс 1м», масло «игп-38», масло «игп-30», масло «игп-18»
2	сверление	недостаточная освещенность рабочей зоны	
3	расточивание	химически овпф:	
4	нарезка резьбы	токсические; раздражающие; через кожные покровы и слизистые оболочки	
5	развертывание	физические овпф: повышенный уровень шума на рабочем месте; недостаточная освещенность рабочей зоны	автоматическая линия "cross",
6	зенкерование	химически овпф: токсические; раздражающие; через кожные покровы и слизистые оболочки	

«Как можно заметить из представленного технологического паспорта, особенностью технологического процесса является распространенное применение станков, оснащенных системами числового программного управления. Это требует использования соответствующего технологического оборудования и специальных жидкостей при выполнении технологических операций» [6].

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Анализируя таблицу 9, определим опасные и вредные производственные факторы, «которые могут появиться на данном производственном участке при производстве детали. Требуется также определить источники возникновения этих факторов» [6].

Результаты приведем в таблице 10.

Таблица 10 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	фрезерование	физические овпф: повышенный уровень шума на рабочем месте;	агрегатный станок с поворотным столом “cross”, автоматическая линия “cross”, пневмошлифовальная машина, эмульсия, сож «велс 1м», масло «игп-38», масло «игп-30», масло «игп-18»
2	сверление	недостаточная освещенность рабочей зоны	
3	расточивание	химически овпф: токсические;	
4	нарезка резьбы	раздражающие; через кожные покровы и слизистые оболочки	

Продолжение таблицы 10

5	развертывание	физические овпф: повышенный уровень шума на рабочем месте; недостаточная освещенность рабочей зоны	автоматическая линия “cross”, моечная машина, система очистки сож, пневмошлифовальная машина
6	зенкерование	химически овпф: токсические; раздражающие; через кожные покровы и слизистые оболочки	

Таблица 10 содержит информацию об опасных и вредных факторах, которые могут нанести вред здоровью работников и отрицательно сказаться на результативности выполняемых работ. Производственное оборудование и технические средства являются основными источниками указанных факторов.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Для уменьшения воздействия опасных и вредных факторов, возникающих в процессе изготовления детали, необходимо разработать специальные меры и произвести выбор специализированного технического оборудования» [6]. Полученные результаты приведены в таблице 11.

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

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	физические факторы: повышенный уровень шума на рабочем месте	-	беруши

Продолжение таблицы 11

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
2	физические овпф: недостаточная освещенность рабочей зоны	использование люминисцентных ламп общего освещения, освещение рабочей зоны	-
3	физические овпф: движущиеся <u>машины</u> и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	осуществление запуска операции только путем нажатия двух кнопок в следствии чего исключается возможность попадания конечностей рабочего в рабочую зону оборудования	-
4	физические овпф: повышенный уровень <u>вибрации</u>	-	-
5	физические овпф: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	-	хлопчатобумажный костюм для защиты от общих производственных загрязнений, перчатки
6	психофизиологические овпф: статические и динамические физические перегрузки	регламентированные перерывы	-
7	химически овпф: токсические; раздражающие	использование экранов	хлопчатобумажный костюм для защиты от общих производственных загрязнений, перчатки

Реализация мер, указанных в таблице 11, приведет к уменьшению воздействия опасных и вредных факторов, что позволит создать безопасные условия труда, уменьшить вероятность получения травм и развитие профессиональных заболеваний на участке.

В данном разделе были изучены вопросы обеспечения безопасности при выполнении технологического процесса, используемого оборудования, материалов веществ и средств оснащения. Путем проведения анализа технологических операций были выявлены опасные и вредные производственные факторы, возможное их возникновение и источники. Этот метод позволяет определить возможные опасности и их вероятность, рассмотреть последствия для персонала, оборудования и окружающей среды. На основе этого анализа разрабатываются меры по предотвращению проблем и снижению рисков. В результате были разработаны специализированные меры и выбраны специальные технические средства, чтобы снизить влияние опасных и вредных факторов.

Предложены рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты, что включает использование специальных средств защиты (масок, очков, перчаток, касок и т.д.) для защиты персонала от вредных веществ, шума, пыли, тепла и других рисков.

Таким образом, задачи раздела выполнены успешно.

5 Экономическая эффективность работы

Цель данного раздела заключается в расчете технико-экономических показателей нового технологического процесса и сравнении их с показателями существующего варианта, а также определении экономической выгоды от внедрения предлагаемых в проекте технических решений.

В процессе подготовки бакалаврской работы были изменены станочное оснащение операции 060, заменен инструмент для операций 065 и 060, спроектировано станочное приспособление для операций 065 и 060, а также изменены режимы резания для выполнения операций 065 и 060.

В результате нормирования операций 060, 065 были сокращены трудозатраты операций благодаря внесенным изменениям. Для оценки экономической эффективности данных мероприятий необходимо провести анализ экономической целесообразности, что будет осуществлено в разделе 5 бакалаврской работы.

Из предшествующих разделов «бакалаврской работы были получены необходимые технические параметры, включая основное и штучное время, модель оборудования, номенклатура инструментов и оснастки, применяемые на операциях 060 и 065» [12].

Для получения необходимой информации для расчета, мощность и площадь занимаемого оборудования, цены на оснастку и инструменты, тарифы на часовую оплату труда и энергоносители, были использованы другие источники, «включая паспорт станка, данные предприятия о тарифах на энергоносители, веб-сайты с информацией о ценах на оборудование, оснастку и инструменты и другие ресурсы» [12].

«В качестве дополнительного инструмента анализа использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были рассчитаны такие показатели капитальных затрат на сравниваемые варианты, изменение технологической себестоимости в зависимости от выбранного варианта операции, расчет затрат на обработку детали в соответствии с

выбранным технологическим процессом, оценка приведенных затрат и выбор оптимального варианта, а также экономическая эффективность проектируемой техники или технологии» [12].

Ниже приведены результаты расчета капитальных вложений. Как видно на диаграмме рисунка 4, общая стоимость инвестиций будет равна 2 454 938,67 рублей.

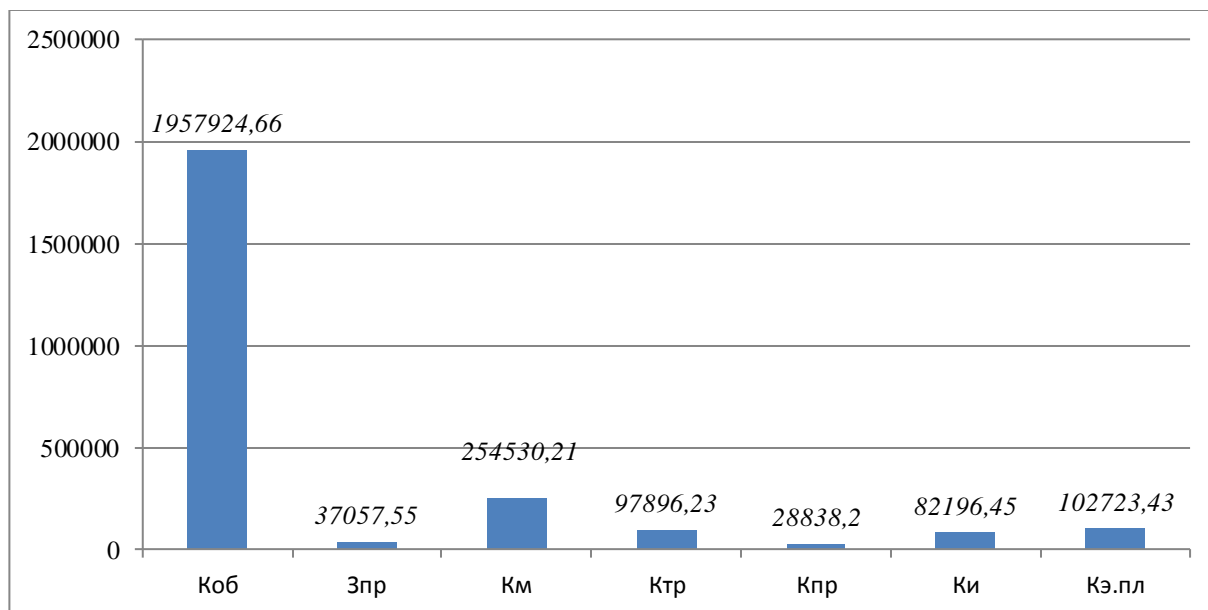


Рисунок 4 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Можно сделать вывод о том, что «основное технологическое оборудование (K_{OB})» [12] является наиболее затратной статьей расходов, занимая 76,45% от общей суммы капитальных вложений. Все остальные затраты имеют гораздо более низкую долю в общей стоимости, не превышающую 10%.

Рисунок 5 отражает расчетные характеристики, которые влияют на «технологическую себестоимость детали "картер" в двух различных вариантах технологического процесса» [12].

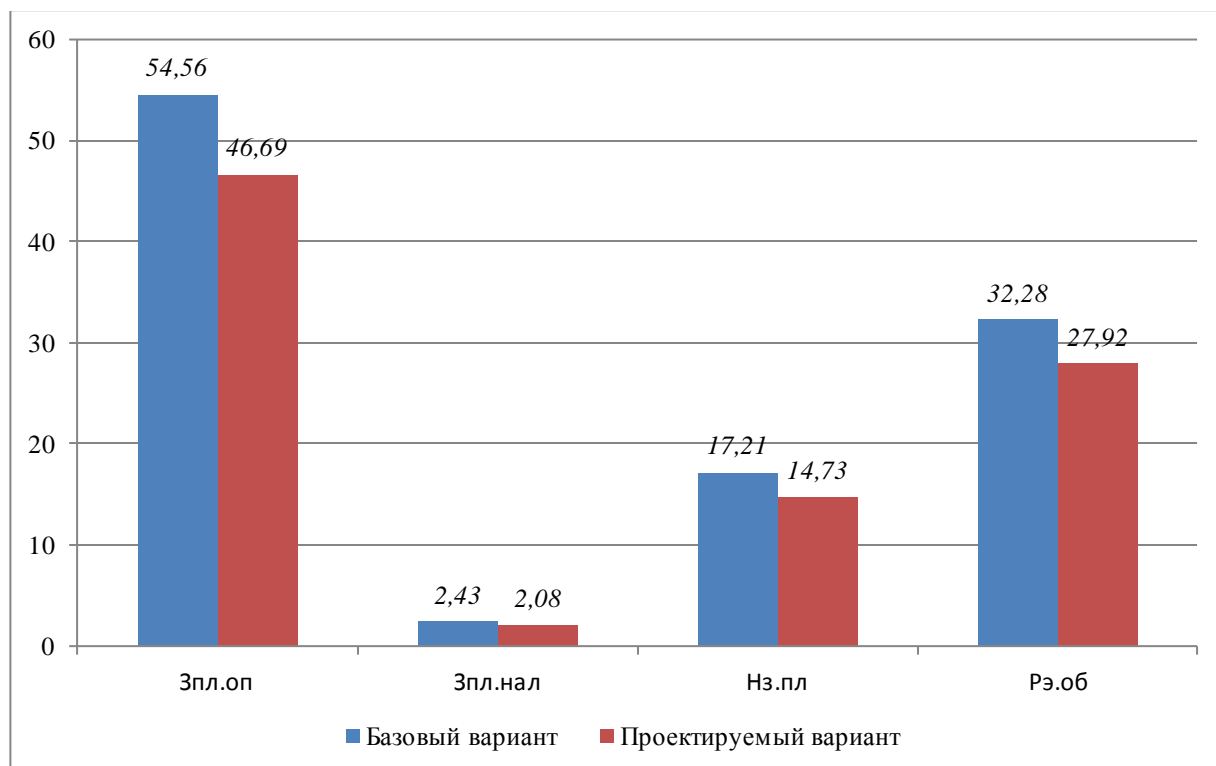


Рисунок 5 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «картер», по вариантам, руб.

«Согласно рисунку 5, значение ключевых материалов, за вычетом отходов, не было использовано для определения параметра себестоимости, поскольку в процессе производства заготовок не изменился материал детали. В результате, эта величина остается постоянной и не будет влиять на разницу в себестоимости между вариантами» [12].

«Также на рисунке 5 можно заметить, что два параметра занимают наибольшую долю в общей величине технологической себестоимости. Первый параметр - *Зпл.оп*, представляет затраты на оплату труда» [12] операторов, задействованных в перечисленных операциях. Данный параметр составляет 50,25 % в базовом варианте и 50,08 % в проектируемом варианте от значения технологической себестоимости. Второй параметр - расходы на обслуживание и эксплуатацию оборудования, занимают 32,31 % в базовом варианте и 31,54 % в проектируемом варианте от общей величины технологической себестоимости.

Значение полной себестоимости было рассчитано на основе указанных параметров. Рисунок 6 содержит результаты расчета.

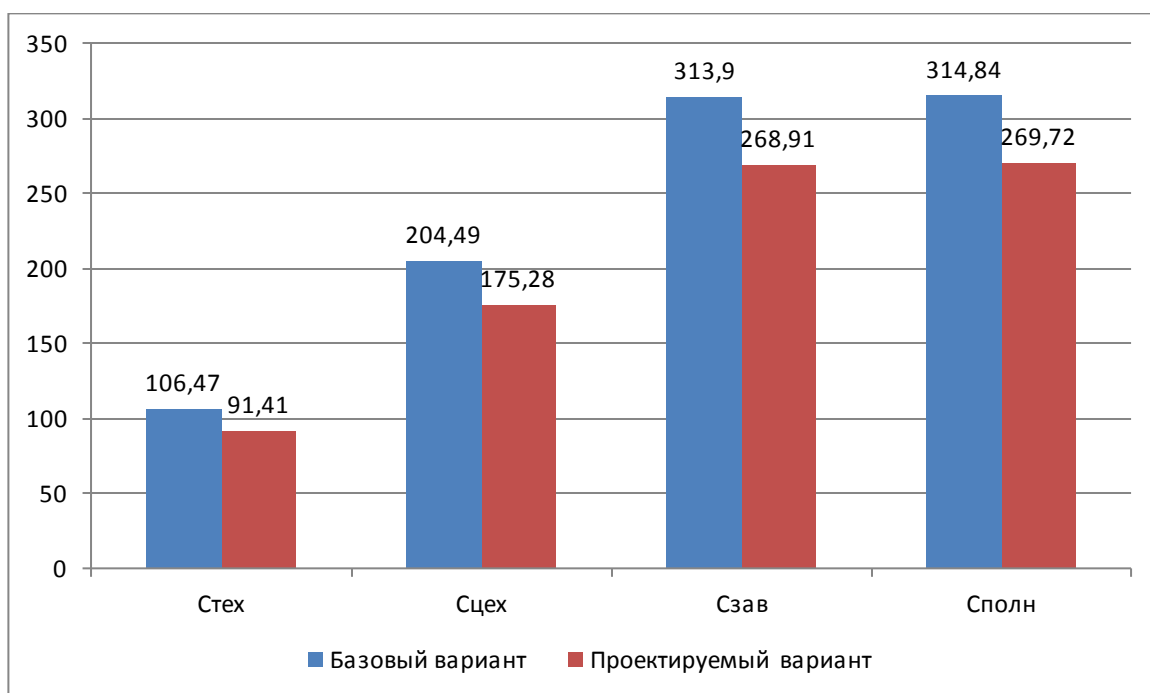


Рисунок 6 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Скалькулированный на диаграмме рисунка 7 базовый вариант имеет полную себестоимость в размере 322,84 рубля, тогда как проектируемый вариант имеет полную себестоимость в размере 267,22 рубля.

Результаты дополнительных расчетов указывают на то, «что капитальные вложения в размере 2361166,71 рублей будут окупаться в течение 4 лет, что является максимально приемлемым сроком для внедрения технологического процесса. Будучи основанным на интегральном экономическом эффекте, или чистом дисконтируемом доходе, данный экономический параметр оценен в размере 503933,54 рублей, что подтверждает эффективность предпринятых мер. С учетом этого, каждый вложенный рубль принесет доход в размере 1,25 рублей» [12].

Заключение

«Главными результатами данной выпускной квалификационной работы являются постановка задач работы в первом разделе, который включает анализ функционального назначения детали, условия ее эксплуатации, технологические показатели и тип производства, разработка технологии изготовления детали на базе типового технологического процесса во втором разделе, включая выбор и проектирование заготовки, разработку плана изготовления, выбор оборудования и технологической оснастки, а также проектирование операций» [3].

Далее были выявлены технические недостатки и выполнена разработка технических мероприятий в третьем разделе, включая проектирование станочного приспособления с механизированным приводом зажима заготовки и резцовой оправки для устранения выявленных недостатков;

Применительно к проведенным мероприятиям по совершенствованию технологических операций выполнена оценка безопасности и экологичности разработанной технологии в четвертом разделе.

Разработаны предложения мероприятия и комплекс средств по устранению негативных воздействий,

Выполнена комплексная оценка экономических показателей в пятом разделе, в результате чего был сделан вывод о положительном технико-экономическом эффекте применяемых в работе технических решений, и разработанной технологии.

Таким образом, можно сделать заключение, что все поставленные задачи работы были успешно выполнены, что позволяет считать цель данной выпускной квалификационной работы – «разработку технологического процесса изготовления картера, обеспечивающего выпуск годовой программы деталей, отвечающих всем техническим требованиям в условиях среднесерийного производства» [4].

Список используемой литературы и используемых источников

1. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 15.02.2023).

2. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 18.03.2023).

3. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.

4. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 203 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 15.04.2023).

5. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М. : ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.

6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 10.02.2023).

7. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.

8. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75160> (дата обращения: 16.02.2023).

9. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19.03.2023).

10. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 05.09.2023).

11. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 16.04.2023).

12. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 12.02.2023).

13. Крупенников О.Г. Высокие технологии в машиностроении : учебно-методическое пособие / О Г. Крупенников. – Ульяновск : УлГТУ, 2019. – 81 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165090> (дата обращения: 18.01.2023).

14. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 19.03.2023).

15. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения"

направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуоров, М.В. Кишуоров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. –216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 09.03.2023).

17. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. –256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 23.03.2023).

18. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 13.03.2023).

19. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

20. 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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 07.03.2023).

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

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

23. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / А.И. Астахов [и др.]. – Москва. : Машиностроение, 1984. – 591 с.

24. Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь : ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 26.03.2023).

25. Химический состав и физико-механические свойства стали 40Х [Электронный ресурс]. – URL: http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X (дата обращения: 06.03.2023).

26. Шишкин В.П. Основы проектирования станочных приспособлений: теория и задачи : учебное пособие / В.П. Шишкин, В.В. Закураев, А.Е. Беляев. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 288 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75715> (дата обращения: 23.03.2023).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

<i>Дубл.</i>																																
<i>Взам.</i>																																
<i>Подп.</i>																																
											<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ доким</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>																	
											<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ доким</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>																	
<i>Разработал</i>	<i>Марков</i>					ТГУ Кафедра ОТМП																										
<i>Проверил</i>	<i>Левашкин</i>																															
<i>Утвердил</i>	<i>Логинов</i>					<i>Технологический процесс изготовления картера</i>										<i>ДП</i>																
<i>Н. контр.</i>	<i>Левашкин</i>																															
М01	<i>Алюминевый сплав АК12 по ГОСТ 1583-93</i>																															
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расч.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры						КД	МЗ																	
		240	4,56	1		0,95		245×329×210						1	4,67																	
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции						Обозначение документа																					
Б	Код, наименование оборудования						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тноз	Тшт															
А03	24Т10	151	ХХ	000	Заготовительная						ИОТ ИЗ 7.101.7034-98																					
Б04	<i>Машина литья под давлением</i>																															
05																																
А06	24Т10	151	ХХ	005	4110	Фрезервальная						ИОТ ИЗ 7.101.7034-04										8	1,05									
Б07	Агрегатный станок с поворотным столом																			2	8211	1р	3	1	1	473	1					
О08	Фрезеровать предварительно и окончательно поверхности 1 и 2, в размер 315.																															
Т09	396131 При приспособление зажимное ГОСТ 12195-66; Нож; Клин 03124.7.2.4.15.04.5.1 ГОСТ 19052-80 Т5К10;																															
Т10	Фреза торцевая φ315 05123.7.2.15.04.5.1 ГОСТ 19057-80 Т5К10; 393311 штангенциркуль ШЦ-1-150-0,1 ГОСТ 166-80.																															
11																																
А12	24Т10	151	ХХ	010	4110	Фрезерно-сверлильная						ИОТ ИЗ 7.101.7001-93										8	0,9									
Б13	Агрегатный станок с поворотным столом																			2	8211	1р	3	1	1	473	1					
О14	Фрезеровать под 34,56 диаметром 40 мм; Сверлить под 7,8,9,10,11,12,13,14 в размер φ9 мм; сверлить под 27,28,29,30 в размер φ119 мм;																															
О15	сверлить под 31,32 в размер 14 мм; сверлить под 33,34 в размер 112 мм.																															
Т16	396110 Удлинитель ГОСТ 2675-80; 392104 сверло ступенчатое Т5К10 ГОСТ 18868-73; 392104 удлинитель Т5К10 ГОСТ 18879-73;																															
МК																																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Дубл																
Взам																
Подп																
					Изм. Лист № докум. Подпись Дата					Изм. Лист № докум. Подпись Дата						
					Изм. Лист № докум. Подпись Дата					Изм. Лист № докум. Подпись Дата						
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпрз	Тшт	
Т35	392115 резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18884-73; 393311 штангенциркуль ШЦ-1-150-0,1 ГОСТ 166-80.															
36																
А37	24Т10	151	ХХ	030	4110 Сверлильно-фрезерная ИОТ И37.101.7001-93										7	102
Б38	Автоматическая линия				2	7223		1р	3	1	1	473	1			
О39	Фрезеровать пов. 47, в размер 28 и 23; сверлить отв. 4,8,4,9,50 в размер φ10 мм, φ9 мм, φ7 мм; сверлить отв. 5,152 в размер φ11 мм.															
Т40	396110 Центр ГОСТ 13214-67; 392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 18868-73; 393311 штангенциркуль ШЦ-1-150-0,1 ГОСТ 166-80.															
41																
А42	24Т10	151	ХХ	035	XXXX Сверлильная ИОТ И37.101.7026-02										12	09
Б43	Автоматическая линия				2	7223		1р	3	1	1	473	1			
О44	сверлить отв. 5,3,54,55,56,57,58,59,60 в размер φ9 мм; сверлить отв. 6,1,62,63,64,65,66,67,68 в размер φ7 мм; фрезеровать пов. 69,71;															
О45	расточить пов. 74, до φ10 мм; сверлить отв. 70,72 в размер φ13 мм.															
Т46	396131 Втулка кондукторная ГОСТ 12195-66; 391826 фреза ГОСТ 9140-78; 391826 сверло ступенчатое ГОСТ 9140-78;															
Т47	393311 развертка ШЦ-1-150-0,1 ГОСТ 166-80; 393181 резец ГОСТ 24114-80															
48																
А49	24Т10	151	ХХ	040	4153 Резьбанарезная ИОТ И37.101.71111-04											
Б50	Автоматическая линия				2	7223		1р	3	1	1	473	1			
О51	Нарезать резьбу в отв. 75,76,77,78,79,80,81,82 в размер М6 мм; Нарезать резьбу в отв. 83,84 в размер М12 мм.															
Т52	396131 Метчик ГОСТ 12195-66; 391826 патрон резьбанарезной ГОСТ 9140-78; 391826 вставка ГОСТ 9140-78.; 391826 гайка копирная															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Дубл.																	
Взам.																	
Подп.						Изм.					Изм.						
						Лист					Лист						
						№ докум					№ докум						
						Подпись					Подпись						
						Дата					Дата						
						Изм.					Изм.						
						Лист					Лист						
						№ докум					№ докум						
						Подпись					Подпись						
						Дата					Дата						
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тлов	Тшт		
Б71	Автоматическая линия				2	7223		1р	3	1	1	473	1	7	0,75		
О72	Сверлить отв. 107,108,109,110,111,112 в размер $\phi 9$ мм; сверлить отв. 113,114,115,116,117,118 в размер $\phi 9$ мм, на глубину 225 мм																
Т73	396110 цолинитель ГОСТ 13214-67; 392104 сверла ступенчатые Т5К10 ГОСТ 18868-73; 393311 втулка ШЩ-1-150-0,1 ГОСТ 166-80.																
74																	
А75	24Т10	151	XX	065	XXXX	Растачивая					ИОТ И37.101.7026-02					12	103
Б76	Автоматическая линия				2	7223		1р	3	1	1	473	1				
О77	Растачивание пав. 119 и 120 в размер $\phi 62,5$ мм																
Т78	396131 барштанга ГОСТ 12195-66; 391826 пластина ГОСТ 9140-78; 391826 державка ГОСТ 9140-78.																
Т79	393311 державка ШЩ-1-150-0,1 ГОСТ 166-80; 393181 калибр пробка ГОСТ 24114-80																
80																	
А81	24Т10	151	XX	070	453	Резьбанарезная					ИОТ И37.101.7111-04					15	11
Б82	Автоматическая линия				2	7223		1р	3	1	1	473	1				
О83	В поверхностях 119 и 120 нарезать резьбу в размер М64х15.																
Т84	396181 гребенка; 392462 головка ГОСТ 11902-77; 394523 штангенцирмер ШЗ-18 ГОСТ 1643-72;																
Т85	394590 Индикатор 2"МИГ ГОСТ 9696-75.																
86																	
А87	24Т10	151	XX	075	4130	Резьбанарезная					ИОТ И37.101.7019,1-00						
Б88	Автоматическая линия				2	7223		1р	3	1	1	473	1	7	0,7		
МК																	

Приложение Б
Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат Зона	Паз	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание	
<i>Перв. примен</i>						
<i>Документация</i>						
<i>Детали</i>						
<i>Сварб. №</i>						
	1		Корпус	1		
	2		Направляющая	1		
	3		Диск скольжения	1		
	4		Кронштейн левый	1		
	5		Палец специальный	1		
	6		Втулка установочная	1		
	7		Втулка направляющая	1		
<i>Подп. и дата</i>						
	8		Палец	1		
	9		Кронштейн крепления щупа	1		
	10		Корпус щупа	1		
	11		Кожух	1		
<i>№№ № дробл</i>						
	12		Кронштейн крепления индикатора	1		
	13		Кронштейн правый	1		
<i>Взам. инв. №</i>						
<i>Стандартные изделия</i>						
<i>Подп. и дата</i>						
	4		Винт М6Х12 ГОСТ	3		
	15		Стойка индикаторная	1		
<i>№№ № педл</i>						
	Иж	Лист	№ док.м	Подп.	Дата	
	Разраб	Марков				
	Проф	Лебашкин				
	Н.контр.	Лебашкин				
	Чтв	Лебашкин				
Приспособление станочное				Лит Д	Лист 1	Листов 2
				ТГУ		
<i>Копировал</i>				<i>Формат А4</i>		

