

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 шестерни коробки скоростей
обрабатывающего центра «Beaver»

Студент	<u>Д.Г. Луньков</u> (И.О. Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u></u>
Консультант	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u></u>

Тольятти 2021

Аннотация

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления шестерни коробки скоростей обрабатывающего центра «Beaver» обеспечивающего выпуск годовой программы деталей отвечающих всем техническим требованиям в условиях среднесерийного производства.

Структура работы представляет собой пять основных разделов. Результатом выполнения первого раздела являются задачи работы. Для их постановки подробно проанализированы функциональное назначение детали и условия ее эксплуатации, технологические показатели детали, тип производства. Результатом выполнения второго раздела является технология изготовления детали спроектированная на базе типового технологического процесса. В ходе проектирования произведен выбор и проектирование заготовки, разработан план изготовления детали, произведен выбор оборудования и технологической оснастки, спроектированы операции технологического процесса. Результатом выполнения третьего раздела являются технические мероприятия, направленные на совершенствование базовой технологии изготовления детали. Для этого сначала были выявлены технически несовершенные операции. В результате спроектирован патрон для установки заготовок на токарных операциях и резца для проведения долбежной операции. Результатом выполнения четвертого раздела является оценка предлагаемой технологии изготовления детали на безопасность и экологичность ее выполнения и разработка мероприятий по устранению негативных воздействий в случае их выявления. Результатом выполнения пятого раздела является комплексная оценка экономических показателей спроектированной технологии по результатам которой сделан вывод об ее эффективности.

Работа включает 60 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.....	18
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	20
2.4 Проектирование операций технологического процесса	23
3 Разработка специальной технологической оснастки	26
3.1 Разработка токарного патрона	26
3.2 Разработка зубострогального резца	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта	34
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
5 Экономическая эффективность работы	40
Заключение	44
Список используемых источников.....	45
Приложение А Технологическая документация.....	49
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	59

Введение

В современном машиностроительном производстве доля механической обработки может достигать пятидесяти процентов от общих трудозатрат на изготовление изделия. Поэтому от эффективности механической обработки зависит не только конечное качество выпускаемой продукции и скорость ее изготовления, но и стоимость изделия. Основными целевыми показателями при проектировании операций механической обработки являются их производительность и стоимость выполнения.

Наиболее перспективным направлением увеличения показателей производительности механической обработки и снижения ее стоимости является применение оборудования оснащенного современными системами числового программного управления.

Широкое применение получили обрабатывающие центры, которые способны выполнять различные виды обработки поверхностей имеющих сложный профиль. При этом обрабатывающие центры имеют высокую производительность, высокие показатели надежности и при правильной организации производства хорошие экономические показатели. Это объясняет их применение в различных типах производства. Однако такая универсальность данного типа оборудования накладывает ряд требований по надежности, долговечности, точности изготовления и другим параметрам на всю конструкцию в целом и на все узлы, агрегаты и входящие в них детали. В данной работе рассматривается технология изготовления конической шестерни, которая является одной из деталей коробки скоростей обрабатывающего центра.

Следовательно, цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления шестерни коробки скоростей обрабатывающего центра «Beaver» обеспечивающего выпуск годовой программы деталей отвечающих всем техническим требованиям в условиях среднесерийного производства.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Функциональное назначение шестерни заключается в передачи крутящего момента от выходного вала коробки скоростей на исполнительный механизм. Для этого шестерня устанавливается в подшипнике, который в свою очередь установлен в корпусе коробки скоростей. Выходной вал соединяется с шестерней при помощи шлицевого соединения, которое и воспринимает крутящий момент. Конический зубчатый венец шестерни передает крутящий момент на исполнительный механизм.

Эксплуатационные нагрузки, которые воздействуют на шестерню, зависят от условий обработки на данном обрабатывающем центре и могут достигать значительных величин, при этом быть разнонаправленными и непостоянными. Это объясняется особенностями процесса резания и построения технологических процессов механической обработки.

Воздействие внешних факторов на работу шестерни практически исключено, так как конструкция коробки скоростей представляет собой закрытый корпус, что не позволяет проникнуть внутрь различным технологическим жидкостям и производственным загрязнениям. Температурный режим не претерпевает сильных изменений с течением времени, так как подразумевается, что обрабатывающий центр работает в нормальных условиях производственного помещения отвечающего всем нормам. Сама шестерня получает заложенное конструктором при проектировании количество смазки, что также обеспечивает нормальный температурный и смазочный режим.

Анализ показал, что по своему функциональному назначению деталь является типовой. При этом условия ее эксплуатации можно

охарактеризовать как неагрессивные. Поэтому в конструкции шестерни не требуется применения специальных сталей или сплавов, а для ее изготовления не требуется применения специальных методов механической и термической обработки.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Показатели технологичности рассматриваемой шестерни определим с использованием рекомендаций [5].

В первую очередь производим оценку материала детали. Материал считается технологичным, если он позволяет получать различные методы получения заготовки, обладает хорошей обрабатываемостью резанием и обеспечивает заданные свойства детали. Формирование данных свойств зависит от химического состава материала и его механических свойств.

Шестерня изготавливается из конструкционной легированной стали 40Х ГОСТ 4543-71. Определенные согласно данным [25] характеристики стали представлены в таблице 1 химический состав, в таблице 2 механические свойства.

Таблица 1 – Химический состав

Элемент	Углерод	Хром	Марганец	Кремний
Содержание %	0,36-0,44	0,8-1,1	0,5-0,8	0,17-0,37

Таблица 2 – Механические свойства

Предел текучести, МПа	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное сужение, %	Относительное удлинение после разрыва, %	Твердость по Бринеллю
490	655	45	15	212-248

Исходя из представленных данных, материал детали обладает хорошими показателями обрабатываемости различными инструментальными материалами, а способы получения заготовок могут быть разнообразными. Наиболее приемлемы в данном случае методы штамповки, но в случае применения аналогичного материала с улучшенными литейными свойствами допускается применение методов литья.

Оценка конструктивных особенностей детали позволяет сделать относительно их технологичности следующие выводы. Конфигурация детали ступенчатая снаружи и состоит из одного отверстия сложного профиля внутри. Имеется наружный зубчатый венец, выполненный под углом. Имеются стандартизированные конструктивные элементы типа фасок, канавок и так далее. Все размеры детали взяты из нормального ряда чисел. Такая конфигурация позволяет применять для ее получения стандартные методы обработки. Для получения заготовки применимы различные методы, как штамповки, так и литья. Однако, получить необходимые параметры размеров и точности их выполнения без механической обработки не получится.

Другим ключевым вопросом технологичности конструкции детали является количество ответственных поверхностей, для обработки которых требуется применять высокоточные финишные операции. Для того, что бы выявить данные поверхности необходимо классифицировать поверхности детали по назначению по методике [15].

На рисунке 1 выполнен эскиз рассматриваемой шестерни. Наиболее ответственными поверхностями являются основные конструкторские базы 2, 3, вспомогательные конструкторские базы 1, 8, 9 и исполнительные поверхности 5, 10. Для их обработки требуется применения точных дорогостоящих методов. Однако, количество данных поверхностей незначительно, а их точность может быть достижима стандартными методами финишной обработки, поэтому существенного влияния их наличие на общую технологичность конструкции детали не оказывает.

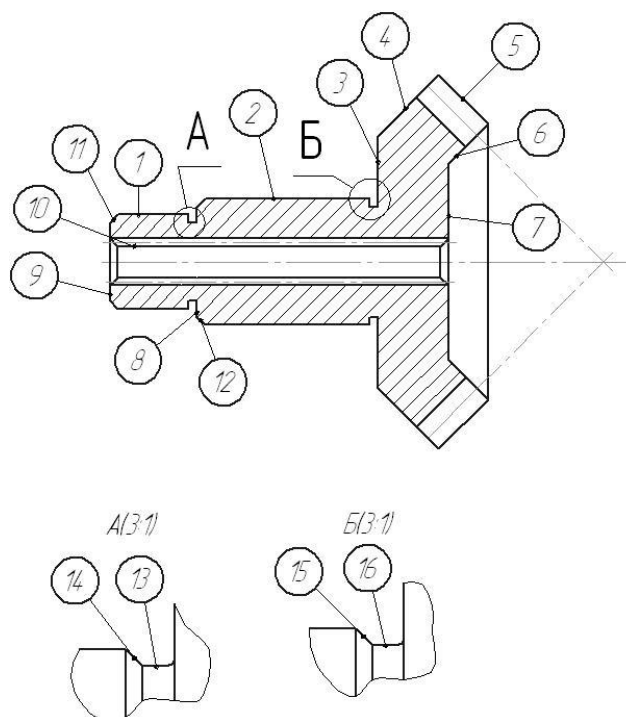


Рисунок 1 – Эскиз конической шестерни

Технологичность механической обработки также является удовлетворительной. Такой вывод можно сделать исходя из того, что изготовление данной шестерни можно выполнить на базе типового технологического процесса с применением стандартного оборудования и средств технологического оснащения. При этом для базирования во время обработки можно использовать типовые схемы базирования и соблюсти все принципы базирования, что существенно ускорит процесс проектирования, а также позволит избежать появления завышенных припусков на обработку и снижения ее точности.

Анализ технологических показателей детали позволяет сделать вывод о том, что коническая шестерня отвечает всем основным требованиям по технологичности детали и не требует каких-либо конструктивных доработок. При этом для ее изготовления возможно применение типовых технологических процессов с использованием стандартизированного оборудования и средств технологического оснащения.

1.3 Анализ типа производства

Анализ типа производства требует его предварительного определения. Исходя из имеющихся данных, наиболее подходящей в данном случае является методика [14] основанная на определении типа производства исходя из массы детали и годовой программы выпуска. В данном случае при массе 1,2 кг и программе выпуска 10000 штук тип производства среднесерийный.

Анализ данного типа производства произведем с использованием данных [1].

При проектировании технологического процесса необходимо применять последовательную стратегию разработки. Допускается применение циклической, линейной, разветвленной, жесткой и адаптивной стратегий в обоснованных случаях. Техпроцесс организуется в соответствии с не поточной формой, то есть выпуск деталей производится повторяющимися партиями.

Заготовка в условиях среднесерийного типа производства может быть получена любым относительно недорогим методом, таким как прокат, штамповка или литье. 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.

1.4 Задачи работы

По результатам проведенного анализа сформулируем задачи работы.

Необходимо разработать технологию изготовления детали спроектированную на базе типового технологического процесса. В ходе проектирования необходимо произвести выбор и проектирование заготовки, разработать план изготовления детали, произвести выбор оборудования и технологической оснастки, спроектировать операции технологического процесса. Необходимо разработать технические мероприятия, направленные на совершенствование базовой технологии изготовления детали. Для этого необходимо спроектировать патрон для установки заготовок на токарных операциях и резец для проведения долбежной операции. Затем необходимо оценить технологию изготовления детали на безопасность и экологичность ее выполнения. Заключительной задачей является комплексная оценка экономических показателей спроектированной технологии.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Задача обоснования выбора метода получения заготовки традиционно решается путем экономического сравнения стоимости их получения по методике [4]. Методы получения заготовок приемлемые в данном случае, в соответствии с проведенным в пункте 1 данной работы анализом, ограничиваются прокатом, штамповкой и литьем. Проанализировав данные методы с применением литературных данных [8] приходим к выводу, что получение детали из проката будет заведомо экономически невыгодным, поэтому данный метод исключаем из сравнения. Метод получения заготовки литьем ограничивается свойствами применяемой стали, но у данной стали есть заменитель с улучшенными литейными свойствами, поэтому данный метод принимаем к рассмотрению как один из возможных. Метод штамповки является одним из оптимальных с учетом свойств стали и серийности производства, поэтому его также принимаем к сравнению.

«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:

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

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

Массу детали возьмем из чертежа графической части работы. Тогда можно рассчитать массу заготовки для каждого из сравниваемых методов получения.

Масса заготовки получаемой штамповкой равна.

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

Масса заготовки получаемой литьем равна.

$$Q = 1,67 \cdot 1,2 = 2,0 \text{ кг.}$$

Все коэффициенты, а также базовая стоимость получения заготовок и стоимость отходов механической обработки в виде стружки в формуле (1) принимаем по справочным данным [4] и выполняем соответствующие расчеты.

Стоимость заготовки получаемой штамповкой равна.

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

Стоимость заготовки получаемой литьем равна.

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

Расчеты показали, что заготовка полученная методом штамповки будет в данном случае более выгодна. Из анализа литературы [8] делаем вывод, что учитывая материал, конфигурацию детали и серийность производства наиболее подходящим является метод получения заготовки на горизонтально-ковочной машине.

Проектирование заготовки, получаемой на горизонтально-ковочной машине, проведем по рекомендациям и с использованием данных [7].

Алгоритм проектирования заготовки согласно принятой методике

следующий. Сначала необходимо разработать маршруты обработки для каждой поверхности. Затем определяются припуски на обработку поверхностей. После этого определяются характеристики проектируемой заготовки, технологические напуски и допуски на размеры.

Разработка маршрутов обработки поверхностей произведем по методике [11]. Согласно данной методике маршрут обработки зависит от требуемой точности обработки, шероховатости обрабатываемой поверхности, материала детали и требуемой твердости. Полученные результаты сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Маршруты обработки поверхностей

Номера поверхностей	Точность обработки	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1, 2	6	1,25	двукратное точение, закалка, двукратное шлифование
10	8	3,2	сверление, протягивание, закалка
13, 14, 15, 16	14	12,5	расточивание, закалка
11, 12, 4	14	12,5	точение, закалка
8,9,3	8	3,2	двукратное точение, закалка, шлифование
7	14	3,2	точение, закалка
6	14	3,2	точение, закалка
5	6	1,25	двукратное точение, закалка, двукратное шлифование

Выбор методики определения припусков зависит от точности поверхности. Для точных поверхностей рекомендуется применять расчетно-аналитическую методику [21]. Расчет ведем для поверхности 2.

«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].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Минимальный диаметр определяется по формуле:

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

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

$$d_{(T0-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (9) \gg [21]$$

«Максимальный диаметр определяется по формуле:

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

«Средний диаметр определяется по формуле:

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

«Выполняем расчеты.

$$d_{4min} = 32,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 32,018 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

$$d_{\text{то min}} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 32,189 + 2 \cdot 0,292 = 33,229 \text{ мм.}$$

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

$$d_{\text{то ср}} = 0,5 \cdot (d_{\text{то max}} + d_{\text{то min}}) = 0,5 \cdot (33,389 + 33,229) = \\ = 33,309 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 33,824 + 0,250 = 34,074 \text{ мм.}$$

$$d_{1\text{ср}} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (33,074 + 34,824) = 33,949 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 33,074 + 2 \cdot 0,801 = 34,676 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 34,676 + 1,600 = 36,276 \text{ мм.}$$

$$d_{0\text{ср}} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(36,276 + 34,676) = 35,476 \text{ мм}» [21].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

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

$$2z_{min} = 34,676 - 32,018 = 3,658 \text{ мм.}$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

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

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

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

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

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,658 + 5,274) = 4,466 \text{ мм.}$$

Припуски на обработку для остальных поверхностей выбираем с использованием таблиц статистических данных [19] и, используя их, рассчитываем соответствующие размеры заготовки. Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Определение размеров заготовки

Номинальный размер, мм	Суммарный припуск на обработку, мм	Расчетный размер заготовки, мм
Ø24	0,9	Ø25,8
Ø32	0,9	Ø33,8
Ø99,2	0,9	Ø101
22	0,9	22,9
46	0,9	46,9
28	0,9	28,9

Далее определяем параметры заготовки по данным [7]. Получаем следующие характеристики: точность Т4, сложность С1, сталь группы 2, разъем штампа плоский. При таких данных индекс для определения допусков на размеры поверхностей 7. Все остальные параметры заготовки также определяются с использованием данных [7]. «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]. Все основные параметры заготовки, а также сама спроектированная заготовка представлены в виде чертежа в графической части работы.

2.2 Разработка плана изготовления детали

План изготовления проектируется на основе маршрутов изготовления, которые в условиях среднесерийного типа производства формируются на основе типовых маршрутов содержащихся в литературе [13, 14]. При их формировании следует учитывать особенности формируемых поверхностей детали, то есть их точность, шероховатость, требуемую твердость. Достижение заданных параметров происходит поэтапно, что объясняется необходимостью обеспечения экономической целесообразности и техническими ограничениями применяемых методов обработки. Сформированный маршрут изготовления шестерни приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Маршрут изготовления шестерни

Номер поверхности	Точность	Шероховатость, мкм	Технологические переходы и их параметры
1	6	1,25	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
			точение: IT 10, Ra 6,3 мкм
			закалка: IT 11, Ra 6,3 мкм
			шлифование: IT 8, Ra 3,2 мкм
			шлифование: IT 6, Ra 1,25 мкм
2	6	1,25	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
			точение: IT 10, Ra 6,3 мкм
			закалка: IT 11, Ra 6,3 мкм
			шлифование: IT 8, Ra 3,2 мкм
			шлифование: IT 6, Ra 1,25 мкм
3	8	3,2	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
			точение: IT 10, Ra 6,3 мкм
			закалка: IT 11, Ra 6,3 мкм
			шлифование: IT 8, Ra 3,2 мкм
4	14	12,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
5	8	2,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм

Продолжение таблицы 5

Номер поверхности	Точность	Шероховатость, мкм	Технологические переходы и их параметры
			зубонарезание: IT 10, Ra 6,3 мкм
			зубонарезание: IT 8, Ra 3,2 мкм
			закалка: IT 9 , Ra 3,2 мкм
6	14	12,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
7	14	12,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
8	8	3,2	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
			точение: IT 10, Ra 6,3 мкм
			закалка: IT 11, Ra 6,3 мкм
			шлифование: IT 8, Ra 3,2 мкм
9	8	3,2	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
			точение: IT 10, Ra 6,3 мкм
			закалка: IT 11, Ra 6,3 мкм
			шлифование: IT 8, Ra 3,2 мкм
10	8	2,5	сверление: IT 12 , Ra 12,5 мкм
			протягивание: IT 9 , Ra 3,2 мкм
			закалка: IT 10 , Ra 3,2 мкм
11	14	12,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
12	14	12,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
13	14	12,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
14	14	12,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
15	14	12,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм
16	14	12,5	точение: IT 12, Ra 12,5 мкм

Полученный маршрут изготовления позволяет сформировать план изготовления детали. Для этого одинаковые методы обработки с одинаковыми достигаемыми параметрами точности и шероховатости объединяются в одну операцию. Для каждой операции формируется эскиз ее выполнения, на котором определяются все обрабатываемые поверхности, наносится схема базирования и выполняемые на операции размеры. Кроме этого на плане изготовления указываются допуски на операционные размеры, а также допуски формы и расположения поверхностей, назначаемые по методике и справочным данным [18].

При базировании заготовки на операциях необходимо соблюдать принципы базирования и использовать типовые схемы базирования. В качестве черновых баз в данном случае предлагается использовать

поверхности 2 и 3. В качестве чистовых баз предлагается использовать поверхности 4 и 5. Исключение составляют операции, где обрабатываются данные базы, а также зуборезные операции, где предлагается использовать поверхности 2 и 9.

Графическое отображение плана изготовления оформляется в соответствии с рекомендациями [18]. Маршрут изготовления также отображается в маршрутной карте (приложение А).

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор оборудования и технологической оснастки производится с учетом серийности производства, реализуемых методов обработки, структуры технологических операций и экономических показателей.

Оборудование должно обеспечивать выпуск всей номенклатуры изделий, изготавливаемых на производстве, иметь минимально необходимую мощность, иметь минимальные габариты, отвечать требованиям по надежности, обеспечивать требуемую скорость перенастройки. Выбор конкретных моделей станочного оборудования произведем с использованием данных [10, 22].

Станочная оснастка должна быть универсальной, обладать возможностью переналадки на выпуск новых одностипных деталей, желательно обеспечивать выпуск всей номенклатуры выпускаемых деталей, отвечать требованиям по надежности, обеспечивать требуемую скорость перенастройки. Выбор конкретных моделей станочной оснастки произведем с использованием данных [22, 23].

Металлорежущий инструмент должен обеспечивать заданную точность и производительность обработки, обладать необходимой стойкостью, быть быстро переналаживаемым. Выбор конкретных типоразмеров инструмента произведем с использованием данных [2, 22].

Контрольные средства должны обеспечивать заданную точность

контроля, отвечать требованиям по безопасности эксплуатации, надежности и универсальности. Выбор типов и моделей контрольных средств произведем с использованием данных [3, 22].

Результаты выбора оборудования и технологической оснастки представим в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

Номера операций	Оборудование	Станочная оснастка	Металлорежущие инструменты	Контрольные средства
005	SAMAT 400XC	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	SAMAT 400XC	трехкулачковый самоцентрирующий патрон	резец проходной отогнутый правый ГОСТ 18868-73	глубиномер индикаторный 0,1 ГОСТ 166-80
015	Knuth KSB40	тиски станочные с эксцентриковым зажимом	сверло спиральное с цилиндрич. хвостовиком ГОСТ 10902-77	штангенциркуль ШЦ–Ш- 400-0.1 ГОСТ 166-80
020	SAMAT 400XC	трехкулачковый самоцентрирующий патрон	резец проходной отогнутый правый из быстрорежущей стали ГОСТ 8868-73	штангенциркуль ШЦ–Ш- 400-0.1 ГОСТ 166-80
025	SAMAT 400XC	трехкулачковый самоцентрирующий патрон	токарный расточной резец ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ШЦ–Ш- 400-0.1 ГОСТ 166-80
030	7Б64	опора шаровая	протяжка для шлицевых отверстий с эвольвентным профилем ГОСТ 25161-82	калибры, биеномер Б10М
035	5С276ПФЗ	специальное зажимное приспособление	резец зубострогальный для прямозубых конических колес	прибор ШМ-1
040	5С276ПФЗ	специальное зажимное	резец зубострогальный	прибор ШМ-1

Продолжение таблицы 6

Номера операций	Оборудование	Станочная оснастка	Металлорежущие инструменты	Контрольные средства
040		приспособление	для прямозубых конических колес	
045	печь			
050	RSM 750	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
055	RSM 750	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
060	RIG 150	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
065	RSM 750	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
070	RSM 750	специальное зажимное приспособление	шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	микрометр МК–50 гост 6507–90
075	моечная машина			
080	контрольный стол			

На основании полученных результатов вносим соответствующие коррективы в маршрут обработки детали при необходимости, вносим данные в маршрутную карту и операционные карты (приложение А). В дальнейшем при проектировании технологических операций данные по оборудованию, оснастке и режущему инструменту также будут использоваться. В случае если в ходе проектирования технологических операций будет выявлено, что какое-либо оборудование или средства оснащения не могут обеспечить необходимые параметры качества обработки, оптимальных режимов резания или их использование не обеспечивает требуемых параметров обработки необходимо их заменить или модернизировать.

2.4 Проектирование операций технологического процесса

На заключительном этапе проектирования технологии изготовления детали необходимо провести проектирование операций технологического процесса. Для этого необходимо знать структуру операций, используемое на них оборудование и средства технологического оснащения, а также режимы резания и нормы на выполнение операций. Из всего этого неизвестными остались режимы резания и нормы на выполнение операций. Проведем их определение.

С учетом типа производства режимы резания определим по методике, предусматривающей использование опытно-статистических данных [16]. Согласно данной методике сначала определяем глубину резания, которая равна максимальному припуску на выполнение данной операции и может быть ограничена техническими возможностями станка. В таком случае глубина резания назначается из условия обеспечения станком требуемой мощности резания. Далее по статистическим данным назначается подача на выполнение операций с учетом стандартных подач доступных на используемом оборудовании. «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 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:

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

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

Затем полученное значение частоты вращения округляют до ближайшего по паспорту станка и пересчитывают заново скорость резания, которую и принимают за фактическую.

Нормы на выполнение операций определяются с применением расчетно-аналитического метода [20]. Согласно данной методике сначала рассчитывается длина рабочего хода инструмента на всю операцию по формуле:

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

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:

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

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. Полученные результаты приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Режимы резания и нормирование технологических операций

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

На основании полученных результатов по режимам резания и нормированию технологических операций вносим соответствующие данные в маршрутную карту и операционные карты (приложение А). Также проводим проектирование технологических наладок, представленных на листах графической части данной выпускной квалификационной работы.

В ходе разработки данного раздела произведен выбор и проектирование заготовки, разработан план изготовления детали, произведен выбор оборудования и технологической оснастки, спроектированы операции технологического процесса. То есть, задачу разработки технологии изготовления детали на базе типового технологического процесса можно считать выполненной.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка токарного патрона

Анализ 010 токарной операции показал, что используемое на данной операции станочное приспособление не отвечает предъявляемым требованиям в условиях среднесерийного производства, так как не обеспечивает механизацию закрепления. Устранение данного недостатка возможно путем проектирования патрона для данной операции с механизированным приводом при помощи методики и данных [9, 26].

Эскиз операции приведен на рисунке 2.

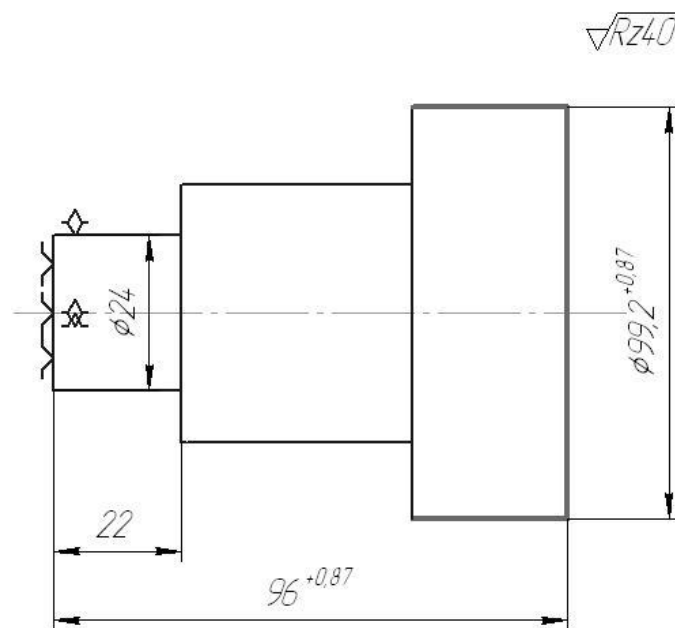


Рисунок 2 – Эскиз токарной операции

В первую очередь необходимо определить схему закрепления заготовки. Исходя из эскиза операции, необходимо применить консольную схему закрепления. Для проверки необходимо проверить отношение среднего диаметра детали к длине детали. В данном случае это соотношение меньше 2,5, значит, схема принята правильно.

Далее определяем момент от основной составляющей силы резания P_Z , действующей на заготовку по формуле:

$$\langle M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_o}{2}, \quad (19)$$

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

Для надежного закрепления заготовки необходимо создать уравновешивающий момент от силы закрепления, определяемый по формуле:

$$\langle M_{З_{P_Z}} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (20)$$

где W – расчетное усилие зажима, Н;

f – коэффициент;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [9].

Условие обеспечения равновесия системы позволяет приравнять эти моменты и вычислить расчетное усилие зажима по формуле:

$$\langle W = \frac{P_Z \cdot d_o}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (21)$$

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

«Коэффициента условий выполнения операции рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (22)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние неровностей обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент, учитывающий состояние режущего

инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий непостоянство сил резания;

K_4 – коэффициент, учитывающий колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент, учитывающий эргономические характеристики зажимного механизма» [26].

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,5.$$

По формуле (21) рассчитываем усилие зажима.

$$W = \frac{4210 \cdot 99,2}{3 \cdot 0,4 \cdot 24} \cdot 1,5 = 14501 \text{ Н.}$$

Исходя из конструкции проектируемого патрона, усилие зажима на постоянных кулачках изменится. Величину данного усилия можно рассчитать по формуле:

$$\ll W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (23)$$

где l – вылет кулачка, мм;

H – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих» [9].

$$W_1 = \frac{14501}{1 - \frac{3 \cdot 51}{80} \cdot 0,1} = 17924 \text{ Н.}$$

В качестве зажимного механизма предлагается использовать клиновой зажимной механизм, так как он обеспечивает широкий диапазон регулировок. Усилие, создаваемое данным зажимным механизмом, рассчитывается по формуле:

$$\ll Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (24)$$

где i_c – передаточное отношение зажимного механизма» [26].

Передаточное отношение зажимного механизма рассчитывается по формуле:

$$i_c = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1}, \quad (25)$$

где α – угол клина, град;

φ – угол трения наклонной поверхности клина, град;

φ_1 – угол трения плоской поверхности клина, град» [26].

$$i_c = \frac{1}{\operatorname{tg}(20^\circ + 6^\circ) + \operatorname{tg}6^\circ} = 1,1.$$

Подставляем найденное значение в формулу (24) и производим расчет.

$$Q = \frac{17924}{1,1} = 16295 \text{ Н.}$$

С целью механизации закрепления заготовки и создания необходимого усилия на приводе применим гидроцилиндр, диаметр поршня которого определим по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (26)$$

где d – диаметр штока поршня, мм;

P – давление в гидросистеме, МПа» [26].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 16295}{2,5} + 25^2} = 88 \text{ мм.}$$

Расчетный диаметр необходимо округлить до ближайшего большего стандартного значения, так как применение нестандартного диаметра приведет к необходимости проектирования специального привода, что существенно удорожает конструкцию привода и всего патрона. Принимаем диаметр поршня привода равным 90 мм.

Далее необходимо рассчитать точность спроектированного патрона. Для этого составим соответствующую расчетную схему (рисунок 3).

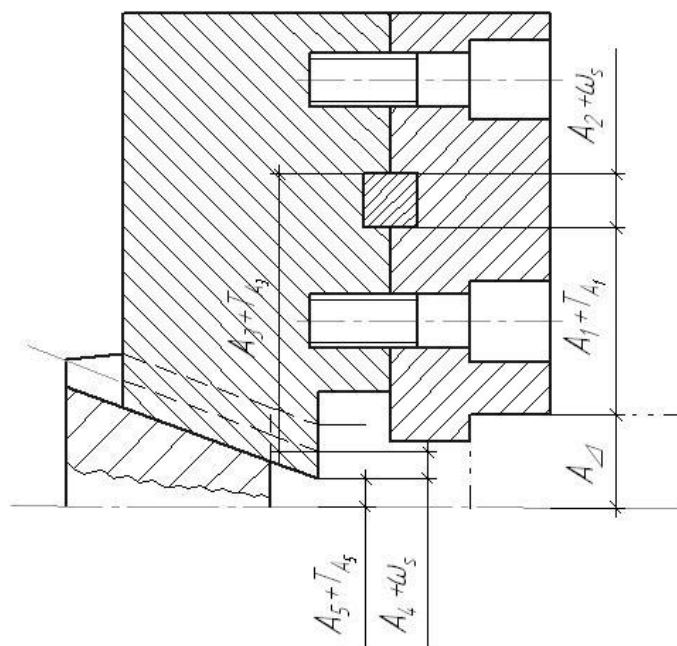


Рисунок 3 – Схема для расчета точности приспособления

Из представленной схемы составляем уравнение для определения погрешности установки в проектируемом патроне:

$$\llcorner \varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (27)$$

где Δ_1 – погрешность изготовления размера A_1 , мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность изготовления размера A_3 , мм;

Δ_4 – колебание зазора в сопряжении A_4 , мм;

Δ_5 – погрешность изготовления размера A_5 , мм» [9].

Примем точность составляющих звеньев цепи по 7 квалитету и произведем расчет.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,030^2 + 0,015^2 + 0,010^2 + 0,010^2} = 0,021 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность для данного приспособления равна минимальному припуску на чистовую обработку, то есть 0,296 мм. Как показали расчеты точность проектируемого патрона больше, чем требуемая

допустимая точность обработки.

Патрон состоит из следующих основных элементов. Для закрепления заготовки предназначены сменные кулачки, которые при помощи шпонки и винтов крепятся на постоянные кулачки, соединенные с клиновым зажимным механизмом. Клиновой механизм приводится в движение силовым приводом, создающим исходное усилие, посредством тяги и центральной втулки. Весь данный механизм смонтирован в корпусе, который устанавливается и крепится на шпинделе станка.

Для закрепления заготовки необходимо подать рабочее давление жидкости в правую полость гидроцилиндра. В результате чего поршень и шток начнут перемещаться влево и тянуть за собой тягу и центральную втулку. Постоянные кулачки, соединенные со сменными кулачками, начнут движение к центру патрона по пазу клинового зажимного механизма. Произойдет закрепление заготовки. Для раскрепления рабочее давление жидкости нужно подать в левую полость гидроцилиндра и система вернется в исходное положение. Конструкция приспособления представлена в графической части работы и в Приложении Б.

Спроектированное приспособление обеспечивает механизацию закрепления и отвечает требованиям по точности установки, то есть цель его проектирования можно считать достигнутой.

3.2 Разработка зубострогального резца

С целью обеспечения оптимального качества обработки и максимальной износостойкости проведем проектирование зубострогальных резцов для нарезания конического зубчатого венца с использованием методики и справочных данных [9, 17].

Согласно принятой методике проектируемый зубострогальный резец относится к 4-му типу. Геометрические характеристики зубострогальных резцов данного типа схематично показаны на рисунке 4.

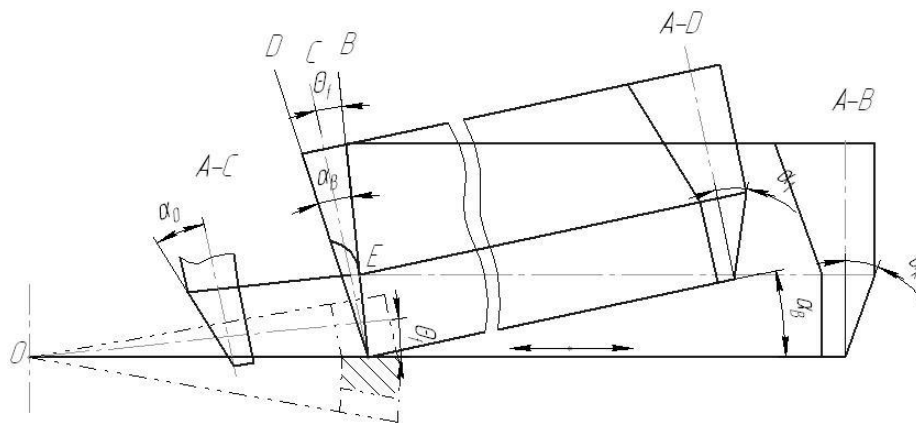


Рисунок 4 – Геометрия зубострогального резца

Проведем проектирование геометрии данного резца.

Кинематический угол в плоскости АВ, который контролируется при установке резца на станке, определяется из выражения:

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \operatorname{tg} \alpha_0 \cdot \cos \theta_f, \quad (28)$$

где α_k – кинематический угол, град;

α_0 – теоретический угол зацепления в сечении АС, перпендикулярном образующей начального конуса ОО шестерни, град;

θ_f – угол наклона образующей начального конуса ОО шестерни к внутреннему конусу, град.

Производим расчеты.

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \cos 6^\circ = 0,3235.$$

$$\text{Отсюда, } \alpha_k = 19^\circ 54' 16''.$$

Аналогично производим расчеты для следующего угла:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha_0 \cdot \cos \theta_f}{\cos \alpha_B}. \quad (29)$$

Производим расчеты.

$$tg \alpha_1 = \frac{tg 20^\circ \cdot \cos 6^\circ}{\cos 12^\circ} = 0,3293.$$

Отсюда, $\alpha_1 = 20^\circ 21' 58''$.

Следующий угол рассчитываем по формуле:

$$tg \alpha_{0\phi} = \frac{tg \alpha_k}{\cos \theta_f}. \quad (30)$$

Производим расчеты.

$$tg \alpha_{0\phi} = \frac{tg 20^\circ}{\cos 6^\circ} = 0,3264.$$

Отсюда, $\alpha_{0\phi} = 20^\circ 2' 48''$.

Далее определим разницу углов по формуле:

$$\Delta \alpha = \alpha_{0\phi} - \alpha_0. \quad (31)$$

Производим расчеты.

$$\Delta \alpha = 20^\circ 2' 48'' - 20^\circ = 2' 48''.$$

Расчеты показали, что разница в углах не значительная, поэтому принимаем $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_k = 20^\circ$.

Спроектированный резец обладает оптимальной геометрией для заданного качества обработки и максимальной износостойкости, то есть цель его проектирования можно считать достигнутой. Конструкция зубодолбежного резца представлена в графической части работы и в приложении Б.

В ходе выполнения данного раздела разработаны технические мероприятия, направленные на совершенствование базовой технологии изготовления детали. Для этого сначала были выявлены технически несовершенные операции. С целью устранения выявленных недостатков спроектирован патрон для установки заготовок на токарных операциях и резец для проведения долбежной операции.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

Обеспечение производственной безопасности на участке по изготовлению шестерни коробки скоростей обрабатывающего центра «Beaver» является важной задачей. Ее решение основано на анализе выполняемых технологических операций, используемого оборудования, материалов веществ и средств оснащения. Данную информацию представим в виде паспорта (таблица 8), составленного на основе рекомендаций [6].

Таблица 8 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс»	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
технологический процесс изготовления шестерни коробки скоростей обрабатывающего центра «Beaver»	токарная операция	оператор станков с числовым программным управлением	SAMAT 400XC, трехкулачковый самоцентрирующий патрон, резец проходной отогнутый правый ГОСТ 18868-73	сталь 40Х ГОСТ 4543-71, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость
	зубострогальная операция	зуборезчик	5С276ПФЗ, специальное зажимное приспособление, резец зубострогальный для прямозубых конических колес	сталь 40Х ГОСТ 4543-71, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [6]

Как видно из представленного технологического паспорта особенностью технологического процесса является широкое использование станков оснащенных системами числового программного управления. Это приводит к необходимости использования соответствующих средств технологического оснащения и технических жидкостей при выполнении технологических операций.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

На основе анализа таблицы 8 проведем идентификацию опасных и вредных производственных факторов, возникновение которых возможно на рассматриваемом производственном участке при изготовлении детали. Также необходимо определить источники возникновения данных факторов. Результаты приведем в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
токарная операция, зубострогальная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	станок, средства технологического оснащения
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	станок, средства оснащения, транспорт»[6]

Продолжение таблицы 9

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	станок
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	станок, средства технологического оснащения
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	смазочно-охлаждающая жидкость
	физическая динамическая нагрузка	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	стереотипные рабочие движения	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт» [6]

Приведенные в таблице 9 опасные и вредные факторы могут нанести вред работникам производства, а часть из них повлиять на качество выполняемых работ. Основными источниками опасных и вредных факторов являются технологическое оборудование и средства технологического оснащения.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью снижения влияния выявленных опасных и вредных факторов, возникающих при выполнении технологического процесса, а также приведения их к нормативным значениям, необходимо разработать специализированные меры и произвести выбор специальных технических средств. Полученные результаты приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, зачистка заусенцев	фартук для защиты от общих производственных загрязнений, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	инструктаж, виброгасящие устройства и приспособления	ботинки кожаные с защитным подноском» [6]

Продолжение таблицы 10

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	инструктаж, устройства и приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума	наушники противошумные или вкладыши противошумные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, система аварийного отключения оборудования, средства изоляции	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктаж по охране труда, устройства местного освещения	—
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	инструктаж по охране труда, устройств ограждающие опасные зоны	халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений с нагрудником
физическая динамическая нагрузка	инструктаж по охране труда, периодические регламентируемые перерывы	—
стереотипные рабочие движения	инструктаж по охране труда, регламентируемые перерывы» [6]	—

Разработка приведенных в таблице 10 мер позволит снизить влияние опасных и вредных факторов до нормативных значений, что обеспечит соответствующие условия труда, снизит риск травматизма и появления профзаболеваний.

Выполнение данного раздела позволило рассмотреть вопросы обеспечения производственной безопасности выполнения технологического процесса. Для этого проведен анализ выполняемых технологических операций, используемого оборудования, материалов веществ и средств оснащения. На основе данного анализа проведена идентификация опасных и вредных производственных факторов, возникновение которых возможно на рассматриваемом производственном участке. Определены источники их возникновения. Разработаны специализированные меры и произведен выбор специальных технических средств, позволяющие снизить влияние выявленных опасных и вредных факторов.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

При написании бакалаврской работы было предложено изменить:

- оборудование на горизонтально-протяжной операции 030;
- оборудование на зубострогальных операциях 035 и 040;
- оборудование на торцекруглошлифовальных операциях 050, 055, 065 и 070;
- режимы резанья на внутришлифовальной операции 060.

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.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операциях 030 – 070, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники: паспорт станка, данные предприятия по тарифам на энергоносители, сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel. С помощью него 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 2534938,67 рублей.

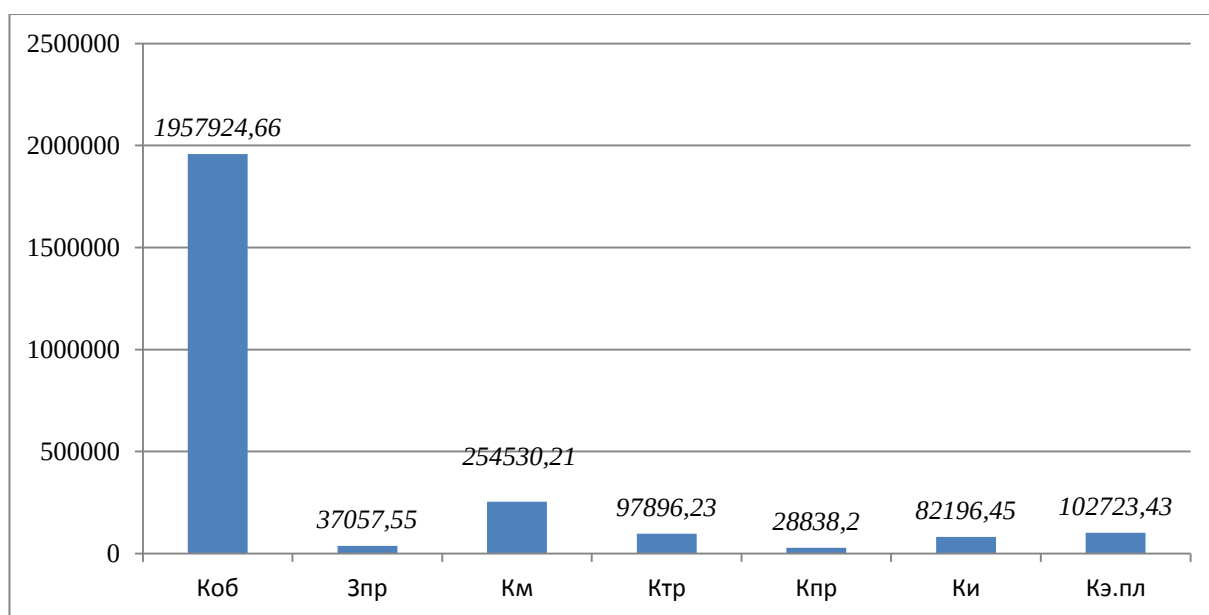


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты с основное технологическое оборудование ($K_{ОБ}$), величина которых составляет 76,45 %, Все остальные затраты находятся в объеме менее 10 % от общей величины капитальных вложений.

На рисунке 6 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Шестерня коробки скоростей», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

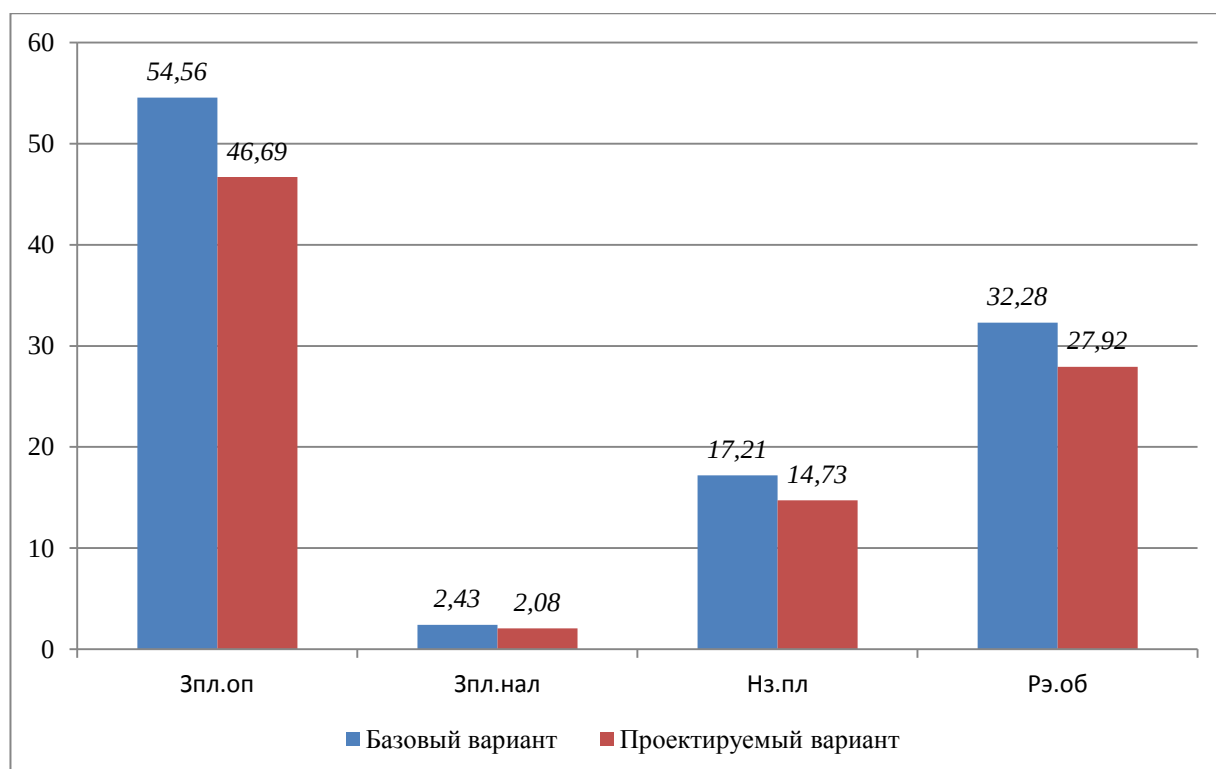


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Шестерня коробки скоростей», по вариантам, руб.

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.

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 51,25 % для базового варианта и 51,08 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости. Вторая это расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 30,31 % для базового варианта и 30,54 % для проектируемого

варианта, от всего значения технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по операциям 030-070 технологического процесса, представлены на рисунке 7.

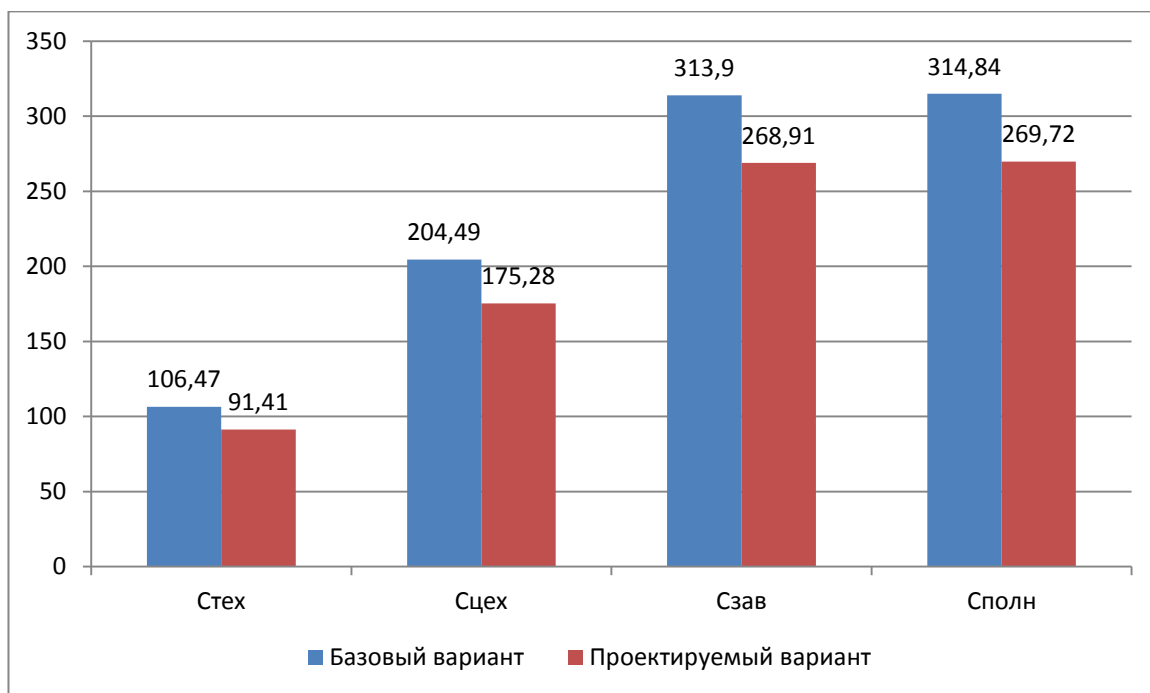


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

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

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 2561166,71 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 513933,54 рубля, что доказывает эффективность предложенных мероприятий. Значит, на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,20 рублей.

Заключение

Основными можно считать следующие результаты выполнения данной выпускной квалификационной работы. В первом разделе сформулированы задачи работы. Для их постановки подробно проанализированы функциональное назначение детали и условия ее эксплуатации, технологические показатели детали, тип производства. Во втором разделе разработана технология изготовления детали спроектированная на базе типового технологического процесса. Для решения данной задачи произведен выбор и проектирование заготовки, разработан план изготовления детали, произведен выбор оборудования и технологической оснастки, спроектированы операции технологического процесса. В третьем разделе разработаны технические мероприятия, направленные на совершенствование базовой технологии изготовления детали. Для этого сначала были выявлены технически несовершенные операции. С целью устранения выявленных недостатков спроектирован патрон для установки заготовок на токарных операциях и резца для проведения долбежной операции. В четвертом разделе проведена оценка спроектированной технологии изготовления детали на безопасность и экологичность ее выполнения и предложены мероприятия по устранению выявленных негативных воздействий. В пятом разделе проведены комплексная оценка экономических показателей спроектированной технологии по результатам которой сделан вывод об ее эффективности.

Все задачи, поставленные в ходе выполнения работы, достигнуты. В связи с этим цель данной выпускной квалификационной работы, которая заключалась в разработке технологического процесса изготовления шестерни коробки скоростей обрабатывающего центра «Beaver» обеспечивающего выпуск годовой программы деталей отвечающих всем техническим требованиям в условиях среднесерийного производства можно считать достигнутой.

Список 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: 15.08.2021).
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: 18.09.2021).
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: 15.08.2021).
5. Горбачев А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбачев, 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: 10.10.2021).
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: 16.08.2021).

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: 19.09.2021).

10. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 05.09.2021).

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: 16.08.2021).

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: 12.10.2021).

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: 18.09.2021).

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: 19.08.2021).

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: 09.09.2021).

17. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 23.09.2021).

18. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 13.08.2021).

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: 07.09.2021).

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: 26.09.2021).

25.Химический состав и физико-механические свойства стали 40Х [Электронный ресурс]. – URL: http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X (дата обращения: 06.08.2021).

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: 23.09.2021).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дubl																			
Взам																			
Подп.																			
Разработал	Линьков				ТГУ Кафедра ОТМП														
Проверил	Левашкин																		
Утвердил					Шестерня														
Н. контр.																			
М01	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71																		
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ									
	12	166	12	1	10	0,76	24	φ101×97,8	1	18									
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции					Обозначение документа									
Б	Код наименования оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт			
А03	XX XX XX 000 Заготовительная																		
Б04	Горизонтально-кавочная машина 3 1234 12 1Р 1 1																		
О5																			
А 06	XX XX XX 005 4110 Токарная ИОТ 687-98																		
Б 07	381114 Токарно-винторезный SAMAT400XC 3 18217 12 1Р 1 1 1 331 1 19 2,045																		
Т 08	392190 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-63; 392190 Резец проходной отогнутый правый																		
Т 09	ГОСТ 18886-73 Т5К10; 392190 Резец подрезной ГОСТ 9795-73 Т5К10 ГОСТ 3882-74;																		
Т 10	393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1 ГОСТ 166-89;																		
Т 11																			
А12	XX XX XX 010 4110 Токарная ИОТ 687-98																		
Б 13	381114 Токарно-винторезный SAMAT400XC 3 18217 12 1Р 1 1 1 331 1 19 3,463																		
Т 14	392190 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-63; 392190 Резец проходной отогнутый правый																		
Т 15	ГОСТ 18886-73 Т5К10; 392190 Резец подрезной ГОСТ 9795-73 Т5К10 ГОСТ 3882-74;																		
Т 16	393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1 ГОСТ 166-89;																		
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А 19	XX XX XX 015 4120 Сверлильная															
Б 20	38121X Сверлильный Knuth KSB 40 3 17335 12 1P 1 1 1 331 1 14 1,7															
Т 21	396131 Тиски станочные с эксцентриковым зажимом; 391210 Сверло спиральное ГОСТ 10902-77, Р18;															
Т 22	393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1 ГОСТ 166-89;															
23																
А 24	XX XX XX 020 4110 Токарная ИОТ 687-98															
Б 25	381114 Токарно-винторезный САМАТ400ХС 3 18217 12 1P 1 1 1 331 1 21,5 0,89															
Т 26	392190 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-63; 392190 Резец проходной отогнутый правый															
Т 27	ГОСТ 18886-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1 ГОСТ 166-89;															
28																
А 29	XX XX XX 025 4110 Токарная ИОТ 687-98															
Б 30	381114 Токарно-винторезный САМАТ400ХС 3 18217 12 1P 1 1 1 331 1 21,5 0,72															
Т 31	392190 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-63; 392190 Резец проходной отогнутый правый															
Т 32	ГОСТ 18886-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1 ГОСТ 166-89;															
33																
А 34	XX XX XX 030 4180 Протяжная															
Б 35	381751 Вертикально-протяжной 7Б64 3 17845 12 1P 1 1 1 331 1 9 1,95															
Т 36	396171 специальное приспособление; 392350 Протяжка для шлицевых отверстий ГОСТ 25161-82;															
Т 37	394630 биенамер Б10М															
38																
А 39	XX XX XX 035 Зубонарезание															
Б 40	381313 Зубострогальный 5С276ПФЗ 3 12287 12 1P 1 1 1 331 1 22 8,29															
Т 41	392190 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-63; 381114 Резец зубострогальный ГОСТ 5392-80;															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

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
А 44	393311 Прибор ШМ1 для контроля шагов														
45															
А 46	XX XX XX 040 Зубонарезание														
Б 47	381313	Зубострогальный	5С276ПФЗ	3	12287	12	1Р	1	1	1	331	1	22	4,285	
Т 48	392190 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-63; 381114 Резец зубострогальный ГОСТ 5392-80;														
Т 49	393311 Прибор ШМ1 для контроля любых шагов														
50															
А 51	045 Термическая														
Б 52	Закалка и отпуск всех поверхностей до твердости HRC 40±2														
53															
А 54	XX XX XX 050 Шлифовальная 4131														
Б 55	381313	Торцевкругло шлифовальный	ЗТ153Е	3	18873	12	1Р	1	1	1	331	1	11	0,905	
Т 56	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД100×40×22 ГОСТ3882-74														
Т 57	393410 микрометр 0,1														
58															
А 59	XX XX XX 055 Шлифовальная 4131														
Б 60	381313	Торцевкругло шлифовальный	RSM 750 3	18873	12	1Р	1	1	1	331	1	11	0,905		
Т 61	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД200×40×76														
Т 62	ГОСТ3882-74; 393410 микрометр 0,1														
63															
А 64	XX XX XX 060 Внутршлифовальная 4132														
Б 65	381312	Внутршлифовальный	RIG150 2	18873	12	1Р	1	1	1	331	1	7	0,913		
Т 66	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД32×40×10 ГОСТ3882-74														
МК															

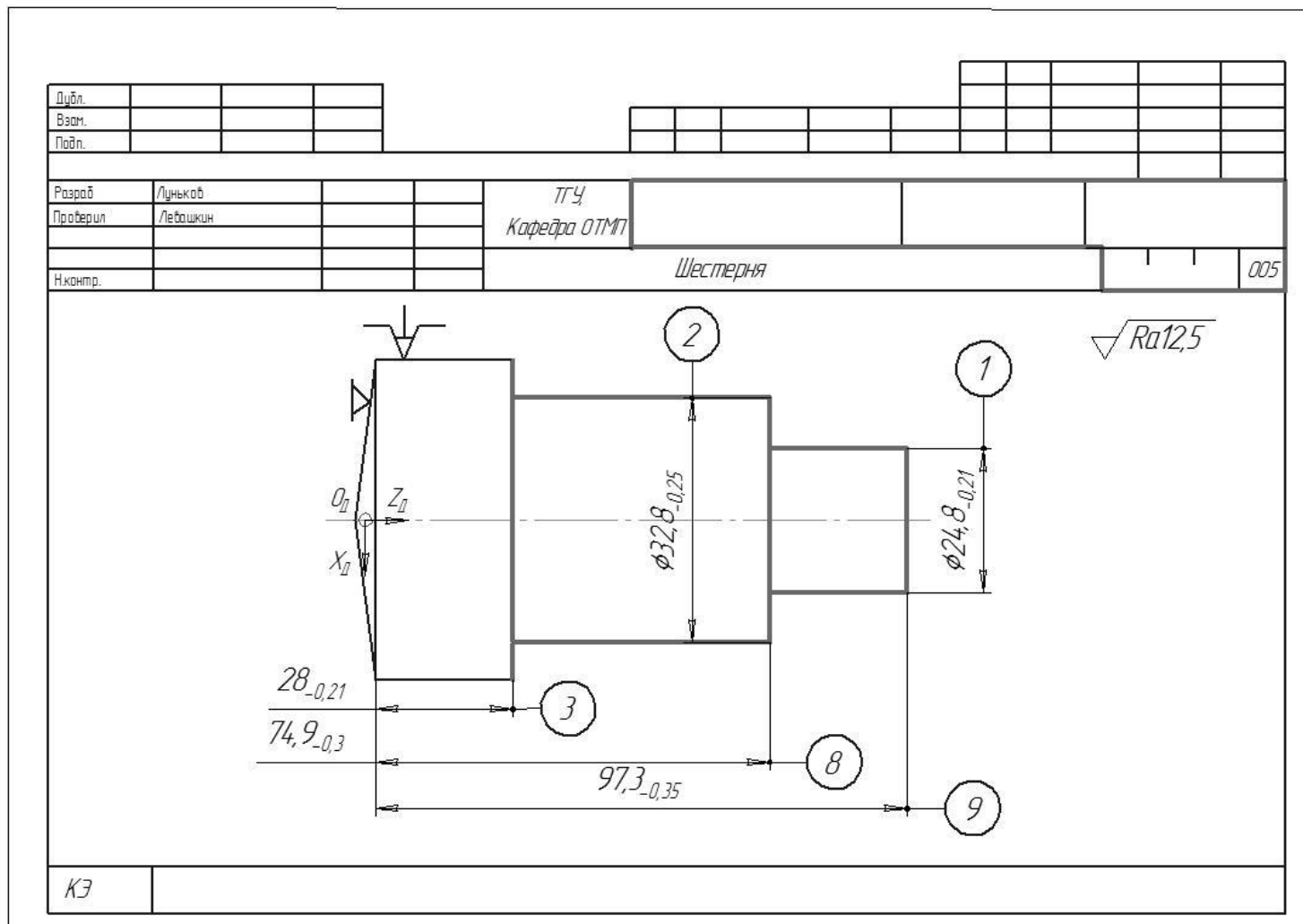
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
A 69	XX XX XX 065 Шлифовальная 4131														
Б 70	381313 Торцевкругло шлифовальный RSM 750 3 18873 12 1Р 1 1 1 331 1 11 0,9														
T 71	396110 Патрон 3-х ккулачковый ГОСТ2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД100×40×22 ГОСТ3882-74														
T 72	393410 микрометр 0,1														
73															
A 74	XX XX XX 070 Шлифовальная 4131														
Б 75	381313 Торцевкругло шлифовальный RSM 750 3 18873 12 1Р 1 1 1 331 1 11 0,902														
T 76	396110 Патрон 3-х ккулачковый ГОСТ2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД100×40×22 ГОСТ3882-74														
T 77	393410 микрометр 0,1														
78															
A 79	075 Моечная														
Б 80	Моечная машина														
81															
A 82	080 Контрольная														
83	Стол контрольный. Калибр ИЧ02 ГОСТ 577-75														
84															
85															
86															
87															
88															
89															
90															
91															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



КЭ

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.116-82										Формат	
Дубл.	Взам.	Подл.									
Разраб.	Луньков										
Проверил	Левашкин										
Кафедра ОТМП											
Шестерня										Цех	Уч. Р.М. Опер.
											005
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
410 Токарная с ЧПУ		Сталь 40Х ГОСТ 14543-71		HRC 40	166	12	#99.2x96		18	1	
Оборудование: Токарно-винторезный с ЧПУ		Обозначение программы		Тв	Тв	Тв	Тшт	Сож			
SAMAT 400ХС		—		136	0,359	19	2,045	Укринал-1			
P		пи	О или В	L	t	i	s	п	v		
O 01					мм		мм/об	об/мин	м/мин		
T 02	1. Установить заготовку										
T 03	392190 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-63; 392190 Резец проходной отогнутый правый										
O 04	ГОСТ 18886-73 Т5К10; 392190 Резец подрезной ГОСТ 9795-73 Т5К10 ГОСТ 3882-74;										
05	2. Подрезать торец, ^① согласно эскиза										
O 06		1		2	1	0,5	1250	94,2			
P 07	3. Точить, выдерживая размеры ^① , ^② , ^③ , ^④ согласно эскиза										
O 08		1		3	1	0,5	315	98,1			
09											
10	4. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.										
11											
12											
КЭ											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

[illegible]

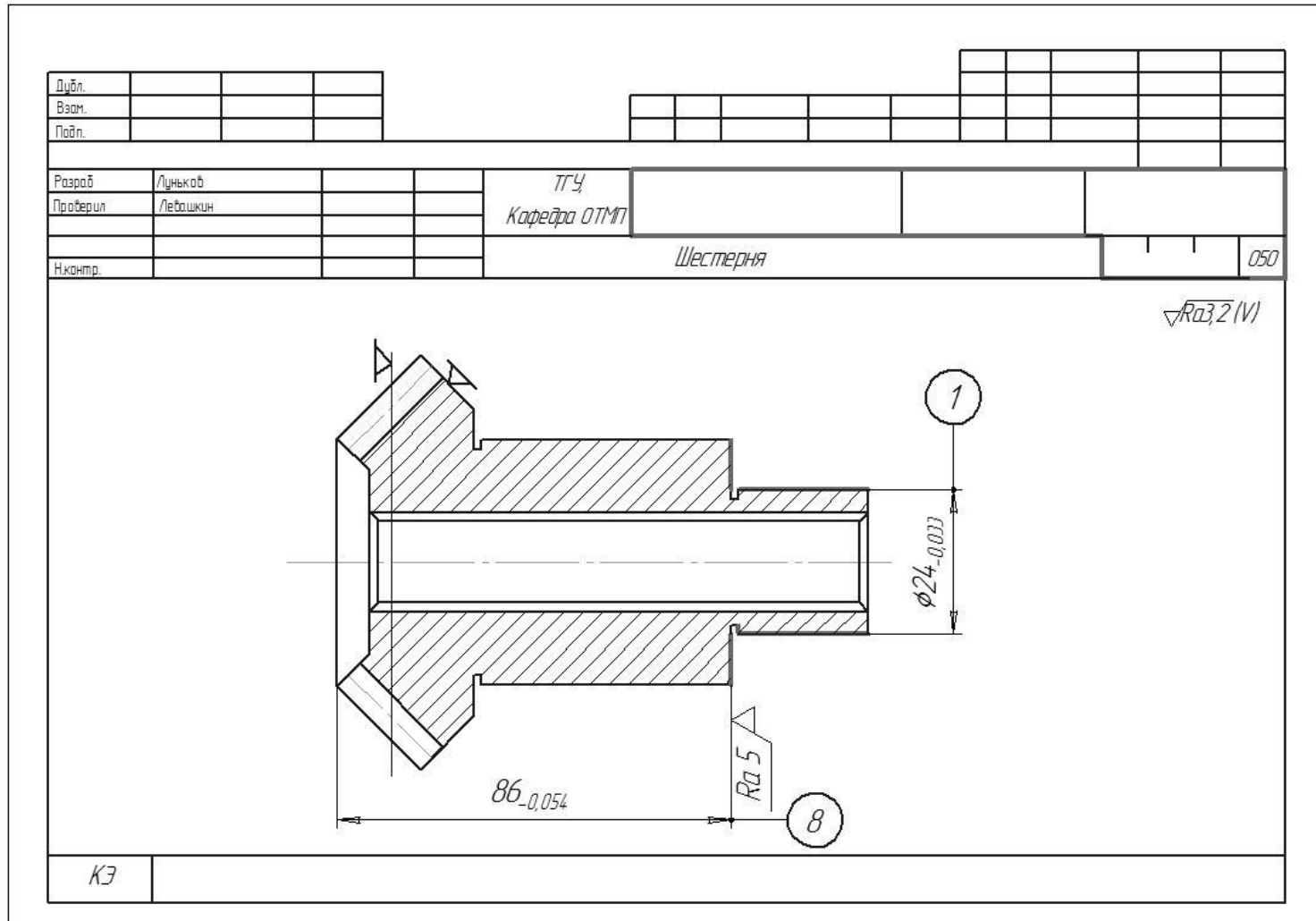
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.116-82										Формат	
Дубл.	Взам.	Подл.									
Разраб.	Луньков										
Проверил	Левашкин										
Н.контр.											
Шестерня										Цех	Уч.
										Р.М.	Опер.
										015	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
4131 Сверлильная		Сталь 40 ГОСТ 14543-71		HRC 40	166	12	#99,2x96		18	1	
Оборудование		Обозначение программы		Тр	Тб	Тгв	Тшт	Слож			
Knuth KSB 40				0,71	0,874	14	1,692	Украина-1			
Р	П			Д или В	L	t	i	S	п	V	
0 01	1. Установить заготовку					мм		мм/об	об/мин	м/мин	
Т 02	396131 Тиски станочные с эксцентриковым зажимом; 391210 Сверло спиральное ГОСТ 10902-77, Р18;										
Т 03	2.Сверлить , выдерживая размеры ⁽¹⁰⁾ согласно эскиза										
0 04	1					8	1	0,23	630	31,7	
Р 05	3. Зенкеровать , выдерживая размеры ⁽¹⁶⁾ согласно эскиза										
0 06	1					1	1	0,7	200	12,6	
Р 07	4. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.										
0 08											
0 09											
10											
11											
КЗ											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Формат		
Дубл.	Взам.	Подл.										
Разраб.	Луньков											
Проверил	Левашкин											
Н.контр.												
Шестерня										Цех	Уч. Р.М. Опер.	
Наименование операции										МЗ КОИД		
Материал												
Твердость												
ЕВ												
МД												
Профиль и размеры												
МЗ												
КОИД												
Оборудование												
Обозначение программы												
RSM 750												
0,015												
0,84												
11												
0,905												
Укринал-1												
P	пи										D или B	
L	L										t	
i	i										S	
n	n										V	
0 01	1. Установить заготовку										мм мм/об об/мин м/мин	
T 02	396110 Патрон 3-х ккцлачковый ГОСТ2675-80; Шлифовальный круг 25A40НСМ29К26 ГОСТ3882-74;											
T 03	393410 Шаблон ГОСТ 2534-74											
0 04	2.Шлифовать , выдерживая размеры ①, ②, согласно эскиза											
P 05	1										0,25 1 12,5 310 20	
0 06	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											
P 07												
0 08												
0 09												
10												
11												
K3												

Спецификации к сборочным чертежам

[illegible]

Продолжение таблицы Б.1

60