

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 шкива зубчато-ременной передачи

Обучающийся	<u>В.А. Красавин</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультанты	<u>канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Тольятти 2023

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления шкива зубчато-ременной передачи».

Выпускная квалификационная работа состоит из 59 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части.

Пояснительная записка включает введение, пять основных разделов и заключение, а также список используемых источников и приложения.

Во введении обоснована актуальность темы работы, а также сформулирована ее цель, которая заключается в разработке технологии изготовления шкива, обеспечивающей заданные количественные и качественные параметры детали при минимальной себестоимости изготовления.

В первом разделе работы сформулированы основные задачи работы, решение которых позволит достичь требуемой цели. «Для их формулирования производится анализ имеющихся данных и типа производства, в условиях которого изготавливается деталь» [9].

«Во втором разделе проектируется технология изготовления детали. Для этого решены задачи проектирования заготовки, разработки плана изготовления детали, выбора средств технологического оснащения и расчета режимов резания и нормирования» [9].

«В третьем разделе проектируются специальные средства технологического оснащения цанговый патрон и токарный резец» [9], что позволило устранить недостатки базовой технологии изготовления детали.

В четвертом разделе выявляются опасные и вредные производственные факторы. Оценивается пожарная безопасность на производстве, а также влияние производственного процесса на экологию.

«В пятом разделе рассчитываются основные экономические показатели предлагаемой технологии изготовления детали и мероприятий по ее совершенствованию» [9].

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ технологичности детали	6
1.3 Анализ характеристик типа производства.....	8
1.4 Формулировка задач работы.....	10
2 Разработка технологической части	11
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	11
2.2 Проектирование плана изготовления детали	20
2.3 Выбор средств технологического оснащения	21
2.4 Расчет режимов резания и нормирование	24
3 Проектирование специальных средств оснащения	26
3.1 Проектирование цангового патрона.....	26
3.2 Проектирование токарного резца	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта	33
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	33
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	35
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	37
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта	38
5 Экономическая эффективность работы	40
Заключение	44
Список используемых источников.....	45
Приложение А Технологическая документация.....	48
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	57

Введение

«Зубчато-ременные передачи нашли широкое распространение в самых различных машинах и механизмах для соединения двигателя с приводом» [9]. Данные передачи имеют ряд преимуществ по сравнению с плоскоременными передачами. К основным преимуществам относят: небольшие габариты, высокий коэффициент полезного действия, отсутствие проскальзывания, малая вытяжка ремня, большие величины передаваемой мощности и крутящего момента. Недостатком данной передачи является более сложная конструкция всех элементов, входящих в нее. Сочетание таких преимуществ и недостатков ограничивает область применения зубчато-ременных передач ответственными машинами и механизмами. Например, станки, автомобили, робототехника и тому подобное.

«Шкив, рассматриваемый в данной выпускной квалификационной работе, является одним из основных элементов зубчато-ременной передачи, обеспечивающей передачу крутящего момента от зубчатого ремня на вал привода» [9]. В связи с тем, что данная деталь является ответственной, технология ее изготовления должна обеспечивать выполнение всех технических требований для всей производственной программы. Так же следует учитывать и необходимость обеспечения максимально возможных экономических показателей. Следовательно, технология изготовления шкива должна обеспечивать минимум затрат на изготовления. Для этого необходимо учитывать особенности типа производства, в условиях которого изготавливается шкив, а также максимально эффективно использовать возможности действующего производства. В случае необходимости произвести его модернизацию.

Таким образом, цель работы заключается в разработке технологии изготовления шкива, обеспечивающей заданные количественные и качественные параметры детали при минимальной себестоимости ее изготовления.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали

«Рассматриваемый в работе шкив входит в состав зубчато-ременной передачи, выполняющей передачу крутящего момента от вала электродвигателя на привод исполнительного механизма» [9]. «При этом происходит понижение частоты вращения, то есть передача является понижающей» [9]. Для передачи крутящего момента в конструкции шкива предусмотрены зубья, воспринимающие вращение от зубчатого ремня и шлицы, обеспечивающие дальнейшую передачу вращения на вал привода. Передача крутящего момента осуществляется боковыми поверхностями зубьев и шлиц соответственно. Кроме этого шлицы обеспечивают установку и центрирование шкива на валу привода.

Условия работы шкива зависят от области применения передачи. В случае использования в автомобильном транспорте или других механизмах, работающих во внешней среде, возможно влияние различных климатических факторов, таких как, атмосферные осадки, повышенная влажность, запыленность, пониженная или повышенная температура окружающей среды. Это может значительно ускорить износ рабочих поверхностей детали, прежде всего зубчатого венца, привести к возникновению коррозии, а при определенных условиях разрушению отдельных поверхностей. В случае использования шкива в машинах и механизмах, работающих в закрытых производственных помещениях, «влияние внешних атмосферных факторов практически исключено, так как в производственных помещениях поддерживается определенный микроклимат» [9]. При этом влияние оказывают производственные факторы, такие как, используемые технологические жидкости, вибрации от машин и механизмов, возможность попадания стружки и ряд других. Данные факторы также могут привести к аналогичным негативным последствиям, в том числе и разрушению детали.

1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность детали комплексный параметр, определяемый материалом и конструкцией детали, а также показателями механической обработки. Проведение данного анализа позволит определить основные особенности детали и учесть их при проектировании технологии ее изготовления.

«Технологичность материала детали определяется его составом и свойствами» [9]. «В качестве материала шкива используется сталь 40ХГНМ. Химический состав стали: углерода от 0,37% до 0,42%, хрома от 1% до 1,3%, марганца от 0,9% до 1,2%, никеля от 1% до 1,3%, молибдена до 1% и другие элементы в незначительных количествах» [23]. «Механические характеристики: предел прочности 980 МПа, предел текучести 835 МПа, относительное удлинение после разрыва 12%» [23].

«Приведенные показатели позволяют сделать следующие выводы» [9]. Материал обладает всеми необходимыми свойствами для выполнения детали ее служебного назначения. При этом материал хорошо подвергается механической обработке лезвийным инструментом. Это подтверждается значениями «коэффициентов обрабатываемости, которые для твердосплавного и быстрорежущего инструмента составляют 0,7 и 0,8 соответственно» [9]. «Также материал обладает хорошими пластическими свойствами, что позволит применить для получения заготовки достаточно точные и производительные методы штамповки» [9]. Следует учесть, что данный материал имеет заменитель с хорошими литейными свойствами. Это дает возможность получения заготовки более дешевыми методами литья. Однако, материал с улучшенными литейными свойствами более дорогой, а точность заготовок, получаемых литьем ниже.

Технологичность конструкции детали обеспечивается формой, размерами и взаимным расположением поверхностей ее формирующих. В данном случае контур детали сформирован простыми поверхностями, для

получения которых достаточно простых формообразующих движений, за исключением одной поверхности – зубчатого венца. В конструкции использованы типовые конструктивные элементы, такие как фаски, скругления, канавки. Размеры элементов детали соответствуют стандартному ряду, что позволит использовать для их получения стандартный режущий инструмент и технологическую оснастку. Поверхности расположены соосно относительно друг друга, за исключением четырех отверстий, расположенных радиально относительно оси детали. Следовательно, получение поверхностей не потребует осуществления сложных вспомогательных движений от оборудования. Возможно применение параллельной и параллельно-последовательной обработки, что сократит время изготовления детали.

Технологичность механической обработки определяется требуемой точностью и шероховатостью поверхностей, а также возможностями базирования заготовок. Точность и шероховатость поверхностей детали позволяет их добиться стандартными методами обработки, что позволяет использовать стандартный и нормализованный режущий инструмент, средства контроля и технологическое оборудование нормальной и повышенной точности. Базирование заготовок на операциях механической обработки возможно осуществить с применением стандартных схем базирования с использованием естественных технологических баз, что позволит применить стандартную технологическую оснастку для их реализации.

Анализ детали на технологичность позволяет сделать заключение о том, что деталь имеет хорошие показатели технологичности, но при этом имеется ряд особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании технологии ее изготовления. Среди них можно отметить наличие в конструкции детали четырех несоосных отверстий, зубчатого венца и шлиц. Для получения данных конструктивных элементов детали, возможно, потребуется применения специальных или специализированных

средств технологического оснащения.

1.3 Анализ характеристик типа производства

Характеристики типа производства определяют основные его показатели, обеспечивающие его эффективность. Для определения типа производства используются различные подходы.

Первый вариант основан на определении коэффициента закрепления операций и требует знания всей номенклатуры производства, а также состава технологического оборудования. В данном случае такие данные отсутствуют.

Второй подход основан на предположении, что деталь является типовым представителем номенклатуры изготавливаемых на производстве деталей. Тогда тип производства может быть определен по массе детали и программе ее выпуска. В данном случае этот подход применим.

Исходные данные по массе детали берем с чертежа детали, годовую программу выпуска из задания на проектирование. «При массе детали равной 1,8 кг и годовой программе выпуска 5000 штук в год тип производства среднесерийный» [6].

«Среднесерийный тип производства имеет следующие основные характеристики» [6]:

- «форма организации техпроцесса групповая поточная или не поточная» [6];
- «стратегия проектирования техпроцесса последовательная на основе типовых технологических процессов» [6];
- «предпочтительные методы получения заготовки литье и штамповка» [6];
- «выбор маршрутов обработки поверхностей по коэффициенту удельных затрат» [6];
- определение припусков в зависимости от требуемой точности выполнения размера расчетно-аналитическим или статистическим

методом;

- применение максимальной концентрации переходов при проектировании операций технологического процесса;
- методы достижения точности работой на настроенном оборудовании и применением систем активного контроля;
- соблюдение основных принципов базирования;
- определение режимов резания на операциях техпроцесса, в зависимости от требуемой точности обработки, производится расчетным или статистическим методом;
- предпочтительно применение универсального и оснащенного системами числового программного и адаптивного управления оборудования, допускается применение специализированного оборудования;
- предпочтительно применение универсальных, стандартизированных и стандартных станочных приспособлений с механизированным приводом, в обоснованных случаях допускается применение специальных станочных приспособлений;
- предпочтительно применение универсального режущего инструмента из современных высокопроизводительных инструментальных материалов, обладающих высокой стойкостью, в обоснованных случаях «допускается применение специального инструмента» [6];
- «выбор средств контроля определяется контролируемыми параметрами» [6], формой и точностью контролируемых поверхностей, особенностями организации системы контроля качества на производстве, предпочтение следует отдавать стандартным средствам контроля, средствам бесконтактного и неразрушающего контроля;
- технологический процесс оформляется в виде стандартной маршрутной или маршрутно-операционной технологической документации.

1.4 Формулировка задач работы

Сформулируем задачи работы на основе полученных данных.

Основной задачей является «проектирование технологии изготовления детали» [9]. «Для этого необходимо решить задачи проектирования заготовки, разработки плана изготовления детали, выбора средств технологического оснащения и расчета режимов резания и нормирования» [9].

«Следующей важной задачей является проектирование специальных средств технологического оснащения, которые позволят устранить недостатки базовой технологии изготовления детали» [9].

Далее необходимо решить задачу по выявлению опасных и вредных производственных факторов. Оценить пожарную безопасность на производстве, а также выявить влияние производственного процесса на экологию.

Заключительная задача – это расчет основных экономических показателей предлагаемой технологии изготовления детали и мероприятий по ее совершенствованию.

В ходе выполнения первого раздела данной выпускной квалификационной работы сформулированы ее основные задачи, решение которых позволит достичь требуемой цели. Для их формулирования произведен анализ имеющихся данных и типа производства, в условиях которого изготавливается деталь.

2 Разработка технологической части

2.1 Выбор и проектирование заготовки

Первой из поставленных задач была задача проектирования заготовки. Анализы технологичности детали и типа производства показали, что в данном случае возможно несколько вариантов получения заготовки. «Первый вариант получение заготовки штамповкой, второй отливкой» [4]. «Выбор варианта получения заготовки традиционно решается путем экономического сравнения данных вариантов» [4]. «Сравниваются затраты на получение детали из заготовки по формуле:

$$C_i = C_{zi} + C_{обри}, \quad (1)$$

где C_{zi} – затраты на получение заготовки, руб.;

$C_{обри}$ – затраты на механическую обработку, руб.;

i – индекс варианта получения заготовки» [4].

«Затраты на получение заготовки рассчитываются по формуле:

$$C_{zi} = \frac{C_{mi} \cdot M_{zi}}{1000} \cdot K_{сп} \cdot K_T \cdot K_{сл}, \quad (2)$$

где C_{mi} – цена материала за тонну, руб.;

M_{zi} – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$ – коэффициент, определяемый способом получения заготовки;

K_T – коэффициент, определяемый необходимой точностью заготовки;

$K_{сл}$ – коэффициент, определяемый сложностью получения заготовки» [4].

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

$$M_{3i} = M_d \cdot K_p, \quad (3)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [4].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной штамповкой в штампах, 2 для заготовки, полученной литьем в земляные формы» [4].

$$M_{31} = 1,8 \cdot 1,22 = 2,2 \text{ кг.}$$

$$M_{32} = 1,8 \cdot 1,39 = 2,5 \text{ кг.}$$

«Тогда затраты на получение заготовки равны.

$$C_{31} = \frac{20000 \cdot 2,2}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 36,08 \text{ р.}$$

$$C_{32} = \frac{20000 \cdot 2,5}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 49,2 \text{ р.} \text{» [4].}$$

«Затраты на механическую обработку для каждого метода рассчитываются по формуле:

$$C_{обри} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{имi}} - 1\right) \cdot M_d}{K_0}, \quad (4)$$

где $C_{уд}$ – удельная стоимость обработки, руб./кг;

$K_{имi}$ – коэффициент использования материала;

K_0 – коэффициент обрабатываемости материала» [4].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$K_{имi} = \frac{M_d}{M_3}. \quad (5) \text{» [4]}$$

«Выполняем расчеты.

$$K_{им1} = \frac{1,8}{2,2} = 0,82.$$

$$K_{им2} = \frac{1,8}{2,5} = 0,72 \text{» [4].}$$

«Затраты на механическую обработку равны.

$$C_{\text{обр1}} = \frac{120 \cdot \left(\frac{1}{0,82} - 1\right) \cdot 1,8}{1,1} = 43,1 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр2}} = \frac{120 \cdot \left(\frac{1}{0,72} - 1\right) \cdot 1,8}{1,1} = 76,36 \text{ р} \gg [4].$$

«Тогда затраты на получение детали из заготовки составят.

$$C_1 = 36,08 + 43,1 = 79,18 \text{ р.}$$

$$C_2 = 49,2 + 76,36 = 125,56 \text{ р} \gg [4].$$

«Из проведенных расчетов следует, что метод получения заготовки штамповкой имеет лучшие экономические показатели. Дальнейшее проектирование заготовки выполняем для данного метода» [4].

«Для определения размеров заготовки необходимо к размерам детали прибавить припуски на обработку поверхностей и напуски» [9]. Определим припуски на обработку. Для этого необходимо определить маршруты обработки каждой из поверхности, а затем назначить для каждого технологического перехода соответствующий ему припуск.

Выбор маршрутов обработки поверхностей из условия обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат. Сначала выполним эскиз детали и присвоим номер каждой поверхности (рисунок 1).

Далее для каждой поверхности определим маршрут ее обработки, который представляет собой набор методов обработки. Для этого, исходя из вида обрабатываемого материала, требуемой точности обработки поверхности и ее шероховатости, выбираем все возможные варианты наборов методов обработки. Затем находим коэффициент удельных затрат для каждого метода обработки [8]. После этого суммируем найденные коэффициенты для каждого маршрута и выбираем маршрут с наименьшим значением суммарных удельных затрат.

Такой подход при проектировании маршрутов обработки поверхностей с достаточной на стадии проектирования точностью позволяет выявить оптимальные маршруты обработки.

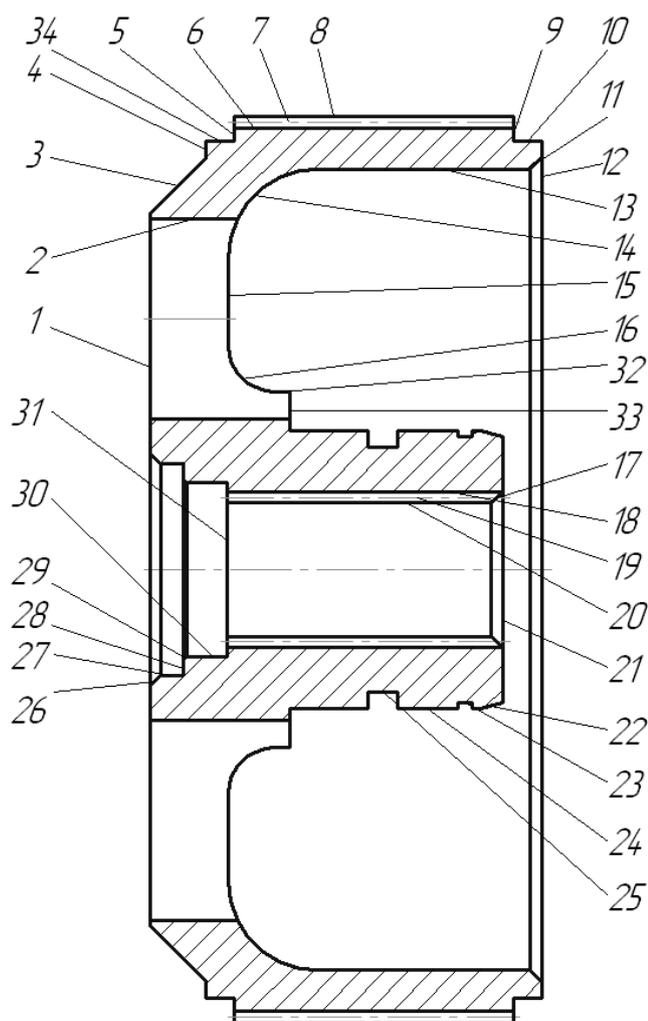


Рисунок 1 – Эскиз детали

Получаем следующие маршруты обработки поверхностей.

«Маршрут обработки для поверхностей 1, 12 с параметрами точности 14 квалитет и шероховатостью 2,5 мкм: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [8].

«Маршрут обработки для поверхностей 2, 27, 28 с параметрами точности 14 квалитет и шероховатостью 12,5 мкм: сверление, термическая обработка» [8].

«Маршрут обработки для поверхностей 3, 4, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 21, 32, 34 с параметрами точности 14 квалитет и шероховатостью 12,5 мкм: точение черновое, термическая обработка» [8].

Маршрут обработки для поверхности 6 с параметрами точности 10

степень точности и шероховатостью 12,5 мкм: зубофрезерование, термическая обработка.

Маршрут обработки для поверхности 7 с параметрами точности 7 степень точности и шероховатостью 1,6 мкм: зубофрезерование, шевингование, термическая обработка.

Маршрут обработки для поверхности 8 с параметрами точности 6 квалитет и шероховатостью 1,6 мкм: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое.

Маршрут обработки для поверхностей 17, 22, 23, 25, 26, 29 с параметрами точности 14 квалитет и шероховатостью 12,5 мкм: точение чистовое, термическая обработка.

Маршрут обработки для поверхностей 18, 19 с параметрами точности 7 квалитет и шероховатостью 1,6 мкм: протягивание, термическая обработка.

Маршрут обработки для поверхности 20 с параметрами точности 7 квалитет и шероховатостью 1,6 мкм: сверление, точение чистовое, термическая обработка.

Маршрут обработки для поверхности 24 с параметрами точности 6 квалитет и шероховатостью 1,6 мкм: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое.

Маршрут обработки для поверхности 30 с параметрами точности 9 квалитет и шероховатостью 1,6 мкм: сверление, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое.

Маршрут обработки для поверхности 31 с параметрами точности 14 квалитет и шероховатостью 1,6 мкм: сверление, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое.

Маршрут обработки для поверхности 33 с параметрами точности 14 квалитет и шероховатостью 1,6 мкм: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое.

«Определение припусков производится в зависимости от требуемой точности выполнения размера расчетно-аналитическим или статистическим

методом» [9]. «В данном случае для расчета припусков и операционных размеров для поверхности диаметром $25js6(\pm 0,065)$ применим расчетно-аналитический метод» [16].

«В соответствии с принятой методикой расчет минимального припуска производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где a – дефектный слой, мм;

Δ – пространственные отклонения, мм;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [16].

$$\ll z_{1 min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,300^2 + 0,025^2} = 0,601 \text{ мм.}$$

$$z_{2 min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,053^2 + 0,025^2} = 0,260 \text{ мм.}$$

$$z_{3 min} = a_{\text{то}} + \sqrt{\Delta_{\text{то}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,040^2 + 0,012^2} = 0,292 \text{ мм.}$$

$$z_{4 min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,009^2 + 0,012^2} = 0,165 \text{ мм} \gg [16].$$

«Расчет максимального припуска производится по формуле:

$$z_{i max} = z_{i min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (7)$$

где Td_i – допуск размера на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск размера на предыдущем переходе, мм» [16].

$$\ll z_{1 max} = z_{1 min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (1,200 + 0,210) = 1,306 \text{ мм.}$$

$$z_{2 max} = z_{2 min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,260 + 0,5 \cdot (0,210 + 0,084) = 0,407 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,033) = 0,389 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,165 + 0,5 \cdot (0,033 + 0,013) = 0,188 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = 0,165 + 0,5 \cdot (0,033 + 0,013) = 0,188 \text{ мм} \gg [16].$$

«Расчет среднего припуска производится по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [16]$$

$$\ll z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,306 + 0,601) = 0,954 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,407 + 0,260) = 0,334 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,389 + 0,292) = 0,341 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,183 + 0,165) = 0,177 \text{ мм} \gg [16].$$

«Расчет минимальных операционных размеров производится по формуле:

$$d_{(i-1) \min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [16]$$

«В маршруте обработки поверхности предусмотрено выполнение термической обработки. С учетом этого минимальный диаметр на переходе предшествующем термическому рассчитывается по формуле:

$$d_{(T0-1) \min} = d_{(i-1) \min} \cdot 0,999. \quad (10) \gg [16]$$

«Расчет максимальных операционных размеров производится по формуле:

$$d_{(i-1) \max} = d_{(i-1) \min} + Td_{i-1}. \quad (11) \gg [16]$$

«Расчет средних операционных размеров производится по формуле:

$$d_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i \text{ max}} + d_{i \text{ min}}). \quad (12) \gg [16]$$

«Расчеты операционных размеров производим в порядке обратном изготовлению, то есть от готовой детали» [16].

$$d_{4 \text{ min}} = 24,9935 \text{ мм.}$$

$$d_{4 \text{ max}} = 25,0065 \text{ мм.}$$

$$d_{4 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{4 \text{ max}} + d_{4 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (25,0065 + 24,9935) = 25,000 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ min}} = d_{4 \text{ min}} + 2 \cdot z_{4 \text{ min}} = 24,9935 + 2 \cdot 0,165 = 25,3235 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ max}} = d_{3 \text{ min}} + Td_3 = 25,3235 + 0,033 = 25,3565 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{3 \text{ max}} + d_{3 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (25,3565 + 25,3235) = 25,340 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{то min}} = d_{3 \text{ min}} + 2 \cdot z_{3 \text{ min}} = 25,3235 + 2 \cdot 0,292 = 25,9075 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{то max}} = d_{\text{то min}} + Td_{\text{то}} = 25,9075 + 0,160 = 26,0675 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{то ср}} = 0,5 \cdot (d_{\text{то max}} + d_{\text{то min}}) = 0,5 \cdot (26,0675 + 25,9075) = 25,9875$$

мм.

$$d_{2 \text{ min}} = d_{\text{то min}} \cdot 0,999 = 25,9075 \cdot 0,999 = 25,8816 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ max}} = d_{2 \text{ min}} + Td_2 = 25,8816 + 0,084 = 25,9656 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{2 \text{ max}} + d_{2 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (25,9656 + 25,8816) = 25,9236 \text{ мм}$$

$$d_{1 \text{ min}} = d_{2 \text{ min}} + 2 \cdot z_{2 \text{ min}} = 25,8816 + 2 \cdot 0,256 = 26,4016 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ max}} = d_{1 \text{ min}} + Td_1 = 26,4016 + 0,210 = 26,6116 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{1 \text{ max}} + d_{1 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (26,6116 + 26,4016) = 26,5066 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ min}} = d_{1 \text{ min}} + 2 \cdot z_{1 \text{ min}} = 26,4016 + 2 \cdot 0,601 = 27,6036 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ max}} = d_{0 \text{ min}} + Td_0 = 27,6036 + 1,200 = 28,8036 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{0 \text{ max}} + d_{0 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (28,8036 + 27,6036) = 28,2036$$

мм» [16].

«Расчет минимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\text{min}} = d_{0 \text{ min}} - d_{4 \text{ max}}. \quad (13)$$

$$2z_{min} = 27,6036 - 25,0065 = 2,597 \text{ мм} \gg [16].$$

«Расчет максимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (14)$$

$$2z_{max} = 2,5971 + 1,200 + 0,013 = 3,810 \text{ мм} \gg [16].$$

«Расчет среднего общего припуска производится по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,5971 + 3,8101) = 3,204 \text{ мм} \gg [16].$$

«Результаты определения припусков статистическим методом приведены в таблице 1» [21].

Таблица 1 – Припуски на обработку поверхностей

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1, 12	1	1,5	2,2
	2	0,7	0,85
	3	0,3	0,37
6	1	0,7	1,325
	2	0,3	0,337
8	1	0,6	1,475
	2	0,125	0,37
	3	0,10	0,177
20	1	0,7	1,575
	2	0,5	0,59
30	1	0,7	1,575
	2	0,5	0,59
	3	0,3	0,357
	4	0,15	0,193
31	1	0,7	1,575
	2	0,35	0,457
	3	0,15	0,218
33	1	0,8	1,49
	2	0,7	0,825
	3	0,4	0,449
	4	0,1	0,127

«Следующим этапом проектирования заготовки является определение ее параметров» [3]. «Класс точности, в зависимости от метода получения заготовки Т4. Группа стали, в зависимости от содержания углерода и минеральных элементов М2. Степень сложности заготовки С2. Исходный индекс И9. В зависимости от исходного индекса определим начальные допуски: штамповочные уклоны 7°, радиус закругления 3 мм, допустимые значения остаточного облоя не более 1,2 мм, отклонение от концентричности отверстий 1 мм» [3].

2.2 Проектирование плана изготовления детали

«План изготовления проектируется на основе типовых технологических процессов» [11] с соблюдением последовательной стратегии проектирования. В этом случае маршрут изготовления формируется путем анализа имеющихся типовых маршрутов обработки [9], [13]. В ходе анализа типовых маршрутов изготовления необходимо учесть конструктивные различия рассматриваемой и типовой детали, то есть наличие или отсутствие тех или иных поверхностей. Далее необходимо принять решение на включение или исключение из маршрута обработки тех или иных операций. «В результате получен технологический маршрут изготовления детали, приведенный в таблице 2» [11].

Таблица 2 – Маршрут изготовления детали

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 24, 32, 33
010 Токарная	точение	1, 3, 4, 5, 8, 34
015 Сверлильная	сверление	2, 20, 27, 28, 30, 31
020 Токарная	точение	10, 11, 12, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 33
025 Токарная	точение	1, 8, 26, 29, 30, 31
030 Протяжная	шлиценарезание	18, 19

Продолжение таблицы 2

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
035 Зубофрезерная	зубонарезание	6, 7
040 Зубошевинговальная	шевингование	7
045 Термическая	то	все
050 Шлифовальная	шлифование	12, 24, 33
055 Шлифовальная	шлифование	1, 30, 31
060 Шлифовальная	шлифование	8
065 Шлифовальная	шлифование	24, 33
070 Шлифовальная	шлифование	30, 31
075 Моечная	мойка	все
080 Контрольная	контроль	все

План изготовления разрабатываем на основе полученного маршрута обработки детали. «Кроме этого необходимо разработать схемы базирования для каждой операции, проставить операционные размеры и назначить технические требования на выполнение операций. Схемы базирования в данном случае можно использовать типовые, соблюдая при их разработке принципы единства и постоянства баз» [20]. Простановка операционных размеров выполняется в соответствии с принятой схемой базирования, с учетом особенностей настройки используемого оборудования на размер [11]. Технические требования назначаются в зависимости от типа выполняемой операции, технических особенностей используемого оборудования и средств технологического оснащения [10].

2.3 Выбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения производится в соответствии со следующими рекомендациями.

Предпочтительно применение универсального и оснащенного системами числового программного и адаптивного управления оборудования, допускается применение специализированного оборудования.

Предпочтительно применение универсальных, стандартизированных и

стандартных станочных приспособлений с механизированным приводом, в обоснованных случаях допускается применение специальных станочных приспособлений.

Предпочтительно применение универсального режущего инструмента из современных высокопроизводительных инструментальных материалов, обладающих высокой стойкостью, в обоснованных случаях допускается применение специального режущего инструмента.

Выбор средств контроля определяется контролируемыми параметрами, формой и точностью контролируемых поверхностей, особенностями организации системы контроля качества на производстве, предпочтение следует отдавать стандартным средствам контроля, средствам бесконтактного и неразрушающего контроля.

Средства оснащения технологического процесса выбираем с использованием данных [7], [14], [15], [17], [18], [22] и заносим в таблицу 3.

Таблица 3 – Средства оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
005 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	резец контурный специальный, резец расточной контурный ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89
010 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	резец контурный специальный	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89
015 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2С125Ф2	приспособление специальное	сверло спиральное ГОСТ 4010-77, сверло комбинированное	нутромер НМ-50 ГОСТ10-88, калибр
020 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	патрон поводковый ГОСТ2571-71	резец контурный специальный, резец расточной контурный ГОСТ 18879-73, резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73	микрометр МК-80 ГОСТ6507-90, нутромер НМ-50 ГОСТ10-88, калибр

Продолжение таблицы 3

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
025 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	патрон поводковый ГОСТ2571-71	резец контурный специальный, резец расточной контурный ГОСТ 18879-73	микрометр МК-80 ГОСТ6507-90, нутромер НМ-50 ГОСТ10-88
030 Протяжная	протяжной 7А510	опора сферическая	протяжка шлицевая ГОСТ6033-81	калибр
035 Зубофрезерная	зубофрезерный 5Д32	приспособление специальное	фреза червячная ГОСТ9324-80	калибр
040 Шевинговальная	шевинговальный 5715	патрон цанговый специальный	шевер дисковый Ø180 ГОСТ8570-75	калибр
045 Термическая	печь термическая	—	—	—
050 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К228	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный тип 1 23А46О5V, тип 6-23А54М6V	калибр
055 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К228	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный тип 1 23А46О5V, тип 6-23А54М6V	нутромер НМ-50 ГОСТ10-88, калибр
060 Шлифовальная	круглошлифовальный 3Е153	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный тип 1-24А80К5V	скоба рычажная СР ГОСТ11098-75
065 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К228	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный тип 1 23А60К5V, тип 6-24А90L7V	калибр
070 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К228	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный тип 1 23А60К5V	нутромер НМ-50 ГОСТ10-88
075 Моечная	моечная машина	—	—	—
080 Контрольная	контрольный стол	—	—	средства комплексного контроля

Представленные в таблице 3 данные используем для оформления документации, приведенный в приложении А «Технологическая документация», а также при проектировании технологических операций и

разработке чертежей технологических наладок.

2.4 Расчет режимов резания и нормирование

Определение режимов резания на операциях техпроцесса, в зависимости от требуемой точности обработки, производится расчетным [15] или статистическим методом [12]. Расчетный метод определения режимов резания дает большую точность, но при этом более трудоемкий, поэтому его используют в основном для определения режимов на точных операциях. Статистический метод целесообразнее всего применять при определении режимов резания на черновых операциях.

Нормирование технологического процесса заключается в определении основного времени выполнения операций и выполняется по методике [9]. «Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n}, \quad (16)$$

где $L_{\text{р.х.}}$ – длина рабочего хода, мм;

S – подача, мм/об» [9].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

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

где l_1 – длина врезания, мм.;

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

l_2 – длина перебега, мм» [9].

«Результаты определения режимов резания и нормирования представлены в таблице 4» [9].

Таблица 4 – Режимы резания и нормирование

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Основное время, мин
005	1	0,35	185	730	23	0,10
	2	0,35	175	730	94	0,38
010	1	0,35	185	730	101	0,41
015	1	0,32	24	360	108	0,8
	2	0,21	28	360	33	0,4
020	1	0,2	210	1250	10	0,04
	2	0,2	195	1250	45	0,18
	3	0,07	50	630	2,5	0,06
	4	0,1	50	630	2	0,03
025	1	0,2	210	1250	32	0,13
	2	0,2	195	1250	6	0,03
030	1	–	2,5	–	32	0,3
035	1	2,4	40	320	25	0,6
040	1	0,04	60	240	25	0,72
050	1	0,0015	17	276	0,341	0,78
	2	0,0012	17	276	0,328	0,89
055	1	0,0015	17	276	0,328	0,72
	2	0,0012	17	276	0,328	0,89
060	1	0,017	38	320	0,138	0,82
065	1	0,0018	14	276	0,177	0,34
	2	0,0015	14	276	0,113	0,28
070	1	0,0018	14	276	0,172	0,35
	2	0,0015	14	276	0,114	0,28

«Представленные в таблице 4 данные используем для оформления документации, приведенный в приложении А «Технологическая документация» » [9], а также при проектировании технологических операций и разработке чертежей технологических наладок. Кроме этого, анализируя результаты нормирования можно сделать вывод о том, что операция 015 сверлильная требует совершенствования, так как на данной операции велика доля вспомогательного времени.

В результате выполнения второго раздела спроектирована «технология изготовления детали. Для этого решены задачи проектирования заготовки, разработки плана изготовления детали, выбора средств технологического оснащения и расчета режимов резания и нормирования» [9].

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование цангового патрона

Анализируя результаты нормирования, пришли к выводу о том, что операция 015 сверлильная требует совершенствования, так как на данной операции велика доля вспомогательного времени. Причина этого заключается в необходимости механизации процесса закрепления, так как ручной способ зажима заготовки имеет значительно большее быстродействие. Еще одним недостатком данного способа закрепления является нестабильность сил зажима вследствие влияния человеческого фактора. Проектирование приспособления осуществим с использованием методики [19]. Эскиз операции приведен на рисунке 2.

Анализируя схему базирования заготовки на операции и требуемую точность обработки, приходим к выводу, что в данном случае наиболее приемлемо использование цангового зажимного механизма.

Проектирование приспособления начинаем с расчета усилия, которое требуется развивать на силовом приводе. Данное усилие определяется из условия силового баланса между силами резания и закрепления для удержания заготовки в процессе обработки.

«Крутящий момент при сверлении определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (18)$$

где C_m , q , y , K_p – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают условия проведения операции;

D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

S – продольная подача, мм/об» [19].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 18,0^{2,0} \cdot 0,32^{0,8} \cdot 0,94 = 152 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

«Осевая сила определяется по формуле:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (19)$$

где C_p – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции» [19].

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 9,0^0 \cdot 0,32^{0,7} \cdot 0,94 = 394 \text{ Н.}$$

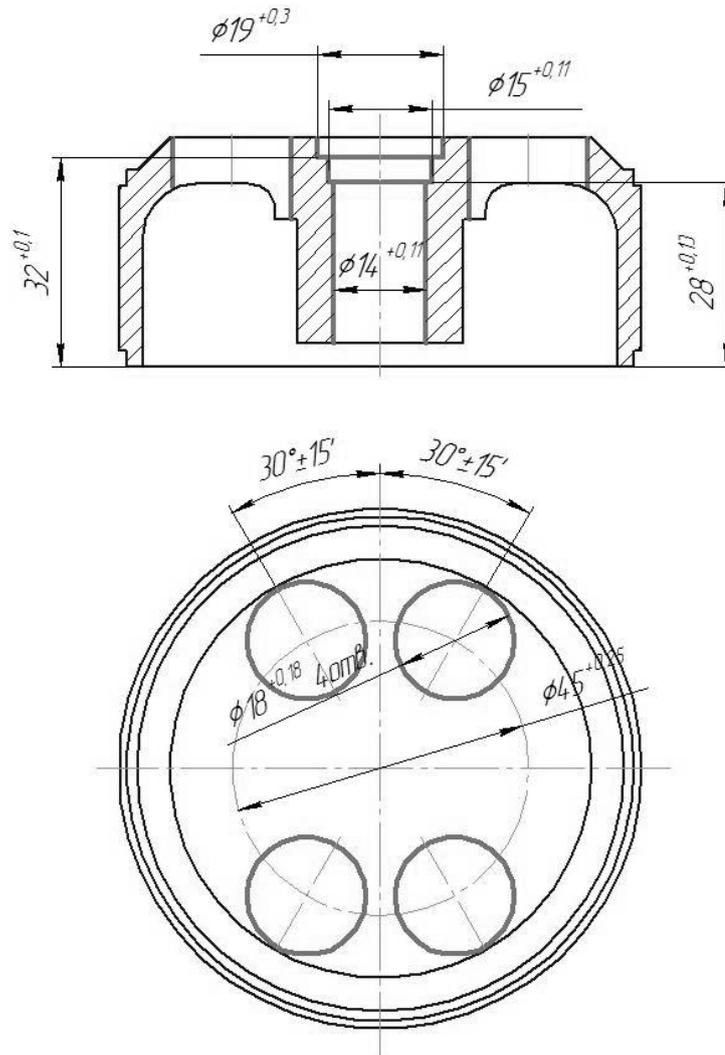


Рисунок 2 – Эскиз операции

«Определение момента силы закрепления производится по формуле:

$$M_3 = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (20)$$

где W – сила закрепления, Н;

f – коэффициент трения поверхностей закрепления;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [19].

«Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{M_{кр}}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (21)$$

где K – коэффициент запаса» [19].

$$W = \frac{152}{2 \cdot 0,16 \cdot 25} \cdot 2,48 = 62 \text{ Н.}$$

«В осевом направлении заготовку в процессе обработки удерживает сила трения, которая определяется по формуле:

$$F_{тр} = 8 \cdot W \cdot f. \quad (22)» [19]$$

«Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{P_0}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (23)$$

где K – коэффициент запаса» [19].

$$W = \frac{394}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 770 \text{ Н.}$$

Следовательно, силовой привод должен развивать усилие Q равное большему из двух расчетных значений усилия зажима, то есть 700 Н.

«Развитие данного усилия обеспечивается поршнем, диаметр которого рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (24)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление воздуха в системе, МПа» [19].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 770}{0,4} + 25^2} = 37 \text{ мм.}$$

«Полученное значение диаметра поршня округляем до ближайшего стандартного большего, получаем 40 мм» [19].

Важной характеристикой приспособления является его точность. Для ее определения необходимо составить схему погрешностей (рисунок 3).

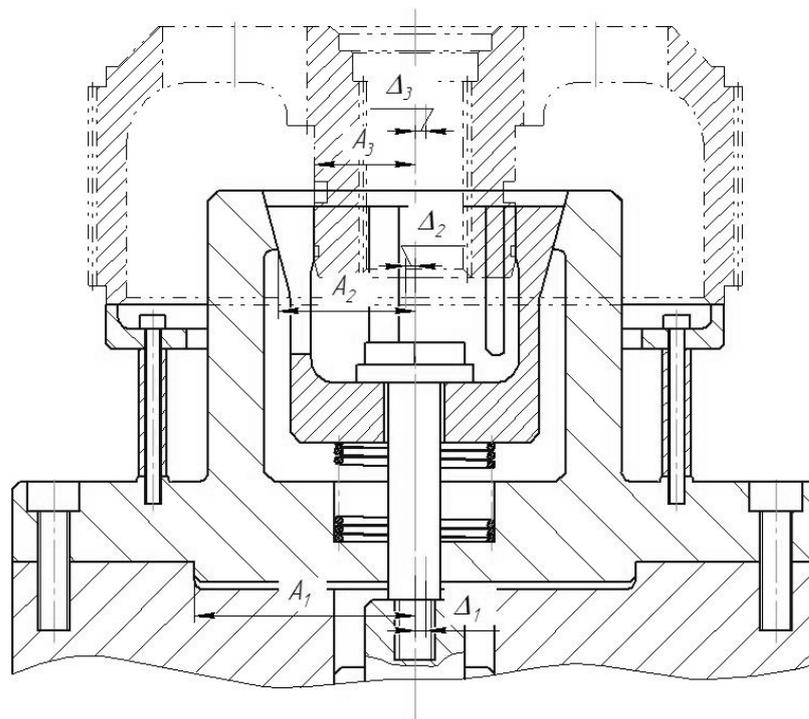


Рисунок 3 – Схема погрешностей приспособления

«Исходя из схемы, погрешность установки в приспособлении составит:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A \Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (25)$$

где Δ_1 – погрешность сопряжения корпуса, мм;

Δ_2 – погрешность сопряжения цанги и направляющей, мм;

Δ_3 – погрешность изготовления цанги, мм» [19].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,041^2 + 0,048^2 + 0,01^2} = 0,035 \text{ мм.}$$

«Требуемая точность установки заготовки на данной операции составляет:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot TD, \quad (26)$$

где TD – точность выполняемого размера, мм» [19].

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,15 = 0,045 \text{ мм.}$$

«Из расчетов видно, что спроектированное приспособление обеспечивает требуемую точность установки заготовки на данной операции» [19].

Приспособление состоит из установочных, зажимных элементов и силового привода. В качестве установочного элемента используется чашечный упор, реализующий установочную базу, а также цанга, реализующая направляющую и опорную базы. Силовой привод, исходя из расчетов, принят пневматический. Так как размер поршня принят из стандартного ряда, то и сам привод применен стандартный, что удешевляет конструкцию приспособления и облегчает его конструирование.

«Конструкция приспособления представлена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам» » [9].

3.2 Проектирование токарного резца

В базовом технологическом процессе выявлена проблема нестабильности качества обработки. Проведя анализ данной ситуации, приходим к выводу, что причиной этого является недостаточная жесткость крепления режущей пластины. Повышение жесткости крепления позволит не только решить выше описанную проблему, но и сократить основное время обработки за счет возможности применения более интенсивных режимов

резания. Решение данной задачи произведем с использованием методики [1]. Марка материала инструментальной пластины определяется условиями обработки и в данном случае отвечает всем требованиям к выполнению операции, поэтому оставим ее неизменной Т15К6. Геометрические характеристики инструмента, также определяются условиями обработки. Главный угол в плане в данном случае принимаем равным 93 градуса, остальная геометрия резца приведена на его рабочем чертеже в графической части работы.

«Определим необходимые размеры державки проектируемого резца. Для этого определим площадь срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (27)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [1].

$$F = 1,5 \cdot 0,35 = 0,6 \text{ мм}^2.$$

«По расчетному сечению стружки подбираем конструктивные параметры державки резца: высота 20 мм, ширина 20 мм, длина 140 мм, максимальный диаметр описанной окружности режущей пластины 12,7 мм» [1].

«Режущая пластина крепится к державке через штифт, минимальный диаметр которого определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (28)$$

где Q_1 – сила, действующая на штифт, Н;

σ_d – допустимое напряжение, МПа» [1].

«Сила, действующая на штифт, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (29)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [1].

«Выполним расчеты.

$$Q_1 = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{\pi \cdot 500}} = 1,6 \text{ мм} \gg [1].$$

С целью увеличения жесткости крепления предлагается следующая конструкция системы крепления. Предлагается осуществлять поджим режущей пластины к опорному штифту через клин, который перемещается при помощи винта. «Конструкция данного крепления и всего резца приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [1].

«В ходе выполнения данного раздела спроектированы специальные средства технологического оснащения цанговый патрон и токарный резец, что позволило устранить недостатки базовой технологии изготовления детали» [9].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Описание конструктивно-технологических характеристик спроектированной технологии механической обработки шкива зубчато-ременной передачи, с целью упрощения ее дальнейшего использования, представим в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Описание конструктивно-технологических характеристик

Операции	Оборудование	Приспособления	Инструменты
токарные	токарно-винторезный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675–80	резец контурный специальный, резец расточной контурный ГОСТ 18879-73
сверлильная	вертикально-сверлильный 2С125Ф2	приспособление специальное	сверло спиральное ГОСТ 4010-77, сверло комбинированное
протяжная	горизонтально-протяжной 7А510	опора сферическая	протяжка шлицевая ГОСТ 6033-81
зубофрезерная	зубофрезерный 5Д32	приспособление специальное	фреза червячная ГОСТ9324-80
зубошевинговальная	шевинговальный 5715	патрон цанговый специальный	шевер дисковый Ø180 ГОСТ8570-75
шлифовальные	внутришлифовальный 3К228Б, круглошлифовальный 3Е153	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный тип 1 23А4605V, тип 6-23А54М6V, круг шлифовальный тип 1-24А80К5V, круг шлифовальный тип 1 23А60К5V, тип 6-24А90L7V

Кроме средств технологического оснащения в ходе выполнения операций механической обработки используются смазочно-охлаждающие жидкости для охлаждения зоны резания и смазочные материалы для обеспечения нормального функционирования оборудования.

Выполнение указанных выше работ осуществляется станочниками

следующих профессий: оператор станков с числовым программным управлением, протяжчик, зуборезчик и шлифовщик.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Профессиональные риски, возникающие в ходе выполнения рассматриваемого технологического процесса могут привести к различным негативным последствиям для исполнителей работ как в текущем, так и в последующих периодах. В связи с этим необходимо провести идентификацию данных рисков. Выполнение данной процедуры основано на ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и Приказа Минтруда № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда» [2].

Источниками опасностей при выполнении рассматриваемого технологического процесса являются приведенные в таблице 5 оборудование, инструменты, приспособления, используемые смазочно-охлаждающие жидкости для охлаждения зоны резания и смазочные материалы для обеспечения нормального функционирования оборудования, а также средства транспортировки, используемые на производственном участке.

Анализируя имеющиеся данные по средствам источников опасностей приходим к выводу, что в ходе выполнения рассматриваемого технологического процесса возникают следующие опасные и вредные производственные факторы: «действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего, движущиеся твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего, производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды,

могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека, производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума, производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации, монотонность труда, тяжесть трудового процесса, производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [2].

«В результате действия данных опасных и вредных производственных факторов возможно возникновение следующих опасностей и рисков: груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту, транспортное средство, в том числе погрузчик, подвижные части машин и механизмов, воздействие на кожные покровы смазочных масел, материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру, повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума, воздействие общей вибрации, физические перегрузки, электрический ток» [2].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

На следующем этапе разработаем методы и средства снижения профессиональных рисков на основе приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» [2].

В соответствии с данной документацией целесообразно реализовывать следующие мероприятия: «издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда; устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов,

блокировок, герметизирующих и других элементов; обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты; проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения; внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [2].

В качестве методов и средств снижения профессиональных рисков предлагается применить нижеследующие: «соблюдение эргономических характеристик рабочего места» [2]; «обеспечение безопасных условий труда» [2]; «соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима» [2]; «применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [2]; «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, специальных рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [2]; «допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда; проведение инструктажа на рабочем месте» [2]; «устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты» [2]; «организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ» [2]; «использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [2]; «применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств,

уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [2]; «применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [2]; «своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик» [2]; «установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [2]; «соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха» [2]; «организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [2]; «изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [2].

Предлагаемые методы и средства снижения профессиональных рисков должны обеспечить условия труда исполнителей работ, полностью отвечающие всем требованиям и нормам безопасности выполнения работ.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность в данном случае должна рассматриваться с точки зрения ее обеспечения в производственном корпусе где выполняется технологический процесс изготовления. Суть данного мероприятия заключается в определении технических противопожарных средств и разработке соответствующих противопожарных мероприятий. Для этого применяется методика, которая основана на классификации пожаров по виду горючих материалов. «В данном случае возможные пожары связаны с воспламенением и горением металлов, то есть относятся к классу D» [2].

Далее необходимо определить опасные факторы данного класса пожаров: «пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)» [2].

Ориентируясь на полученные данные предлагается выполнение следующих мероприятий: «инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; инструктаж по пожарной безопасности» [2]. Также предлагается использовать технические средства пожаротушения: «огнетушители ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100; мотопомпа пожарная «Shibauga»; пожарный извещатель ИП-212-141; пожарный щит класса ЩП-А; оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк-220» [2].

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Экологическая безопасность рассматриваемого технологического определяется соответствующими негативными факторами, возникающими в ходе его выполнения. В данном случае эти факторы определяются в основном обрабатываемыми материалами, используемыми технологическими жидкостями и физическими особенностями технологических операций. В результате анализа приходим к следующим выводам. К негативным факторам, оказывающим влияние на гидросферу и литосферу относятся: «масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [2]. К негативным факторам, оказывающим влияние на атмосферу относят: пары смазочно-охлаждающей жидкости, абразивная пыль, возникающая в процессе шлифования. Заметим, что количество паров смазочно-охлаждающей жидкости незначительно и их содержание в большинстве случаев не превышает предельно допустимой концентрации.

Используя данные анализа негативных экологических факторов и используя сведения, указанные в ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» и ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» разрабатываем комплекс необходимых мероприятий и выбор технических средств по обеспечению экологической безопасности.

В данном разделе выявляются опасные и вредные производственные факторы. Оценивается пожарная безопасность на производстве, а также влияние производственного процесса на экологию. В результате предлагаются методы и средства снижения профессиональных рисков, мероприятия и технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность, а также комплекс необходимых мероприятий и технических средств по обеспечению экологической безопасности.

5 Экономическая эффективность работы

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных совершенствований. В этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Но для выполнения основной задачи данного раздела, наибольший интерес представляют только предложенные изменения в технологический процесс.

Предложенные изменения технологического процесса и результаты представлены на рисунке 4.

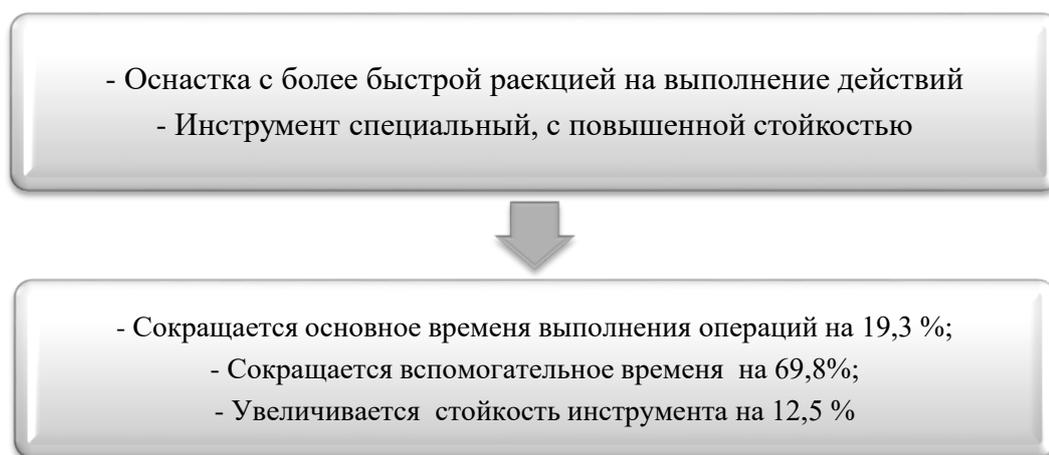


Рисунок 4 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 4, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а

также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 5.

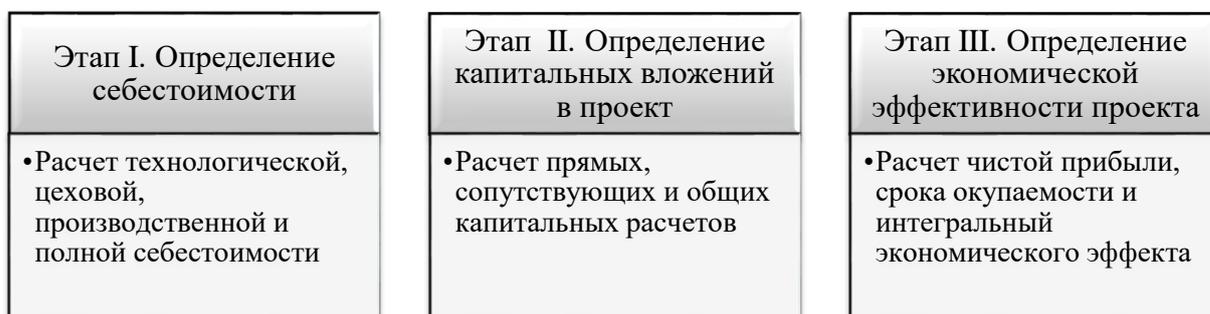


Рисунок 5 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 5 расчеты и методики для их проведения [5] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления продукции двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 6.

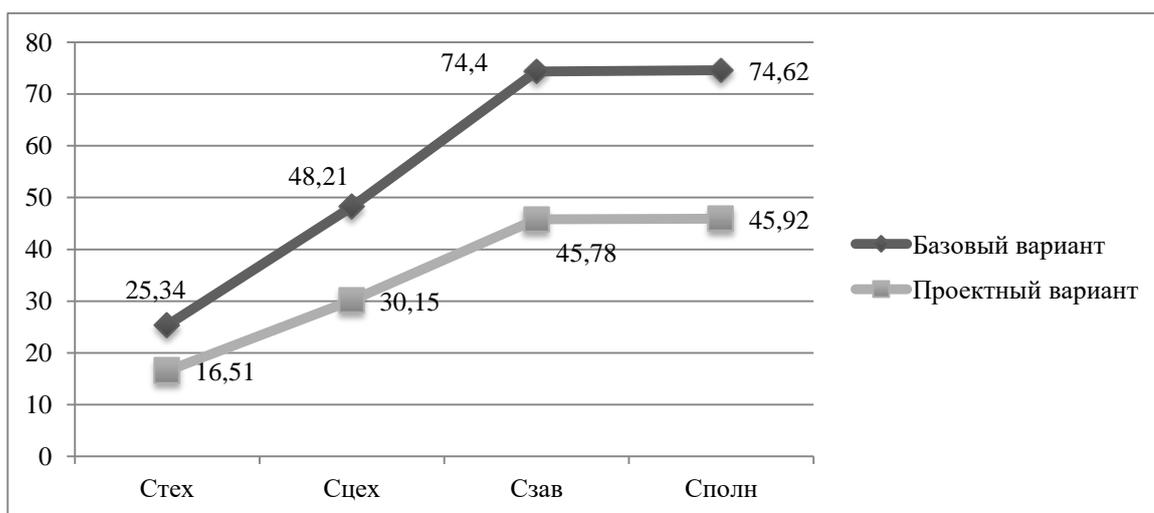


Рисунок 6 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 6 видно, что технологическая ($C_{ТЕХ}$), цеховая ($C_{ЦЕХ}$), производственная ($C_{ЗАВ}$) и полная ($C_{ПОЛН}$) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектном варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство после предложенных совершенствований на 38,5%.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 7 видно, что прямые капитальные вложения отсутствуют, это связано с тем, что предложенные совершенствования не коснулись изменения применяемого оборудования. Соответственно, общие капитальные вложения складываются только из значений, которые входят в сопутствующие капитальные вложения.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности проекта представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 8, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, так как это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 12794,1 руб.

В данном разделе рассчитаны основные экономические показатели предлагаемой технологии изготовления детали и мероприятий по ее совершенствованию. В результате чего было выявлено, что предлагаемые технические решения по совершенствованию технологии следует считать эффективными.

Заключение

Достижение цели работы, которая заключается в разработке технологии изготовления шкива, обеспечивающей заданные количественные и качественные параметры детали при минимальной себестоимости изготовления, обеспечивается следующими мероприятиями.

Сформулированы основные задачи работы, решение которых позволило достичь требуемой цели. «Для их формулирования произведен анализ имеющихся данных и типа производства, в условиях которого изготавливается деталь» [9]. «Это позволило применить оптимальный подход к проектированию технологического процесса» [9].

«Спроектирована технология изготовления детали» [9]. «Для этого решены задачи проектирования заготовки, разработки плана изготовления детали, выбора средств технологического оснащения и расчета режимов резания и нормирования» [9]. По результатам анализа данного этапа работы были выявлены наиболее проблемные места базового техпроцесса.

Произведено проектирование специальных средств технологического оснащения цангового патрона и токарного резца. Проектирование цангового патрона позволило сократить время выполнения сверлильной операции за счет механизации процесса. Проектирование токарного резца позволило устранить проблемы с качеством обработки на токарных операциях за счет увеличения жесткости крепления режущей пластины.

Выявлены опасные и вредные производственные факторы, действующие на работников производства, предложены мероприятия по устранению их влияния. Оценена пожарная безопасность на производстве, а также влияние производственного процесса на экологию.

Рассчитаны основные экономические показатели предлагаемой технологии изготовления детали и мероприятий по ее совершенствованию. В результате чего было выявлено, что предлагаемые технические решения по совершенствованию технологии следует считать эффективными.

Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов: монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 05.09.2023).
2. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2021. – 22 с.
3. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
4. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М, 2019. – 269 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 29.09.2023).
5. 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: 12.10.2023).
6. 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: 11.09.2023).
7. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.]; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 356 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/208667> (дата обращения: 18.09.2023).

8. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3 –е изд., доп. – Москва : ИНФРА –М, 2022. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 09.09.2023).

9. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт–Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 04.09.2023).

10. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : учеб. –метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин – т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр – ва». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с.

11. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с.

12. 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.

13. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2 –е изд. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 330 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088076> (дата обращения: 26.08.2023).

14. Справочник конструктора –инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. – 2 –е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2006. – 541 с.

15. 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.

16. 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.

17. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 592 с.

18. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 655 с.

19. Тарабарин О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. – 2 –е изд., испр. и доп. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 304 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211214> (дата обращения: 05.10.2023).

20. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, Н.М. Султан –заде, В.Ф. Солдатов [и др.]. – М.: ИНФРА –М, 2019. – 387 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010080> (дата обращения: 23.09.2023).

21. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.

22. Харченко А. О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А.О. Харченко. – 2 –е изд. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА –М, 2023. – 260 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895652> (дата обращения: 18.09.2023).

23. Химический состав и физико-механические стали 40ХГНМ [Электронный ресурс]. – URL: https://metatorg.ru/marki-stali-i-splavy/stal_konstrukcionnaya/stal_konstruktsionnaya_legirovannaya/stal_konstruktsionnaya_legirovannaya_40khgnm/?ysclid=lnbqw11rsy217845853 (дата обращения: 29.08.2023).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Т 19	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
20																
A 21	XX XX XX 015 4121 Сверлильная															
Б 22	381213 Вертикально-сверлильный 2С125Ф2 3					15292	312	1Р	1	1	1	1200	1	1,36		
О 23	Сверлить поверхности 2, 20, 27, 28, 30, 31 в размер $\phi 18^{+0,10}$, $\phi 11,9^{+0,11}$, $\phi 12,92^{+0,11}$, $\phi 19^{+0,3}$, $28,1^{+0,1}$, $32^{+0,15}$.															
Т 24	396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло ГОСТ 4010-84 Р6М5; 391690 Сверло ступенчатое															
Т 25	специальное Р6М5; 393610 Калибр, 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.															
26																
A 27	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 28	381101 Токарный 16К20Ф3					3	18217	312	1Р	1	1	1200	1	0,43		
О 29	Точить поверхности и торцы: 10, 11, 12, 17, 20, 22, 23, 24, 25 размер $\phi 77_{0,1}$, $\phi 25,966_{0,081}$, $\phi 13_{0,07}$.															
О 30	$36,45^{+0,1}$; $13,42^{+0,07}$; $8,11^{+0,10}$; $22,5^{+0,084}$; $29,4^{+0,084}$															
Т 31	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец															
Т 32	расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10. 393610 Калибр,															
Т 33	393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88, 393410 Микрометр МК-80 ГОСТ 6507-90.															
34																
A 35	XX XX XX 025 4110 Токарная															
Б 36	381101 Токарный 16К20Ф3					3	18217	312	1Р	1	1	1200	1	0,23		
О 37	Точить поверхности: 1, 8, 26, 29, 30, 31 в размер $\phi 81,54_{0,14}$, $\phi 16,58^{+0,07}$, $35^{+0,1}$, $34^{+0,1}$, $32^{+0,084}$															
Т 38	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец															
Т 39	расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4. 393610 Калибр, 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88, 393410															
Т 40	Микрометр МК-80 ГОСТ 6507-90.															
41																
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
A42	XX	XX	XX	030	4181 Протяжная															
B43	381751	Горизонтальнопротяжной	7A510	3	18632	312	1P	1	1	1	1200	1							0,43	
O 44	Фрезеровать поверхность 18, 19 в размер 7-й степени точности.																			
T 45	396171 Приспособление специальное; 392301 Протяжка шлицевая ГОСТ6033-81 ВК6М;																			
T 46	393610 Калибр.																			
47																				
A48	XX	XX	XX	035	4153 Зубофрезерная															
B49	381572	Зубофрезерный	5D32	3	12287	312	1P	1	1	1	1200	1								0,75
O 50	Фрезеровать пов. 6, 7 в размер 10-й степени точности.																			
O 51	396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная Р6М5 ГОСТ9324-80.																			
T 52	394300 Прибор измерительный универсальный.																			
53																				
A 54	XX	XX	XX	040	4157 Зубошеввинговальная															
B 55	381574	Зубошеввинговальный	5715	3	12287	312	1P	1	1	1	1200	1								0,9
O 56	Шевинговать пов. 7 в размер 7-й степени точности																			
T 57	396171 Патрон цанговый специальный; 391810 Шейвер дисковый Р18 ГОСТ8570-75.																			
T 58	394300 Прибор измерительный универсальный.																			
59																				
A 60	XX	XX	XX	045	Термическая															
61																				
A 62	XX	XX	XX	050	4132 Внутришлифовальная															
B 63	381312	Внутришлифовальный	ЗК228	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1								1,93
O 64	Шлифовать поверхности: 12, 24, 33 в размер $\phi 25,357_{-0,033}$; $35_{+0,039}$; $12,5_{+0,027}$.																			
МК																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз
Т 65	396171 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75														
66															
A 67	XX XX XX 055 4132 Внутришлифовальная														
Б 68	381312	Внутришлифовальный	ЗК228	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	1,89		
О 69	Шлифовать поверхности: 1, 30, 31 в размер $\phi 15,94_{-0,013}$; $32_{+0,052}$; $35_{+0,039}$														
Т 70	396171 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75														
71															
A 72	XX XX XX 060 4131 Шлифовальная														
Б 73	381311	Круглошлифовальный	ЗЕ153	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	1,03		
О 74	Шлифовать поверхность 8, в размер $\phi 81,54_{-0,013}$														
Т 75	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная														
Т 76	СР ГОСТ11098-75.														
77															
A 78	XX XX XX 065 4132 Внутришлифовальная														
Б 79	381312	Внутришлифовальный	ЗК228	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	0,76		
О 80	Шлифовать поверхности: 24, 33 в размер $\phi 25_{+0,0065}$; $12,5_{+0,027}$														
Т 81	396171 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75														
82															
A 83	XX XX XX 070 4132 Внутришлифовальная														
Б 84	381312	Внутришлифовальный	ЗК228	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	0,77		
О 85	Шлифовать поверхности: 30, 31 в размер $\phi 15,6_{+0,043}$; $32_{+0,052}$														
Т 86	396171 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75														
87															
МК															

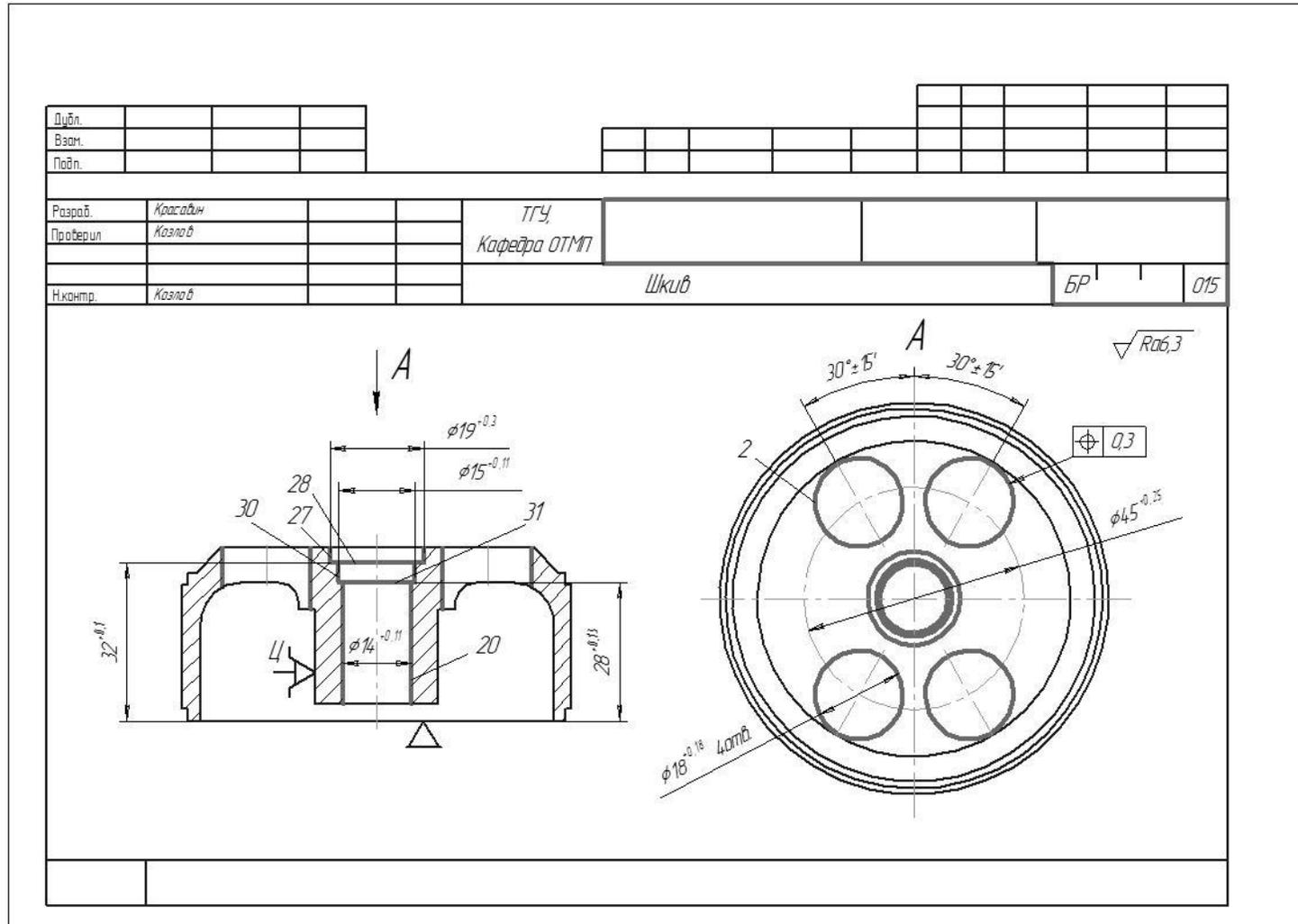
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Красавин			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.	Козлов			Шкив					Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
												015
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД	
Сверлильная		40ХНМ ГОСТ 4543-71		НВ 200	166	0,18	#85x38			0,22	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тЪ	Тге	тип	слож				
2С125ПФ2И				12			1,36	Угловой-1				
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v			
01	1. Установить заготовку											
Т.02	396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло ГОСТ 4010-84 Р6М5; 391690 Сверло ступенчатое специальное Р6М5.											
0.02	2. Сверлить поверхности 2, 20, 27, 28, 30, 31 выдерживая размеры согласно эскиза											
Р.02		1				9,5	0,21	360	28			
Р.02		2				9	0,32	360	24			
Т.07	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											
08												
09												
10												
11												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 2118-82		Форм 1		
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Красавин			ТГУ										
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП										
Н.контр.	Козлов			Шкив						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	065
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Шлифовальная		40Х17Н1ГОСТ 4543-71			HRC 37	166	0,18	#85x38			0,22	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			то	тЪ	Тто	тип	соз					
ЭК228					0,62			0,76	Ужринал-1					
		пи	о или в	L	f	i	s	п	v					
01	1. Установить заготовку													
T ₀₂	396171 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный.													
03	2. Точить поверхности 24, 33.													
P ₀₄		1				0,05		0,0015	276	28				
P ₀₅		2				0,1		0,0018	276	24				
T ₀₆	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.													
07														
08														
09														
10														

