

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления корпуса рулевого механизма Niva Travel

Обучающийся

А.И. Щукин

(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. Сярова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка корпуса рулевого механизма Niva Travel, направленного на изготовление деталей согласно конструкторским и технологическим требованиям.

В разделах работы, по результатам инженерных расчетов выполнено проектирование технологического процесса и оснащения для его реализации. Для этого в первом разделе работы выполнен анализ служебного назначения и условия эксплуатации детали, характеристики ее производства. Определены задачи работы, решаемые в следующих этапах. Это проектирование технологии изготовления детали. Выполнено проектирование заготовки и плана изготовления детали. Выполнен выбор станочного оборудования и оснащения. Для спроектированных операций выполнен анализ показателей относительно типовой технологии изготовления детали. Определены недостатки, снижающие эффективность спроектированного варианта технологического процесса изготовления. В качестве решения было спроектировано технологическое оснащение и инструмент для растачивания отверстий.

Одним из завершающий этапов работы является оценка спроектированного процесса изготовления детали по вопросам безопасности и экологичности ее выполнения. Совокупно реализованным этапам в работе, выполнен анализ технико-экономических показателей предлагаемого варианта процесса изготовления, на основании чего в работе приведен качественный и количественный результат, который позволил сделать положительное заключение об эффективности мероприятий, выполненных в работе при проектировании.

Работа включает 57 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.....	6
1.3 Анализ типа производства	9
1.4 Задачи работы.....	10
2 Разработка технологии изготовления	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	11
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	17
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	19
2.4 Проектирование операций технологического процесса	21
3 Разработка специальной технологической оснастки	25
3.1 Разработка станочного приспособления.....	25
3.2 Разработка режущего инструмента	29
4 Безопасность и экологичность технического объекта	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	41
5 Экономическая эффективность работы	43
Заключение	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	52

Введение

В задачи современного машиностроения входит решение вопросов обеспечения производства малых партий опытных изделий, номенклатура которых может занимать до половины годовой программы производства и затрат на подготовку предприятия к выпуску изделий. Это связано с необходимостью освоения новых технологий, например, при быстрой смене модельного ряда автомобилей, выпускаемых основным производством, и как следствие – развитие завода в направлении определенных потребителем тенденций. Важным этапом проектирования можно считать достижение параметров изделия, которые необходимо выполнить с учетом возможностей оборудования, возможностей станочного оборудования и оснащения.

Для повышения технического уровня и конкурентоспособности автомобиля, снижения себестоимости его изготовления необходимо совершенствование технологических процессов обработки деталей. Применять современные производственные технологии и станочное оснащение. В равной степени это относится к деталям рулевого механизма автомобиля NIVA Travel. Изменена форма многих деталей, увеличено число обрабатываемых поверхностей, повышены требования к их точности и шероховатости. Заготовка корпуса рулевого механизма, получаемая литьем в землю, имеет большое количество дефектов, чистовая обработка внутренних поверхностей картера рулевого механизма содержит несколько переходов растачивания. Это ведет к перерасходу материала и повышению себестоимости обработки.

Таким образом, целью данной выпускной квалификационной работы является необходимость проектирования технологического процесса изготовления корпуса рулевого механизма автомобиля NIVA Travel, позволяющего изготовить программу деталей, согласно всем техническим требованиям и конструктивным характеристикам.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Основным назначением рулевого механизма в автомобиле является размещение и обеспечение взаимного расположения деталей рулевого механизма во внутренней полости, для переноса вращательного момента от рулевого колеса к сошке рулевого механизма, посредством чего обеспечивается поворот управляемых колес автомобиля на заданный угол. «Для обеспечения равно нагруженного режима работы рулевого механизма в картер заливается необходимый объем машинного масла (из расчета 0,19 л./кг.)» [4].

Крепясь с помощью болтов к раме автомобиля, корпус обеспечивает защиту внутренних деталей рулевого механизма от внешней среды, и выполнен в этой связи из легкого и прочного материала устойчивого к воздействию влаги.

«Работая в условиях постоянного воздействия внешней среды корпус, испытывает изгибающие нагрузки, толчки, удары, передаваемые ему от элементов подвески автомобиля. Эти условия работы корпус определяют требования к его изготовлению – прочность, износостойкость поверхностей, их точность, шероховатость и взаимное расположение» [4].

Анализ показал, что по своему «функциональному назначению деталь является корпусной» [2]. Рулевой механизм крепится непосредственно к раме автомобиля. Крутящий момент от рулевого колеса через вал передается червяку, установленному на опорах качения (подшипниках) в корпусе. Условия эксплуатации детали неагрессивные. Приняв, тот факт, что конструктивно не заложено применение особых и прочных материалов, делам заключение об отсутствии необходимости применения специальных методов механической и физико-технической обработки.

1.2 Анализ технологических показателей детали

В рамках оценки технологичности детали на первом этапе выполним оценку технологичности детали. Материал можно считать технологичным, для изготовления детали можно применить разные методы получения заготовки, он обеспечивает хорошую обрабатываемость при механической обработке. Также необходимо понимать, что для формирования заданных параметров детали в зависимости от химического состава материала, необходимо иметь представление о его механических свойствах [5].

Корпус рулевого механизма «изготавливают из цветного сплава марки АК9Т ГОСТ 4784-65, относящийся к деформируемым сплавам. Сплав содержит 1,9 – 2,5% Cu, 1,4 – 1,8 % Mg, 0,4 – 0,8% Mn, 0,8 – 1,3% Ni, 0,8 – 1,3% Fe, 0,5 – 1,3% Si, остальное – Al. Никель вводят для увеличения прочности и улучшения обрабатываемости сплава. Твердость сплава 60 НВ. Механические свойства – коэффициент обрабатываемости $K_o=0,7$. Предел вязкости $\sigma_B = 34 - 38 \text{ кг/мм}^2 = 340 - 380 \text{ МПа}$. Относительное отклонение $\delta = 4 - 8 \%$. Сплав подвергают термообработке Т6 – закалка, включающей в себя нагрев в течение 1,5 ч. до 515 C° , выдержку 2 ч., охлаждение 5 мин. в воде, далее неполное искусственное старение – нагрев 1,5 ч. до 90 C° и выдержка 2 часа, затем охлаждение на воздухе. Твердость материала после термообработки составляет 90 НВ» [25].

Наиболее приемлемы в данном случае для получения заготовки методы литья в землю, в металлические или оболочковые формы, а также литье под давлением, метод литья в землю не рекомендуется.

«Точность размеров, формы и расположения поверхностей конструкторских баз 8 – 9 квалитет, шероховатость обрабатываемых поверхностей Ra 1,6 – 12,5 мкм» [2]. Выдержать «необходимые параметры корпуса, шероховатость при точности их исполнения без механической обработки не получится» [2].

«Для обработки поверхностей не требуются высокоточные финишные операции. Для того, чтобы выявить данные поверхности необходимо классифицировать поверхности детали по характеру ответственных поверхностей» [15].

На рисунке 1 приведен эскиз рассматриваемого корпуса. Поскольку функцией картера рулевого механизма является размещение и обеспечение взаимного расположения деталей рулевого механизма, то исполнительными поверхностями (И) , т.е. поверхностями выполняющими эту функцию, будут соответственно поверхности 21, 36, 45.

В качестве конструкторских базисов (О – основные), влияющими на положение картера , являются поверхности 66, 26, 59, 65, 62, 61, 64, 63, 60,30, 67. Базисы (В – вспомогательные конструкторские), определяющими положение присоединяемых деталей, являются поверхности 21, 35, 42, 1, 6, 44, 20, 49. Свободные (С) – оставшиеся поверхности. Их обработка не требует использования дорогостоящих средств, точность может быть достижима стандартным станочным оборудованием и оснащением, их влияние на общую технологичность конструкции детали не существенно.

«Токарная обработка (расточивание) поверхностей 46, 21, 20, 37, 36, 45, 44, 38, 6, 42 выполняется за несколько переходов (даже после фрезерования), что объясняется назначением больших припусков и напусков на рабочие поверхности детали и отклонений пространственного положения поверхностей» [4].

С учетом выполненных мероприятий технологичность детали является удовлетворительной. «Изготовление данного корпуса можно выполнить на базе типового технологического процесса с применением стандартного оборудования и средств технологического оснащения» [15].

Основное влияние на результат механической обработки детали, оказывает «метод получения заготовки (это способ литья в песчаные или земляные формы), наличие дефектов на обрабатываемых поверхностях» [4].

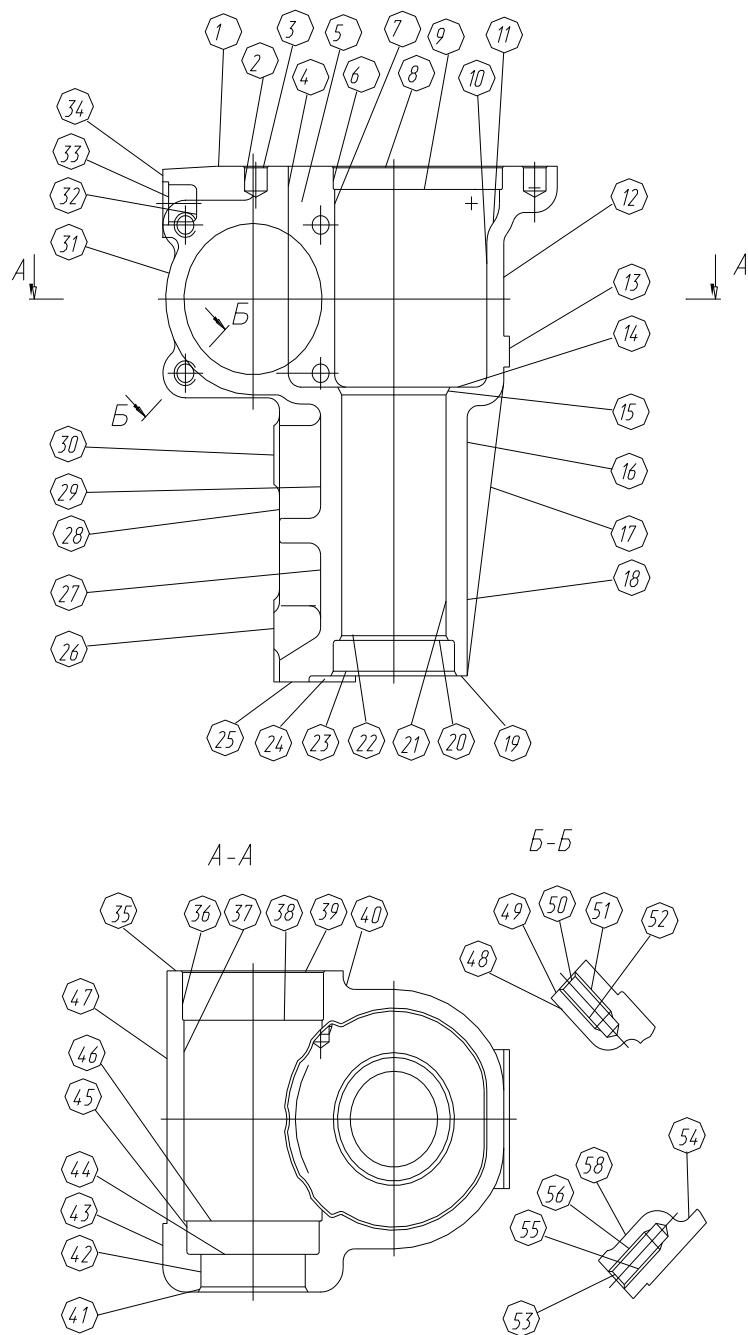


Рисунок 1 – Эскиз корпуса

Однако применение типового инструмента и его оснащения обеспечивает низкую производительность механической обработки на лимитирующих операциях, вследствие нарушения алгоритма обработки поверхностей, применения тонкостенной конструкции заготовки и как следствие, применение преимущественного жёсткого осевого «режущего

инструмента в сочетании с высокими режимами обработки, ведет к увеличению себестоимости изготовления детали и затрат на основное и штучное время» [2].

1.3 Анализ типа производства

«Анализ типа производства на основе имеющихся данных, и наиболее подходящей, в данном случае, технологической последовательности операций, определим исходя из расчета массы детали и заданной годовой программы выпуска» [14]. «В данном случае при массе 1,6 кг и программе выпуска 10000 штук тип производства среднесерийный» [1].

«Для проектировании технологического процесса используем последовательную стратегию разработки. Обработка детали производится повторяющимися партиями.

При проектировании заготовки методы обработки поверхностей выбираются с использованием коэффициентов удельных затрат. Припуски на обработку назначаются либо на основе статистических данных, либо, для точных поверхностей, рассчитываются по переходам.

Технология изготовления проектируется на основе типовой в маршрутном и маршрутно-операционном виде. При этом маршрут обработки формируется на основе экстенсивной или интенсивной концентрации операций, что определяется характеристиками имеющегося на предприятии оборудования и его технологическими возможностями. Базирование заготовок должно производиться с учетом соблюдения принципов постоянства и единства баз. Режимы резания на операции техпроцесса определяются на основе эмпирических формул и справочных данных. При нормировании операций предпочтение отдается опытно-статистическому методу, но для особо сложных и ответственных операций допускается применять детальное нормирование. Для достижения точности обработки применяется метод работы на настроенном оборудовании.

Применяемое оборудование должно быть универсальным или оснащено числовым программным управлением. Средства технологического оснащения, такие как станочные приспособления, режущие инструменты и контрольно-измерительные приспособления применяются универсальные, стандартные, при обоснованной необходимости специальные.

Производственный участок формируется по групповому принципу расстановки оборудования. Основные производственные рабочие участка должны иметь высокую квалификацию, позволяющую им работать на универсальном оборудовании и производить настройку станков с числовым программным управлением» [1].

1.4 Задачи работы

В первом разделе работы выполнен анализ технологичности детали, определен тип производства и основные недостатки базового варианта технологии изготовления. Поэтому в качестве задач работы, определяем укрупненно следующие.

Спроектировать технологию изготовления детали на базе анализа типового «технологического процесса» [4].

«Необходимо разработать технические мероприятия, направленные на совершенствование базовой технологии изготовления детали» [1].

Наконец, выполнить оценку «технологии изготовления детали на предмет безопасности и экологичности ее применения. Выполнить комплексную оценку экономических показателей спроектированной технологии и сделать заключение о её эффективности» [12].

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

«Выбор метода получения заготовки выполняем расчетным методом» [4]. Для этого по результатам сравним себестоимости их получения по методике [4]. Возможные варианты «способов получения заготовок для детали» [5] приведены в анализе, выполненном в пункте 1 данной работы а именно, базовый вариант литье в земляные формы, и проектных вариант литья в металлические формы. Рассмотрев заготовительные методы с применением данных [8] определяем, что метод литье в землю технологически неоправданно, вследствие высокой погрешности форм и низкого качества поверхности. Метод литья в металлические формы является одним из технологичных с учетом свойств материала и серийности производства, поэтому его принимаем к сравнению.

«Назначаем по ГОСТ 26645-85 и ГОСТ 8908-88 литейные уклоны 2 градуса и направление их в сторону увеличения размеров и литейные радиусы в пределах 3 мм, в зависимости от значений номинальных размеров. После определения размеров отливки необходимо определить стоимость заготовки по формуле:

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

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;

$k_{\text{П}}$ – 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:

$$\langle Q = q \cdot K_p, \quad (2)$$

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

Масса детали задана в чертеже графической части. «Это позволит рассчитать массу заготовок сравниваемых методов получения» [4].

Масса заготовки получаемой литьем в землю равна.

$$Q = 1,5 \cdot 1,2 = 1,8 \text{ кг.}$$

Масса заготовки получаемой литьем в металлические формы равна.

$$Q = 1,35 \cdot 1,2 = 1,63 \text{ кг.}$$

Стоимость заготовки получаемой литьем в землю составит.

$$S_{\text{заг}} = 0,934 \cdot 1,85 + 0,301 \cdot (1,85 - 1,5) - 0,146 \cdot (1,85 - 1,5) = 1,788 = 1,788 \text{ р.}$$

Стоимость заготовки получаемой литьем в металлические формы.

$$S_{\text{заг}} = 0,961 \cdot 1,85 + 0,301 \cdot (1,61 - 1,5) - 0,146 \cdot (1,61 - 1,5) = 1,583 \text{ р.}$$

Применение метода штамповки для получения заготовки будет в данном случае более приемлемым результатом.

Проектирование заготовки выполняем согласно [7]. На первом этапе спроектируем «маршруты обработки каждой поверхности. После этого определяют величины припуски поверхностей на механическую обработку. Затем определяют характеристики проектируемой заготовки, технологические

напуски и допуски на размеры» [7].

«Проектирование маршрутов обработки поверхностей произведем по методике» [11]. «Маршрут обработки зависит от требуемой точности обработки, шероховатости обрабатываемой поверхности, материала детали и требуемой твердости» [11]. Полученные результаты сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Маршруты обработки поверхностей

№ опер.	Наименование и модель оборудования	Наименование операции, позиции	Номер обрабатываемой поверхности
000	«формы металлические» [11]	«заготовительная» [11]	
010	«центр обрабатывающий, приспособление УСП, головки фрезерные, сверлильные» [11]	«агрегатная, позиция 1 позиция 2» [11]	26, 30,32, 33, 34, 59, 60, 62, 63, 65, 66
020	«центр обрабатывающий, приспособление УСП, головки фрезерные, сверлильные, расточные» [11]	«агрегатная, позиция 1 позиция 2 позиция 3» [11]	35, 36,37,38, 39, 41, 42, 44, 46, 51, 52, 61, 64,67
030	«центр обрабатывающий, приспособление УСП, головки фрезерные, расточные» [11]	«агрегатная, позиция 1 позиция 2 позиция 3» [11]	«1, 6, 7, 8, 9,10,14,15,19, 20, 21, 22, 23» [11]
040	«центр обрабатывающий, приспособление УСП, головки фрезерные, сверлильные, расточные» [11]	«агрегатная, позиция 1 позиция 2 позиция 3» [11]	1, 6, 8, 9, 20, 21, 35, 36, 38, 42, 44, 55, 56
050	«стол контрольный» [11]	«контрольная» [11]	
060	«машина универсально-моечная» [11]	«моечная» [11]	

Для расчета припусков на поверхности детали необходимо определить заданные требования по точности поверхности. «Для ответственных (самых точных) поверхностей применяем расчетно-аналитический способ» [21].

«Определение минимального припуска для каждого перехода 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:

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

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

«Минимальный диаметр определяется по формуле:

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

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

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

«Максимальный диаметр определяется по формуле:

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

«Средний диаметр определяется по формуле:

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

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

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

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

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

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

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

Результаты расчета сводим в таблицу 4, где «указываем значения каждого из указанных элементов припуска» [4].

Таблица 4 - Расчет припуска на поверхность

«Переход» [4]	«Элементы припуска» [4]					«Размер, мм» [4]	«Допуск мм» [4]	«Предельный размер, мм» [4]		«Предельные размеры припусков, мкм» [4]	
	Rz	T	ρ	ε	$2Z_{min}^p$			dmin	dmax	2Zmin	2Zmax
заготовительный	40	90	78			35,785	0,250	35,535	35,785		
черновой	12,8		2,7	180	277	36,977	0,100	36,877	36,977	1192	1342
получистовой	10			9	210	37,021	0,062	36,959	37,021	44	82
чистой	6,4				41	37,041	0,041	37,000	37,041	20	41
Итого										1256	1465

Так как для обеспечения механической обработки остальных (и менее точных) поверхностей также необходимо определить «припуски на обработку, в данной работе будут использованы таблицы статистических данных и, используя их, рассчитываем остальные размеры заготовки» [19].

Технологические параметры заготовки определяем с использованием данных [7]. Учитываем расположение поверхностей используемых на первом переходе для обработки основных технологических баз. «Смещение по поверхности разъёма штампов 0,2 мм, изогнутость и отклонения от плоскостности и прямолинейности 0,4 мм, минимальная величина радиусов скруглений 2,5 мм, величина остаточного облоя 0,7 мм, отклонения от соосности 0,01 мм» [7].

Результаты для соответствующих размеров приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Определение размеров заготовки

«Размер детали, мм» [19]	«Допуск, мм» [19]	«Припуск, мм» [19]	«Размер отливки, мм» [19]
1	2	3	4
167	±0.56	1.3	168.3
74	±0.40	1.2	44.2
43	±0.44	1.3	75.3
13	±0.28	1.0	14
7,5	±0.24	1.0	8.5
11,5	±0.28	1.0	12.5
71.5	±0.44	1.3	72.8
40.2	±0.36	1.2	41.2
25	±0.32	1.2	26.2
42.6	±0.40	1.2	43.2
∅75	±0.44	1.3x2	72.4
∅77.08	±0.44	1.3x2	74.48
∅37	±0.36	1.2x2	34.6
∅30	±0.36	1.2x2	27.6
∅43	±0.40	1.3x2	40.3
∅50	±0.40	1.3x2	47.4
∅49	±0.40	1.3x2	46.4
∅47	±0.36	1.2x2	44.6
∅37	±0.36	1.2x2	34.6
91.8	±0.44	1.3	93.1
43.8	±0.40	1.2	45
56	±0.40	1.2	57.2
32	±0.32	1.2	33.4

Остальные технологические параметры и требования к заготовке представлены на чертеже в графической части работы.

2.2 Разработка плана изготовления детали

«План изготовления проектируем на основе анализа типовых маршрутов изготовления, согласно данным выполненного анализа детали» [13], [14]. Необходимо читать протяженность и параметры точности обрабатываемых поверхностей, их шероховатость, твердость.

Результат применения маршрута изготовления показан в таблице 6.

Таблица 6 – Маршрут изготовления

№ поверхности	Шероховатость, Ra,мкм	Последовательность операций
1	4	5
1	1,6	3,4
6	2,5	3,4
7	12,5	3
8	12,5	3,4
9	12,5	3,4
10	12,5	3
14	12,5	3
15	12,5	3
19	3,2	3
20	12,5	3,4
21	1,6	3,4
22	12,5	3
23	12,5	3
26	3,2	1
30	3,2	1
32	1,6	1
33	3,2	1
34	2,5	1
35	1,6	2,4
36	2,5	2,4
37	12,5	2
38	12,5	2,4
39	12,5	2
41	12,5	2
42	2,5	2,4
44	2,5	2,4
46	12,5	2
51	10	2
52	6H	2
55	6H	4

Продолжение таблицы 6

56	10	4
59	12,5	1
60	1,6	1
61	3,2	2
62	12,5	1
63	1,6	1
64	3,2	2
65	1,6	1
66	12,5	1
67	3,2	2

Для достижение заданных параметров применяем способ последовательных ходов, руководствуясь экономической целесообразностью и принимая технические ограничения методов обработки.

Содержание операций определяем, группируя переходы с одинаковыми параметрами точности и шероховатости - в одну операцию. Условно, содержание операции отражает эскиз ее выполнения. Указываем поверхности и выполняемые на операции размеры, а также оборудование и шероховатость. Технические требования определяем согласно методике и данным источника [18].

«При изготовлении детали особое внимание следует уделить обработке базовых поверхностей» [18], как вспомогательные конструкторские базы 1, 20, 35, 42, 44, 49, исполнительные поверхности 45, 21, 36, основные конструкторские базы 26, 30, 60, 61, 63, 64, 65, 67.

Плана изготовления выведен в графической части работы. Маршрутная технология изготовления приведена в карте (приложение А, таблица А.1).

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

«При выборе оборудования будем учитывать, что производительность, точность, габариты, станка должны быть достаточными для выполнения

требований по производительности, точности, шероховатости и обеспечения точности обработки на операции, с целью повышения производительности и точности обработки за счет сокращения числа операций (переустановок заготовки) и номенклатуры оборудования. Должно применяться оборудование экологически безопасное и эргономичное в использовании. Заявленное в базовой технологии оборудование отвечает в должной степени этим требованиям» [10], [22].

Информация по необходимому оборудованию и технологической оснастке приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

№, наименование операции	СТО			
	Оборудование	Оснастка		
		Оснащение	Режущий инструмент	Средства контроля
000. заготовительная	литьевая установка	металлические формы		шаблон
010. агрегатная	фрезерно-расточной FC400P"Комп уст"	приспособлен ие специальное	«фреза Р6М5, сверло Р6М5, зенкер-развертка Р6М5, резец расточной Т15К6» [10]	«штангенциркуль ШЦ-1 0-125-0.05, нутрометр микрометрический "Tesa"10-12» [10]
020. агрегатная	«центр фрезерный с ЧПУ ИС500ПМ1Ф4 » [10]	«приспособле ние специальное» [10]	«фреза Р6М5, сверло Р6М5, метчик Р6М5, зенкер-развертка Р6М5, резец расточной ВК6, оправка расточная, цанга» [10]	«штангенциркуль ШЦ-1 0-125-0.05, нутрометр микрометрический "Tesa"10-12, пробка резьбовая» [10]
030. агрегатная	«центр фрезерный с ЧПУ ИС500ПМ1Ф4 » [10]	«приспособле ние специальное» [10]	«фреза Р6М5, сверло Р6М5, резец расточной ВК6, цанга» [10]	«штангенциркуль ШЦ-1 0-125-0.05, нутрометр микрометрический "Tesa"10-12» [10]
040. агрегатная	«центр фрезерный с ЧПУ ИС500ПМ1Ф4 » [10]	«приспособле ние специальное» [10]	«фреза Р6М5, сверло Р6М5, метчик Р6М5, зенкер-развертка Р6М5, резец ВК6, оправка расточная, цанга» [10]	«штангенциркуль ШЦ-1 0-125-0.05, нутрометр микрометрический "Tesa"10-12, пробка резьбовая» [10]

«Приспособление должно обеспечивать материализацию предложенной схемы базирования, соответствующую точность базирования и надежность закрепления заготовки при обработке на каждой операции, посредством установочных элементов» [3].

«При выборе средств контроля необходимо помнить, что точность измерительного инструмента принимается выше на порядок к точности размера подлежащего контролю» [3], [22].

Также данные таблицы 7 сформированы в карте маршрутной и пооперационной технологии (приложение А, таблица А.1). Эти данные используются в последующих этапах, при проектировании станочного и инструментального оснащения.

2.4 Проектирование операций технологического процесса

«На данном этапе проектирования технологии изготовления детали выполняем проектирование операций технологического процесса. Заготовка детали – отливка (сплав АК9Т), получаемая по методу литья в металлические формы массой 1,25 кг, твердостью после термообработки HB90. В термообработку входит закалка, отпуск и старение. Обрабатываемые поверхности являются исполнительными. Точность поверхностей перед обработкой по 12 качеству и шероховатость $Rz = 40$ мкм. Заготовка проходит лезвийную обработку на всех операциях, поверхности необходимо обработать с необходимой точностью размеров и взаимного расположения согласно требованиям чертежа» [3], [25].

«Режущий инструмент, используемый на операциях лезвийной обработки, имеет геометрию согласно рекомендациям» [4]. «Материал инструмента ВК6 ГОСТ 2142-85, применяется для резцов, вставок оправки расточной ГОСТ 6300-84, державка переходная ГОСТ 5309-82, также применяется фреза угловая Т15К6, $\varnothing 35 \times 60$ ГОСТ 2280-85, в качестве

инструментальной оснастки применяется патрон цанговый (цанга номер 12) по ГОСТ 25827-83» [22].

С учетом содержания операций производим расчет согласно [16], определяется глубина припуска на обработку. «Затем 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 материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от характеристик материала;

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

«Далее по полученной расчетной скорости резания, определяется частота вращения шпинделя по формуле» [16]:

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

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

«Полученное значение частоты вращения корректирует скорость резания, которую и принимаем за фактическую» [16].

«Определяем операционное время, согласно методике расчетно-аналитического метода» [20]. «Рассчитывается длина рабочего хода инструмента на всю операцию по формуле:

$$L_{p.x.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (17)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [20].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (18)$$

где S – подача, мм/об» [20].

«Режимы резания и нормирование технологических операций выполняются для каждой операции механической обработки технологического процесса с учетом их структуры, технических возможностей и конструктивных особенностей применяемого оборудования, технологической оснастки и режущего инструмента» [20]. Полученные результаты приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Режимы резания и нормирование технологических операций

№, наименование операции.	Позиция	«Переход, (поверхность)» [16]	Параметр				
			«Глубина резания, мм» [16]	«Подача, мм/об» [16]	«Скорость, м/мин» [16]	«Частота об/мин» [16]	«Основное время, мин» [16]
010.агрегатная.	1	фрезерование (30,26,34)	1,2	0,034	268	6500	0,018
		сверление (66,65, 63,62.60,59)		0,24	132	300	0,72
		зенкерование (66,65, 63,62,60,59)	0,8	1,4	38	150	0,41
020.агрегатная.	1	фрезерование (57,64, 61)	1,2	0,11	293,5	4000	0,03
		фрезерование (35)	1,2	0,13	1098,4	5000	0,023
	2	сверление (55,53,56)		0,12	125	50	2
		нарезание резьбы (56)	0,5	0,7	125	50	2
		расточивание (36,38,39,46,47)	1,3	0,25	845,64	5500	0,068

Продолжение таблицы 8

	3	фрезерование (30,26,34)	1,0	0,11	389	2500	0,023
		расточивание (41,42)	1,2	0,07	845,64	7000	0,03
040.агрегатная.	1	фрезерование (1)	0,3	0,07	1360,8	4500	0,02
		расточивание (6)	0,3	0,19	913,68	4000	0,011
	2	расточивание (36,35,38,37,46,45)	0,3	0,13	1088,64	7000	0,11
		расточивание (42)	0,3	0,13	1088,64	8000	0,02
	3	расточивание (20,23,19,21)	0,2	0,07	881	8500	0,15
		расточивание Рч(21)	0,1	0,05	881	8500	0,17
		сверление (50,49,52)		0,12	125	50	2
		нарезание резьбы (51)	0,5	0,7	125	50	2

В ходе работы над разделом «произведен выбор и проектирование заготовки, разработан план изготовления детали, произведен выбор оборудования и технологической оснастки, спроектированы операции технологического процесса» [1], результаты сведены в (Приложение А, таблица А.1).

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка станочного приспособления

Станочное приспособление проектируем для операции 020 операции. Одним из недостатков базового варианта исполнения приспособления для данной операции это ненадежный способ закрепления заготовки, при котором возникают недопустимые деформации тонкостенной заготовки детали. Для устранения данного недостатка, необходимо спроектировать конструкцию приспособления с механизированным пневматическим либо гидравлическим приводом (рисунок 2). Выбор привода и усилие его зажима определяем согласно данным [9], [26].

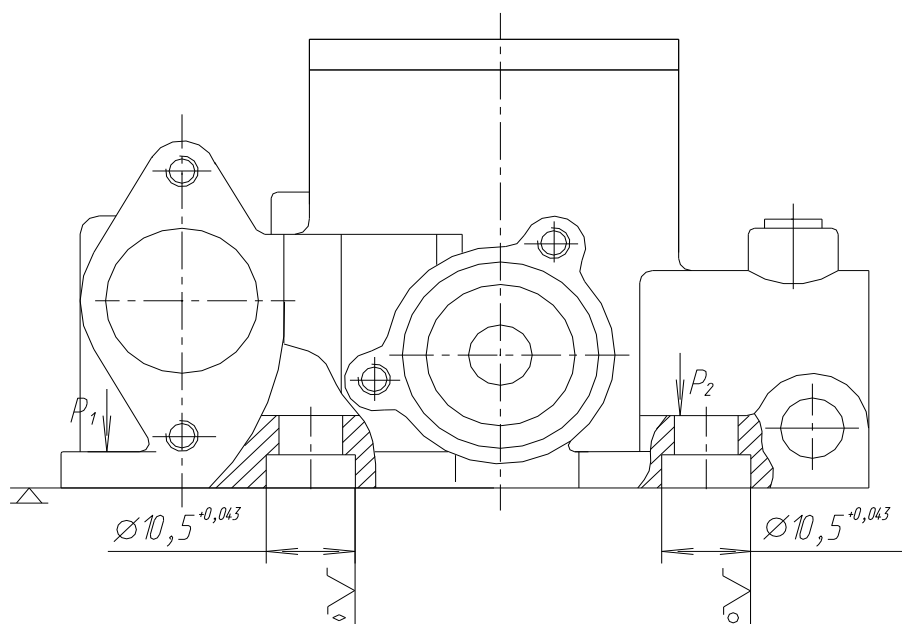


Рисунок 2 – Эскиз операции

Согласно [9] исходя из эскиза операции, проектируем консольную схему закрепления. При этом проверяем выполнение условия равновесия по длине детали. По чертежу детали определяем значение меньше 2,5, поэтому, расчетная схема определена правильно.

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

Равновесие детали осуществляется при следующем условии:

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

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. По режимам резания максимальная сила равна $P_0 = 696,6$ Н; момент: $M_{кр} = 48,6$ Нм.

Тогда значение силы будет равно:

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

Далее рассчитываем усилие зажима:

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

Принимаем расчётное усилие зажима равным $Q = 3110$ 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.

«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:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2} + \varepsilon_{н.з.} \quad (25)$$

где ε_0 – погрешность базирования приспособления, мм;

ε_3 – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

$\varepsilon_{н.з.}$ – погрешность закрепления и положения заготовки, мм» [9].

В общем виде, величину погрешности базирования приспособления можно определить, используя расчетную схему, приведенную на рисунке 4. На пространственное расположение детали оказывает влияние допуск базового отверстия, минимальный зазор в сопряжении посадки установочного пальца и втулки и допуск установочного элемента приспособления:

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

TD – допуск базового отверстия, мм;

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

Td – допуск установочного элемента, мм.

При расчете будем учитывать, что применение спроектированного приспособления обеспечивает выполнение принципа единства баз при механической обработке, а следовательно погрешность закрепления и положения заготовки в приспособлении равна $\varepsilon_3 = \varepsilon_{н.з.} = 0$.

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

Таким образом, величина погрешности установки спроектированного приспособления составит:

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

«Погрешность данного приспособления меньше минимального припуска на чистовую обработку, равного 0,096 мм» [23]. Делаем вывод о выполнении условия по точности обработки детали с применением приспособления.

Приспособление имеет следующую конструкцию - корпус 7, на котором смонтирована зажимная система. Зажим заготовки осуществляется прихватами 15 и 16, которые связаны с траверсой 19 нежесткой связью. Прихваты способны вращаться вокруг своей оси. При движении траверсы штифт 22, жестко закрепленный в нижней части тяги 20 прихватом перемещается в пазе траверсы, сообщая тем самым вращательное движение тяге и прихватам.

Поступательное движение траверсы обеспечивается за счет пары вал – палец 1 – 10. На валу имеется спиральная прорезь, переходящая в канавку. По

этой канавке (пазу) перемещается головка пальца, а ножка пальца жестко закреплена в траверсе.

При вращении вала палец сначала перемещается по спиральной канавке, сообщая движение траверсы. В этот момент другая часть вала, имеющая эксцентриситет 2 мм, воздействует на траверсу так, что траверса опускается вниз. Вместе с траверсой вниз опускается и прихват, обеспечивая зажим заготовки. Угол поворота рычага 18 составляет 180° .

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

3.2 Разработка режущего инструмента

«Расчет режущего инструмента будем производить на сверление ступенчатого отверстия $\varnothing 12^{+0,036}$ мм, $\varnothing 18^{+0,052}$ мм» [17].

Обработка осуществляется ступенчатым сверлом. Выбор инструмента этого типа позволит обеспечить заданную соосность отверстий и высокую производительность обработки (рисунок 3).

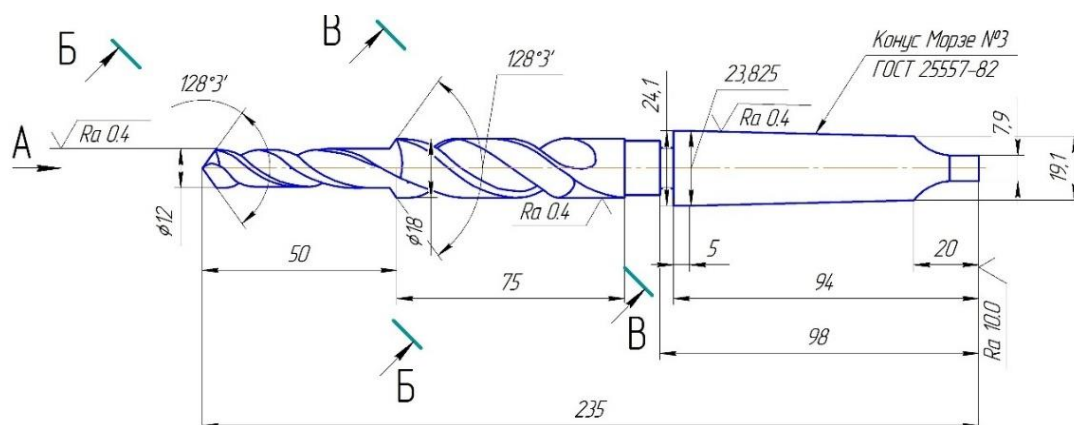


Рисунок 3 – Геометрия проектируемого ступенчатого сверла

В качестве исходных данных в данном разделе проектирования режущего инструмента являются режимы резания для обработки ступенчатого отверстия. Совмещенная таблица режимов резания, приведенная для одновременной обработки двух отверстий разного диаметра одним сверлом приведена в таблице 9.

Таблица 9 - Режимы резания при обработке ступенчатого отверстия

«Обрабатываемый диаметр, мм» [17]	$\varnothing 12^{+0,036}$	$\varnothing 18^{+0,052}$
«точность обработки (квалитет)» [17]	9	9
«глубина резания, мм» [17]	0,5	0,58
«длина резания, мм» [17]	3	19,5
«подача, мм/об» [17]	0,147	0,147
«скорость резания, м/мин» [17]	18,8	48,9
«частота вращения, мин ⁻¹ » [17]	800	800
«осевая сила, Н» [17]	34,1	39,6
«крутящий момент, Нм» [17]	1,17	3,47

Как видно из таблицы, при «одинаковых значениях подачи и частоты вращения (т.е. при одновременной обработке двух отверстий) наибольшая нагрузка (39,6 Н) и крутящий момент (3,47 Нм) возникают при обработке отверстия $\varnothing 18^{+0,052}$ мм. Именно по этому размеру целесообразно провести расчет и его результаты скорректировать для отверстия $\varnothing 12^{+0,036}$ мм» [17].

«Минимальный диаметр отверстия:

$$D_{min} = 18,450 \text{ мм.}$$

Максимальный диаметр отверстия:

$$D_{max} = 18,502 \text{ мм.}$$

Для получения обрабатываемого отверстия размеров $\varnothing 18,45^{+0,052}$ мм необходимо использовать инструмент с размером, равным минимальному диаметру отверстия плюс половина допуска на этот диаметр» [17]:

$$\ll D_{инстр} = D \frac{TD}{2 \min}, \quad (27)$$

где TD – допуск на обрабатываемый размер, мм» [17].

$$D_{инстр} = 19,450 + \frac{0,052}{2} = 19,476 \text{ мм};$$

$$D_{инстр} = 19,476 \text{ мм.}$$

«Обрабатываемое отверстие обрабатывается по 9 качеству, тогда допуск на исполнительный размер инструмента целесообразно принять по 7 качеству. Таким образом принимаем размер инструмента: $\varnothing 19,476_{-0,021}$ мм» [17].

«Согласно (27) для получения обрабатываемого отверстия размером $\varnothing 12^{+0,036}$ мм необходимо использовать инструмент с размерами:

$$D_{инстр} = 12,306 \text{ мм};$$

$$D_{инстр} = 12,518 \text{ мм} \gg [17]$$

При обработке «рекомендуется в качестве материала режущей части (при окончательной обработке) использовать быстрорежущую сталь Р6М5» [17]. Это «полностью исключает образование наклепа при обработке» [17] отверстий корпусных деталей.

«Режущую часть инструмента целесообразно выполнить в виде цельного корпуса» [17], с фасонной заточкой на корпус инструмента, что существенно снизит его себестоимость инструмента. «Хвостовик сверла – конический» [17].

«Расчетный диаметр для определения номера конуса Морзе вычисляется по формуле» [17]:

$$\ll d = \frac{6\mu_{ср} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0 (1 - 0,04\Delta\theta)}, \quad (28)$$

где $\mu_{ср}$ – момент сопротивления силам резания, Нм;

θ - угол, характеризующий конусность;

μ – коэффициент трения;

P_0 – осевая сила, Н;

$\Delta\theta$ - допуск на угол θ » [17].

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 39,6(1 - 0,04 \cdot 5)} \approx 17,9 \text{ мм.}$$

«Согласно ГОСТ 25557 – 82 принимаем конус Морзе №2» [12].

«Для обеспечения заданных параметров шероховатости ($R_a = 1,6$ мкм) и увеличения стойкости инструмента принимаем следующие значения углов в соответствии с рекомендациями» [17]:

Для участка режущей части ступенчатого сверла, применяемой для обработки отверстия $\varnothing 12$ мм:

$$\gamma = 90^\circ; \alpha = 8^\circ.$$

Для участка режущей части ступенчатого сверла, применяемой для обработки отверстия $\varnothing 18$ мм:

$$\gamma = 90^\circ; \alpha = 15^\circ.$$

«Во избежание заклинивания сверла в отверстии ее передняя поверхность выполняется выше центра на 0,5 мм. Для уменьшения трения направляющей о стенки отверстия срезана лыска под углом 30° » [24].

Сверло спиральное со сферической заточкой предназначено для обработки отверстий в заготовках.

Сверло спиральное со сферической заточкой (рисунок 10) «содержит главную режущую кромку 1, поперечную режущую кромку 2, состоящую из двух полукромки на каждом зубе 3 и 4 сверла. Главная кромка 1, образована пересечением передней поверхности 5 и частью задней сферической поверхности 6, примыкающей к ней. Задняя поверхность образована двумя, а возможно и более сферами» [17].

«В зависимости от условий применения сверла сферы располагаются в том или ином порядке. На рисунке 4 приведено сверло, задняя поверхность

которого образована двумя сферами, расположенными таким образом, что одно из них 8 прилегает к главной режущей кромке и формирует на ней задние углы и углы при вершине, а вторая 9 затылует зуб 4 и формирует поперечную кромку 2 при пересечении аналогичной сферой 8 другого зуба 3.

Обе сферы 8 и 9 образуют заднюю поверхность таким образом, что обе лежат вдоль главной режущей кромки 1, при этом одна сфера 8 образует заднюю поверхность 6, прилегающую к вершине сверла, а другая 9 - заднюю поверхность 7, расположенную на периферии сверла. В этом случае линия пересечения поверхностей 6 и 7 в первом приближении параллельна линии пересечения задней поверхности 7 и цилиндрической поверхности сверла» [17].

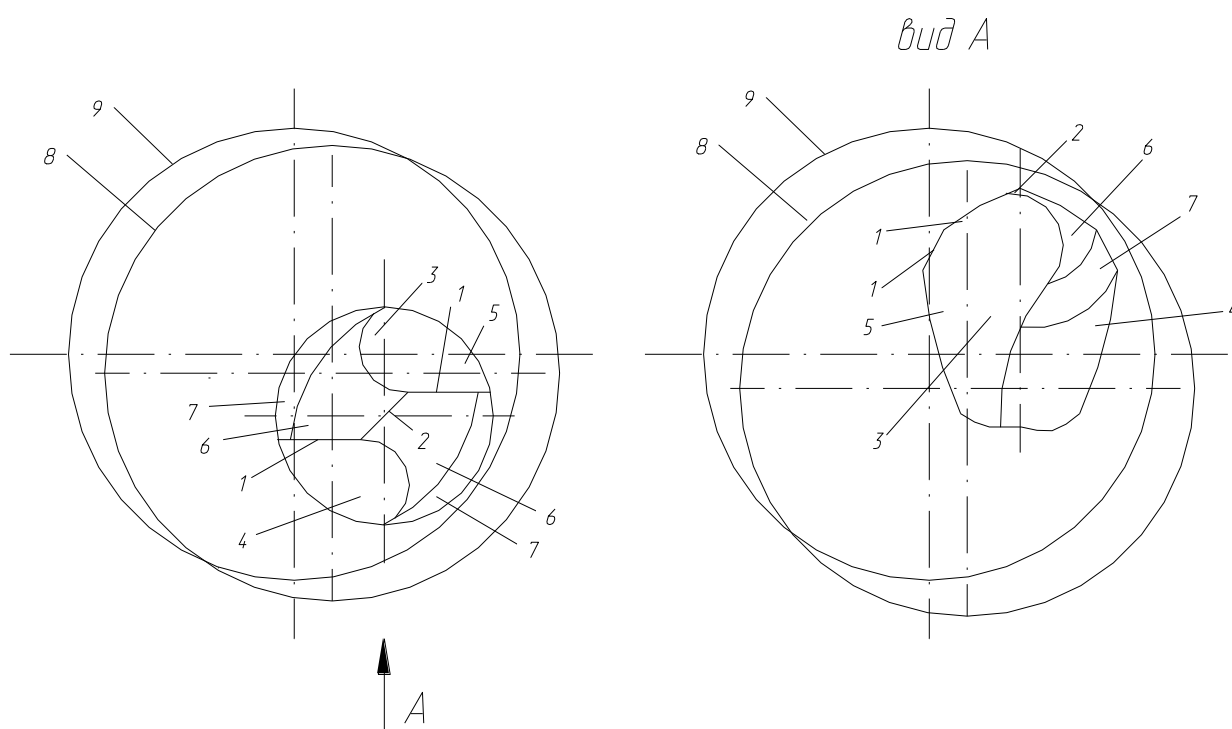


Рисунок – 4 Геометрия сверла получаемая при затыловании

«Сверло, задняя поверхность которого оформлена в виде двух или более сфер по сравнению со сверлом, задняя поверхность которого оформлена в виде одной сферы, имеет следующие преимущества» [17].

«Обеспечивается затылование каждого зуба инструмента. Обеспечивается оптимальное распределение углов на режущей части, возможно задание на каждой режущей кромке нескольких значений углов α и φ . Обеспечивается более острая поперечная кромка и угол $\varphi < 180^\circ$, т.е. менее напряжённые условия работы центра сверла. Обеспечивается большее разнообразие радиусов кривизны главной режущей кромки на периферии при заданной кривизне в центре сверла, за счёт чего удаётся получить отверстия, не имеющие заусенцев на выходе, и сверлить сложные материалы» [17].

«Преимущества данной конструкции сверла позволяют повысить стойкость сверла и качество обработки» [17]. Таким образом, можно сделать заключение о достижении целей данного раздела.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Раздел посвящен анализу безопасности и экологичности технологического процесса изготовления корпуса рулевого механизма Niva Travel. Целью раздела является выполнение анализа конструкторско-технологических характеристик технологический процесса, выполнить оценку опасных и вредных производственных факторов, негативно влияющих на факторы безопасности и экологичности производства, и предложить комплекс средств и мероприятий, направленных на сокращение антропогенного влияния на производственные условия.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Для выполнения конструкторско-технологической характеристики технологического процесса составим его «технологический паспорт» [6]. «Выполним анализ технологических операций, оборудования и материала заготовки и наименование должности работника, выполняющего технологический процесс и его операции» [14].

Таблица 10 содержит характеристики выбранных операций.

Таблица 10 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [6]с	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [6]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [6]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [6]	«Материалы вещества» [6]
«изготовление корпуса рулевого механизма Niva Travel» [6]	«фрезерная» [6]	«оператор станков с ЧПУ» [6]	фрезерный центр FC400Рфреза P6M5, сверло P6M5, зенкер-развертка P6M5, резец P6M5	алюминиевый сплав АК9Т

Продолжение таблицы 10

«Технологический процесс» [6]с	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [6]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [6]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [6]	«Материалы вещества» [6]
	агрегатная		«ИС500ПМ1Ф4, фреза Р6М5, сверло Р6М5, метчик Р6М5, зенкер-развертка Р6М5, резец расточной ВК6, оправка расточная, цанга» [12]	

Определив состав оборудования, технологического оснащения и содержания технологических операций выполним анализ составленного паспорта технологического объекта на предмет идентификации профессиональных рисков.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблицу 11 сведены данные о появляющихся на «операциях технологического процесса изготовления» [4] профессиональных рисках. Комплекс производственных рисков определяет набор опасных и вредных производственных факторов «технологического процесса» [6]. При идентификации профессиональных рисков учитываем влияние производственных факторов, которые выступают как вредные и опасные производственные факторы, а также способные реализоваться как при штатном режиме работе участка, так и при возникновении нештатной аварийной ситуации в цехе.

Таблица 11 - Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция» [6]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [6]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [6]
«фрезерная» [6] агрегатная	химическое отравление, шум, вибрации, поражение электрическим током, неправильная эксплуатация оборудования, загрязнение воздуха, стереотипные рабочие движения, применение поврежденного инструмента, нарушение организации рабочего места, искрообразование	смазывающе-охлаждающая жидкость, оборудование, обрабатываемая заготовка, инструмент, станок, технологическое оснащение

В результате выполнения подраздела в качестве рисков определены факторы химического, механического и электрического воздействия на персонал. Определены источники возможного возникновения нештатной и аварийной ситуации в цехе.

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

В данном подразделе содержится информация о методах и средствах подавления влияния опасных производственных факторов, на характер выполнения операций технологического процесса изготовления корпуса рулевого механизма Niva Travel.

Анализ профессиональных рисков выявил источник возникновения опасных и вредных факторов технологического процесса изготовления корпуса рулевого механизма Niva Travel. Это рабочая зона, оборудование и средства производства, техническое оснащение. Для из устранения необходимо применить методы и технические средства снижения рисков на производственном участке механической обработки.

Методы и средства приведены в таблице 12.

«Таблица 12 - Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов» [6]

Опасный и вредный производственный фактор	«Организационные методы, технические средства» [6]	«Средства защиты» [6]
вибрации	инструктажи по охране труда, устройства и приспособления, гасящие вибрации	ботинки с амортизирующими подошвами, вибропоглощающие перчатки
«акустические колебания в производственной среде и характеризующие повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [6]	«инструктажи по охране труда, приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых значений» [6]	противошумные вкладыши или наушники
«поражение электрическим током» [6]	«инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения» [6]	«резиновые напольные покрытия, перчатки» [6] с полимерным покрытием, спецодежда
химическое отравление (через дыхательные пути)	«вентиляция, инструктажи по охране труда» [6]	«спецодежда» [6]
«стереотипные рабочие движения» [6]	«инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов» [6]	-
загрязнение воздуха	вентиляция, инструктажи по охране труда	«спецодежда» [6]
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [6]	инструктажи по охране труда, устройства местного освещения	-
применение поврежденного инструмента	инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов	-
искрообразование	«инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения» [6]	«резиновые напольные покрытия, перчатки» [6] с полимерным покрытием, спецодежда

В результате выполнения данного подраздела организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов. На основании анализа определены средства защиты персонала обеспечивающего реализацию технологического процесса. В качестве мероприятий определены виды инструктажей по охране труда, обеспечению заземления оборудования, проверки изоляции токоведущих частей, и эксплуатации систем аварийного отключения в цехе.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Цель данного подраздела – обезопасить объекты производства от угрозы возникновения пожаров. Приведенные ниже таблицы 13-15 содержат информацию об источниках пожарной безопасности и предназначенных для устранения угрозы пожара средствах.

Таблица 13 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок» [6]	«Оборудование» [6]	«Класс пожара» [6]	«Опасные факторы при пожаре» [6]	«Сопутствующие факторы при пожаре» [6]
производственный участок	фрезерный центр FC400P"Компуст фрезерный центр ИС500ПМ1Ф4	Д	неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя	изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования

На основе анализа опасных факторов пожара было предложено применять средства защиты и пожаротушения на участке, где будет реализован выпуск корпуса рулевого механизма Niva Travel.

Оснащение производственного участка предполагает использование первичных средств защиты персонала, установку специального производственного оборудования.

Таблица 14 - Средства защиты и пожаротушения

«Первичные средства пожаротушения» [6]	«Мобильные средства пожаротушения» [6]	«Стационарные установки системы пожаротушения» [6]	оборудование	инструмент	Средства индивидуальной защиты	Пожарные сигнализация, связь, оповещение
огнетушители, ящики с песком, ведра	автомобили, передвижные огнетушители	система пожаротушения автоматическая	рукава, гидранты	ведра, лопаты	противогазы, спецодежда, пожарный щит	звуковые автоматические оповещатели

В комплекс средств защиты также входят специальные мероприятия и инструктаж с персонала, задействованном на производстве.

Таблица 15 - Средства по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса» [6]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [6]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [6]
«технологический процесс изготовления корпуса рулевого механизма Niva Travel» [6]	«разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а также разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [6]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [6]

В результате выполнения данного подраздела на основе анализа угрозы возгорания на участке производственного оборудования были определены виды реализуемых организационных мероприятий и средства по обеспечению пожарной безопасности.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Для определения структуры факторов влияния на экологичность и безопасность технологического процесса изготовления корпуса рулевого механизма Niva Travel выполним анализ структурных элементов и факторы их опасного воздействия на окружающую среду. Результаты анализа приведены в таблицах 16 и 17.

Таблица 16 - Определение экологически опасных факторов объекта

«Технологический процесс» [6]	«Структурные элементы техпроцесса» [6]	Опасное воздействие на атмосферу	Опасное воздействие на гидросферу	Опасное воздействие на литосферу
изготовление корпуса рулевого механизма Niva Travel	фрезерный центр FC400P"Компост фрезерный центр ИС500ПМ1Ф4	стружка, пыль, токсические испарения	стружка, пыль, технические жидкости, растворы	стружка, пыль, технические жидкости, растворы, ветошь

Далее определим характер воздействия факторов на персонал участка. «Разработаем мероприятия для снижения антропогенного из воздействия на предприятии. Рекомендации приведены в таблице 19» [6].

Таблица 17 - Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

«воздействие» [6]	«Технологический процесс изготовления корпуса рулевого механизма Niva Travel» [6]
«на атмосферу» [6]	«фильтрационные системы для системы вентиляции участка» [6]
«на гидросферу» [6]	«локальная многоступенчатая очистка сточных вод» [6]
«на литосферу» [6]	«разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов» [6]

Выполненный анализ исходных данных позволил произвести, исследования технологического процесса изготовления корпуса рулевого

механизма Niva Travel. В результате были рассмотрены и проанализированы базовые технологические операции спроектированной технологии - фрезерная операция, агрегатная операция.

Определены основные производственные риски, носящие определяющий характер на исполнение технологического процесса изготовления корпуса рулевого механизма Niva Travel.

Выполнены анализ опасных факторов и выбраны методы и средства для снижения их негативного влияния персонал. Далее был выполнен анализ используемых структурных элементов, перечислены угрозы, источники возможного очага возгорания на участке.

Выполнен выбор оборудования для случая необходимости его устранения. Также определили экологически опасные факторы и выбрали мероприятия для снижения их влияния на экологическую безопасность и антропогенное воздействие на персонал.

«Мероприятия позволяют исключить на рабочих местах риски несанкционированного или неуправляемого выхода энергии, накопленной в технологическом оборудовании, инструментах, материалах и других компонентах производственного процесса непосредственно в самих работающих, или во внешнюю относительно людей технику и среду.» [6].

Таким образом, можно заключить, что достигнуты все поставленные в данном разделе цели.

5 Экономическая эффективность работы

«Для выполнения оценки технико-экономических показателей проектируемого технологического процесса картера выполним расчеты произведем сравнительный анализ с показателями базового варианта» [12]. «Используем в качестве исходных данных для расчётов интегрального экономического эффекта, результаты от предложенных в проекте технических решений» [12]. Основные решения в работе были направлены на следующие изменения:

- оборудование на операции 030;
- технологическое оснащение на операциях 030 и 035;
- инструментальное обеспечение на операциях 030 и 035;
- режимы резанья на операциях 030 и 035.

Эти изменения привели к «сокращению трудоемкости выполнения описанных операций, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы» [12].

«Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операциях 030 – 035, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы» [12]. «Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники: паспорт станка, данные предприятия по тарифам на энергоносители, сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники» [12].

С помощью вычислительных инструментов и программного обеспечения Microsoft Excel были рассчитаны «капитальные вложения по

сравниваемым вариантам, технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций, калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса, приведенные затраты и выбор оптимального варианта, показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [12, с. 15–23].

«Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 5, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 1988607,3 рублей» [12].

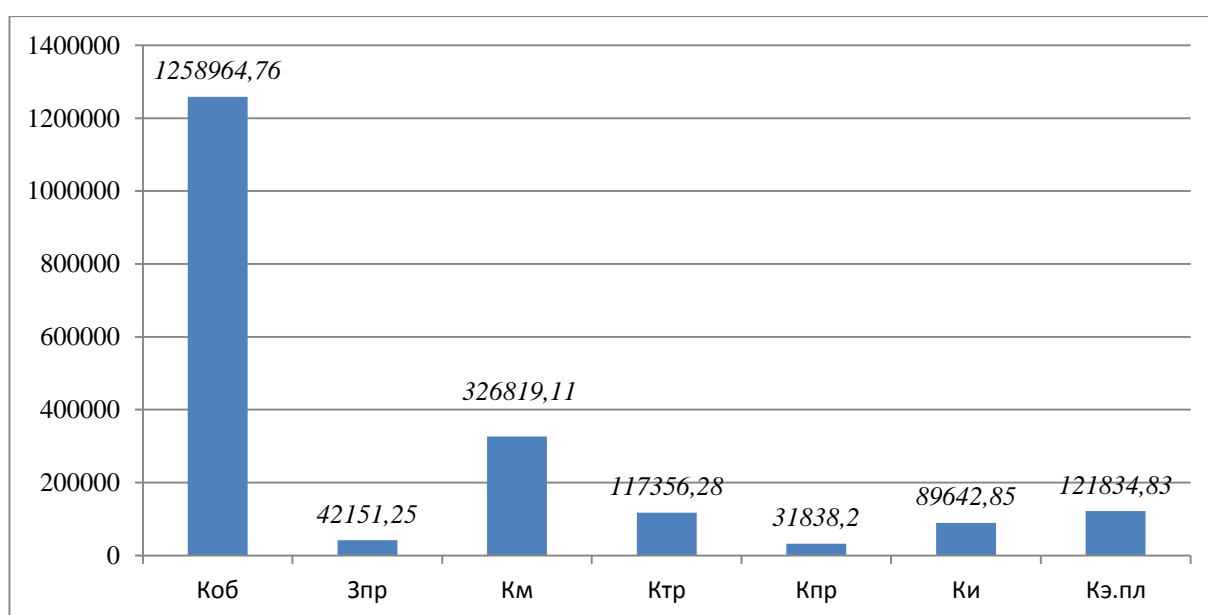


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что «самыми капиталоемкими затратами являются затраты с основное технологическое оборудование (K_{OB}), величина которых составляет 75,85 %, Все остальные затраты находятся в объеме менее 12 % от общей величины капитальных вложений» [12].

«На рисунке 6 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали, по двум сравниваемым вариантам технологического процесса» [12].

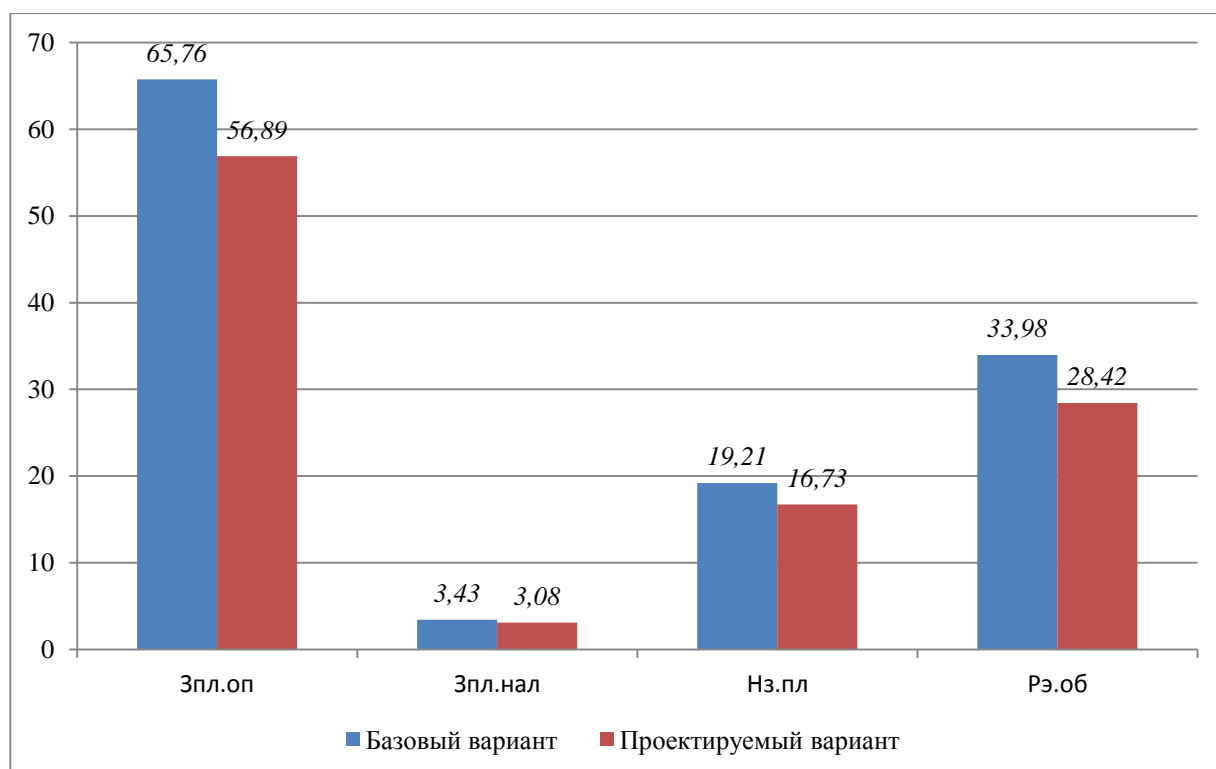


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали, по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, «значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а при определении разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния» [12].

«Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости. Первая это заработная плата оператора ($З_{пл.оп}$), необходимая на оплату труда рабочих операторов, занятых на перечисленных выше операциях, доля которой составляет 55,65 % для базового варианта и 54,28 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости» [12]. «Вторая это расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 34,31 % для базового варианта и 33,54 % для проектируемого

варианта, от всего значения технологической себестоимости» [12].

«Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по операциям технологического процесса, представлены на рисунке 7» [12].

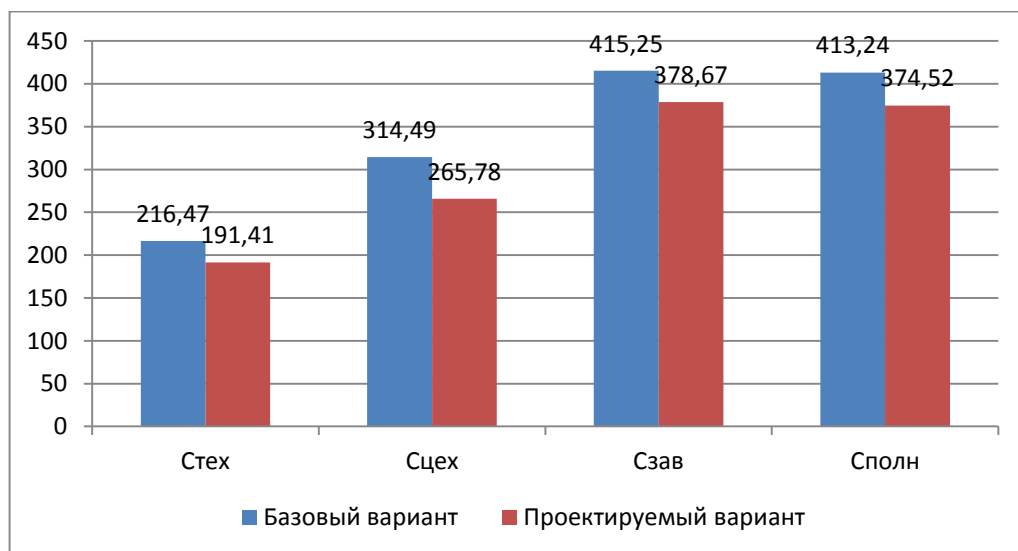


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

«Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 314,84 рубля, а для проектируемого варианта – 269,72 рубля» [12].

«Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 1988607,3 рублей, окупятся в течение 4-х лет. Такой срок является максимально допустимым для совершенствования технологического процесса. Проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 398389,63 рубля, что доказывает эффективность предложенных мероприятий» [12]. Значит, на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,29 рублей.

Заключение

В разделах работы, по результатам инженерных расчетов выполнено проектирование технологического процесса и оснащения для его реализации. В первом разделе работы выполнен анализ служебного назначения и условия эксплуатации детали, характеристики ее производства. Определены задачи работы, решаемые в следующих этапах. Это проектирование технологии изготовления детали. Выполнено проектирование заготовки. Выполнено проектирование плана изготовления детали. Осуществлен выбор станочного оборудования, и инструментального оснащения. Относительно оценки спроектированных операций - выполнен анализ показателей относительно типовой технологии изготовления детали. Определены недостатки, снижающие эффективность спроектированного варианта технологического процесса изготовления. В качестве решения было спроектировано технологическое оснащение и инструмент для растачивания отверстий.

Одним из завершающих этапов работы является оценка спроектированного процесса изготовления детали по вопросам безопасности и экологичности ее выполнения. Совокупно реализованным этапам в работе, выполнен анализ технико-экономических показателей предлагаемого варианта процесса изготовления, на основании чего в работе приведен качественный и количественный результат, который позволил сделать положительный вывод об эффективности.

В связи с этим цель данной выпускной квалификационной работы, которая заключалась в разработке технологического процесса изготовления картера рулевого механизма в условиях среднесерийного производства можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Горяинов, Д. С. Разработка технологии изготовления и программирование обработки на станках с ЧПУ и ОЦ : учебное пособие для СПО / Д. С. Горяинов, Ю. И. Кургузов, Н. В. Носов. — Саратов : Профобразование, 2022. — 105 с. — ISBN 978-5-4488-1404-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116290.html> (дата обращения: 19.04.2022).

2. Батршина, Г. С. Проектирование 3D-моделей композиционных изделий в среде Компас-3D : учебно-методическое пособие / Г. С. Батршина. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 102 с. — ISBN 978-5-4497-1592-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/119110.html> (дата обращения: 24.04.2022).

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: 15.04.2022).

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: 10.05.2022).

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: 16.05.2022).

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: 19.05.2022).

10. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 05.04.2022).

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: 16.05.2022).

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: 12.04.2022).

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: 18.05.2022).

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: 19.05.2022).

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

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

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 09.05.2022).

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: 23.05.2022).

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: 13.04.2022).

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: 07.04.2022).

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: 26.05.2022).

25. Химический состав и физико-механические свойства стали 40Х [Электронный ресурс]. – URL: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X (дата обращения: 06.05.2022).

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: 23.05.2022).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Идентификация				Обозначение документа													
№	И	П	С	СД	СР	СР	СР	СР	СР	СР	СР	СР	СР	СР	СР	СР	СР
001	Расточить диаметр 50 на длину L=26, диаметр 49, выдержав размер 10,8, диаметр 47, выдер-																
002	жав размер 4,3,8 ;																
003	396181 приспособление ЧСТ, 391801 фреза ВК10 ГОСТ 24360-80, 391303 сверло ступенчатое Т5К10 ТУ 2-035-501-76																
004	396141 оправка расточная ВК6 ГОСТ 18869-43, 391350 метчик цельный Т5К10 ГОСТ 1672-80, 394650 втулка переход-																
005	ная ГОСТ 6103-89 ; 393311 штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05, 393450 нутрометр микрометрический ИЧ-5 ГОСТ 577-68.																
006	393140 оправка резьбовая М8-125-6Н.																
007																	
А08	050. Контрольная.																
Б09	394630. Стал контрольный "Оптом".																
10																	
А11	060. Контрольная.																
Б12	Машина моечная.																
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

№дл.									
Взам.									
Лист.									
Разработал	ШУЖИН			ТГУ кафедра ОТМП					
Проверил	Левашкин								
Этд.							ДП	10	
Контроль									
<p>Позиция 2 12,5 √ (√)</p> <p>Переход 1 Переход 2 Переход 3</p>									
КЭ									