

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 червяка

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

Тольятти 2023

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления червяка».

Выпускная квалификационная работа состоит из 61 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 червяка, обеспечивающей заданные количественные и качественные параметры детали при минимальной себестоимости изготовления» [2].

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» [2].

«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» [2].

«В третьем разделе проектируются специальные средства технологического оснащения самоцентрирующие тиски и токарный резец» [2], 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 технологии изготовления детали и мероприятий по совершенствованию» [2].

Содержание

Введение.....	4
1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ технологичности детали	6
1.3 Анализ характеристик типа производства.....	7
1.4 Формулировка задач работы.....	9
2 Разработка технологической части	11
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	11
2.2 Проектирование плана изготовления детали	19
2.3 Выбор средств технологического оснащения	20
2.4 Расчет режимов резания и нормирование	23
3 Проектирование специальных средств оснащения	25
3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков.....	25
3.2 Проектирование токарного резца	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта	41
5 Экономическая эффективность работы	42
Заключение	46
Список используемых источников.....	47
Приложение А Технологическая документация.....	50
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	59

Введение

«Червячные передачи нашли широкое распространение в самых различных машинах и механизмах» [13]. Данные передачи имеют ряд преимуществ. К основным преимуществам относят: небольшие габариты, большое передаточное число, плавность работы, низкий уровень шума, наличие эффекта самоторможения, большие величины передаваемой мощности и крутящего момента. Недостатком данной передачи является низкий коэффициент полезного действия, низкая износостойкость, необходимость изготовления венца колеса из дорогостоящих материалов, склонность к заеданию. Сочетание таких преимуществ и недостатков ограничивает область применения червячных передач грузоподъемными машинами и механизмами, а также механизмы, требующие точных и малых перемещений. Например, лебедки, тали, делительные устройства, регулировочные устройства и так далее.

«Червяк, рассматриваемый в данной работе, является одним из основных элементов червячной передачи» [13]. 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 червяка должна обеспечивать минимум затрат на изготовления. Для этого необходимо учитывать особенности типа производства, в условиях которого изготавливается червяк, а также максимально эффективно использовать возможности действующего производства. В случае необходимости произвести его модернизацию.

Таким образом, цель работы заключается в разработке технологии изготовления червяка, 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 червяк входит в состав червячной передачи, выполняющей передачу крутящего момента от вала электродвигателя на привод исполнительного механизма» [2]. «При этом происходит понижение частоты вращения, то есть передача является понижающей» [2]. Для передачи крутящего момента в конструкции червяка предусмотрен винт, обеспечивающий передачу вращения на вал привода. Вращение на червяк поступает от электродвигателя через муфту. Передача крутящего момента осуществляется боковыми поверхностями шпоночного паза и винта червяка. Установка червяка осуществляется в корпусе при помощи подшипников качения.

Условия работы червяка зависят от области применения передачи. В случае использования в строительных машинах и механизмах 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 винтовой поверхности, а при определенных условиях разрушению отдельных поверхностей. В случае использования червяка в машинах и механизмах, работающих в закрытых производственных помещениях, «влияние внешних атмосферных факторов практически исключено, так как в производственных помещениях поддерживается определенный микроклимат» [2]. 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» [22]. «В качестве материала червяка используется сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Химический состав стали: углерода от 0,36% до 0,44%, хрома от 0,7% до 1,1%, кремния от 0,17% до 0,37%, марганца от 0,5% до 0,8%, серы до 0,03%, фосфора до 0,03%, меди до 0,3%» [22]. «Механические характеристики: предел прочности 470 МПа, предел текучести 245 МПа, относительное удлинение после разрыва 15%, относительное сужение после разрыва 30%. Твердость по шкале Бринелля от 143 до 179 единиц» [22].

«Материал обладает всеми необходимыми свойствами для выполнения детали ее служебного назначения» [13]. При этом материал хорошо подвергается механической обработке лезвийным инструментом. Это подтверждается значениями «коэффициентов обрабатываемости, которые для твердосплавного и быстрорежущего инструмента составляют 0,95 и 0,85 соответственно» [13]. «Также материал обладает хорошими пластическими свойствами, что позволит применить для получения заготовки достаточно точные и производительные методы штамповки» [20]. 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 – винта червяка. 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. 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» [2]. 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.

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 червяка и шпоночного паза. Для получения данных конструктивных элементов детали, возможно, потребуются 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» [9].

«Исходные данные по массе детали берем с чертежа детали, годовую программу выпуска из задания на проектирование. При массе детали равной 0,98 кг и годовой программе выпуска 5000 штук в год тип производства среднесерийный» [9].

«Среднесерийный тип производства имеет следующие основные характеристики» [9]:

- «форма организации техпроцесса групповая поточная или не поточная» [9];
- «стратегия проектирования техпроцесса последовательная на основе типовых технологических процессов» [9];
- 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» [9];
- «соблюдение основных принципов базирования» [9];
- «определение режимов резания на операциях техпроцесса, в зависимости от требуемой точности обработки» [9], 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» [9];
 - предпочтительно применение универсального режущего инструмента из современных высокопроизводительных инструментальных материалов, обладающих высокой стойкостью;
 - «выбор средств контроля определяется контролируемыми параметрами» [9], 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» [13]. «Для этого необходимо решить задачи проектирования заготовки, разработки плана изготовления детали, выбора средств технологического оснащения, а также расчета режимов резания и нормирования» [13].

«Следующей важной задачей является проектирование специальных средств технологического оснащения, которые позволят устранить

недостатки базовой технологии изготовления детали» [13].

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 на горизонтально-ковочной машине, второй отливкой в кокиль» [5]. «Сравниваем 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» [5].

«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» [5].

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

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

где M_d – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [5].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной штамповкой горизонтально-ковочной машине, 2 для заготовки, полученной отливкой в кокиль» [5].

$$M_{з1} = 0,98 \cdot 1,29 = 1,26 \text{ кг.}$$

$$M_{з2} = 0,98 \cdot 1,45 = 1,42 \text{ кг.}$$

«Тогда затраты на получение заготовки равны.

$$C_{з1} = \frac{20000 \cdot 1,26}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 20,66 \text{ р.}$$

$$C_{з2} = \frac{20000 \cdot 1,42}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 27,95 \text{ р}» [5].$$

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

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

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

$K_{имi}$ – коэффициент использования материала;

K_o – коэффициент обрабатываемости материала» [5].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

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

«Выполняем расчеты.

$$K_{им1} = \frac{0,98}{1,26} = 0,78.$$

$$K_{им2} = \frac{0,5}{1,42} = 0,69» [5].$$

«Затраты на механическую обработку равны.

$$C_{\text{обр}1} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,78} - 1\right) \cdot 0,98}{0,85} = 13,01 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр}2} = \frac{140 \cdot \left(\frac{1}{0,69} - 1\right) \cdot 0,98}{0,85} = 20,72 \text{ р.} \gg [5].$$

«Тогда затраты на получение детали из заготовки составят.

$$C_1 = 20,66 + 13,01 = 33,67 \text{ р.}$$

$$C_2 = 27,95 + 20,72 = 48,67 \text{ р.} \gg [5].$$

«Из проведенных расчетов следует, что метод получения заготовки штамповкой имеет лучшие экономические показатели. Дальнейшее проектирование заготовки выполняем для данного метода» [5].

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).

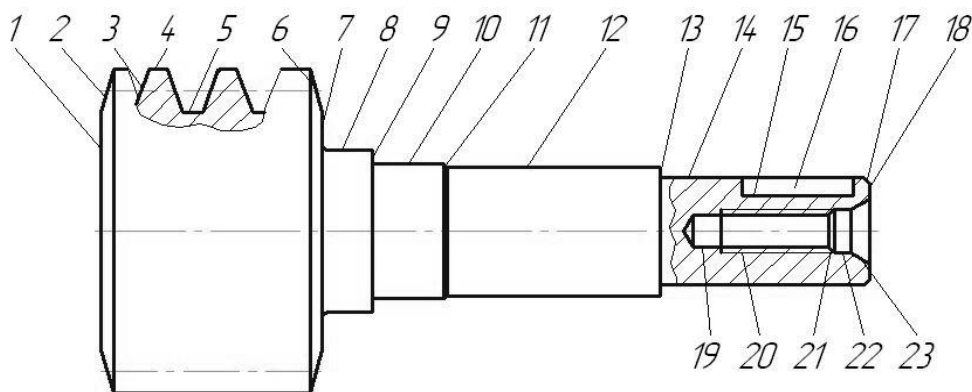


Рисунок 1 – Эскиз детали

Получаем следующие маршруты обработки поверхностей.

«Маршрут обработки для поверхностей 1, 5, 18 с параметрами точности 14 квалитет и шероховатостью 12,5 мкм: фрезерование и термическая обработка» [13].

«Маршрут обработки для поверхностей 2, 6, 17 с параметрами точности 14 и шероховатостью 12,5 мкм: точение чистовое и термическая обработка» [13].

«Маршрут обработки для поверхности 3 с параметрами точности 7 и шероховатостью 2,5 мкм: фрезерование черновое и чистовое, термическая обработка и шлифование» [13].

«Маршрут обработки для поверхности 4 с параметрами точности 11 и шероховатостью 2,5 мкм: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование» [13].

«Маршрут обработки для поверхностей 7, 8, 11, 12 с параметрами точности 14 и шероховатостью 12,5 мкм: точение и термическая обработка» [13].

«Маршрут обработки для поверхностей 9, 13 с параметрами точности 14 и шероховатость 2,5 мкм: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование» [13].

«Маршрут обработки для поверхностей 10, 14 с параметрами точности 6 и шероховатостью 1,25 мкм: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [13].

«Маршрут обработки для поверхности 15 с параметрами точности 10 и шероховатостью 6,3 мкм: фрезерование и термическая обработка» [13].

«Маршрут обработки для поверхности 16 с параметрами точности 9 и шероховатостью 2,5 мкм: фрезерование и термическая обработка» [13].

«Маршрут обработки для поверхностей 19, 21, 22 с параметрами точности 14 и шероховатостью 12,5 мкм: сверление и термическая обработка» [13].

«Маршрут обработки для поверхности 20 с параметрами точности 10 и шероховатостью 6,3 мкм: резбонарезание и термическая обработка» [13].

Маршрут обработки для поверхности 23 с параметрами точности 8 и шероховатостью 1,25 мкм: сверление, термическая обработка и шлифование.

«В данном случае для расчета припусков и операционных размеров для

поверхности диаметром $25k6(+0,015/+0,002)$ применим расчетно-аналитический метод» [17].

«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» [17].

$$\ll z_{1 min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,130^2 + 0,025^2} = 0,432 \text{ мм.}$$

$$z_{2 min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,050^2 + 0,025^2} = 0,256 \text{ мм.}$$

$$z_{3 min} = a_{\text{ТО}} + \sqrt{\Delta_{\text{ТО}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,030^2 + 0,012^2} = 0,282 \text{ мм.}$$

$$z_{4 min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,008^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм} \gg [17].$$

«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» [17].

$$\ll z_{1 max} = z_{1 min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,432 + 0,5 \cdot (0,52 + 0,21) = 0,797 \text{ мм.}$$

$$z_{2 max} = z_{2 min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,256 + 0,5 \cdot (0,21 + 0,084) = 0,403 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,282 + 0,5 \cdot (0,13 + 0,033) = 0,364 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,033 + 0,013) = 0,183 \text{ мм} \gg [17].$$

«Расчет среднего припуска производится по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [17]$$

$$\ll z_{\text{ср}1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (0,797 + 0,432) = 0,615 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,403 + 0,256) = 0,330 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,364 + 0,282) = 0,323 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,183 + 0,164) = 0,174 \text{ мм} \gg [17].$$

«Расчет минимальных операционных размеров производится по формуле:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [17]$$

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

$$d_{(T0-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999. \quad (10) \gg [17]$$

«Расчет максимальных операционных размеров производится по формуле:

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1}. \quad (11) \gg [17]$$

«Расчет средних операционных размеров производится по формуле:

$$d_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i \text{ max}} + d_{i \text{ min}}). \quad (12) \gg [17]$$

«Расчеты операционных размеров производим в порядке обратном изготовлению, то есть от готовой детали» [17].

$$\ll d_{4 \text{ min}} = 25,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4 \text{ max}} = 25,015 \text{ мм.}$$

$$d_{4 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{4 \text{ max}} + d_{4 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (25,018 + 25,002) = 25,009 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ min}} = d_{4 \text{ min}} + 2 \cdot z_{4 \text{ min}} = 25,015 + 2 \cdot 0,164 = 25,343 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ max}} = d_{3 \text{ min}} + Td_3 = 25,343 + 0,033 = 25,376 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{3 \text{ max}} + d_{3 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (25,376 + 25,343) = 25,359 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{то min}} = d_{3 \text{ min}} + 2 \cdot z_{3 \text{ min}} = 25,376 + 2 \cdot 0,282 = 25,940 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{то max}} = d_{\text{то min}} + Td_{\text{то}} = 25,940 + 0,130 = 26,070 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{то ср}} = 0,5 \cdot (d_{\text{то max}} + d_{\text{то min}}) = 0,5(26,070 + 25,940) = 26,005 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ min}} = d_{\text{то min}} \cdot 0,999 = 26,070 \cdot 0,999 = 25,914 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ max}} = d_{2 \text{ min}} + Td_2 = 25,914 + 0,084 = 25,998 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{2 \text{ max}} + d_{2 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (26,998 + 25,914) = 25,952 \text{ мм}$$

$$d_{1 \text{ min}} = d_{2 \text{ min}} + 2 \cdot z_{2 \text{ min}} = 25,998 + 2 \cdot 0,256 = 26,510 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ max}} = d_{1 \text{ min}} + Td_1 = 26,510 + 0,210 = 26,760 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{1 \text{ max}} + d_{1 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (26,760 + 26,510) = 26,612 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ min}} = d_{1 \text{ min}} + 2 \cdot z_{1 \text{ min}} = 26,720 + 2 \cdot 0,432 = 27,584 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ max}} = d_{0 \text{ min}} + Td_0 = 27,584 + 0,520 = 28,104 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ ср}} = 0,5(d_{0 \text{ max}} + d_{0 \text{ min}}) = 0,5(28,104 + 27,584) = 27,844 \text{ мм} \gg [17].$$

«Расчет минимального общего припуска производится по формуле:

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

$$2z_{\text{min}} = 27,584 - 25,015 = 2,569 \text{ мм} \gg [17].$$

«Расчет максимального общего припуска производится по формуле:

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

$$2z_{max} = 2,569 + 0,52 + 0,013 = 3,102 \text{ мм} \text{ [17].}$$

«Расчет среднего общего припуска производится по формуле:

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

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,569 + 3,102) = 2,836 \text{ мм} \text{ [17].}$$

«Результаты определения припусков статистическим методом приведены в таблице 1» [23].

Таблица 1 – Припуски на обработку поверхностей

Номер поверхности	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1, 18	фрезерный	1,2	1,945
3	фрезерный	1,3	1,47
	шлифовальный черновой	0,4	0,49
4	токарный черновой	1,7	2,5
	токарный чистовой	0,3	0,58
	шлифовальный черновой	0,5	0,65
9	токарный черновой	1,8	2,525
	токарный чистовой	0,8	0,975
	шлифовальный черновой	0,4	0,5
13	токарный черновой	1,8	2,525
	токарный чистовой	0,8	0,975
	шлифовальный черновой	0,4	0,5
14	токарный черновой	1,7	2,505
	токарный чистовой	0,3	0,447
	шлифовальный черновой	0,6	0,659
	шлифовальный чистовой	0,06	0,083

«Класс точности, в зависимости от метода получения заготовки Т4. Группа стали, в зависимости от содержания углерода и минеральных элементов М2. Степень сложности заготовки С1. Исходный индекс И9» [7].

2.2 Проектирование плана изготовления детали

«План изготовления проектируется на основе типовых технологических процессов» [14] с соблюдением последовательной стратегии проектирования. В этом случае маршрут изготовления формируется путем анализа имеющихся типовых маршрутов обработки [11], [12]. 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» [14].

Таблица 2 – Маршрут изготовления детали

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Фрезерно-центровальная	фрезерование, сверление	1, 18, 23, 24
010 Токарная	точение	2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
015 Токарная	точение	4, 9, 10, 13, 14
020 Сверлильная	сверление	20
025 Фрезерная	фрезерование	15, 16
030 Резьбофрезерная	фрезерование	3, 5
035 Резьбофрезерная	фрезерование	3, 5
040 Термическая	закалка, отпуск	все
045 Центрошлифовальная	шлифование	23, 24
050 Торцекруглошлифовальная	шлифование	9, 10, 13, 14
055 Круглошлифовальная	шлифование	4
060 Червячно-шлифовальная	шлифование	3
065 Круглошлифовальная	шлифование	10, 14
070 Моечная	мойка	все
075 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» [14]. Простановка операционных размеров выполняется в соответствии с принятой схемой базирования, с учетом особенностей настройки используемого оборудования на размер [14]. Технические требования назначаются в зависимости от типа выполняемой операции, технических особенностей используемого оборудования и средств технологического оснащения [14].

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» [13].

«Предпочтительно применение универсального режущего инструмента из современных высокопроизводительных инструментальных материалов, обладающих высокой стойкостью, в обоснованных случаях допускается применение специального режущего инструмента» [13].

«Выбор средств контроля определяется контролируемыми параметрами» [13], 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 [1], [4], [8], [16], [18], [19] и заносим в таблицу 3.

Таблица 3 – Средства оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
005 Фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный МР-78	приспособление специальное (тиски самоцентрирующие)	центровочное сверло R4 ГОСТ 14034-74 P6M5, сверло специальное, фрезы торцовые Ø80 ГОСТ 1695-80 T5K10	штангенциркули ШЦ-Ш-400-0,1, ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-80, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78
010 Токарная	токарно-винторезный станок 16K20Ф3 с ЧПУ	патрон трехлапчатый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75	резец для контурного точения специальный T5K10	штангенциркули ШЦ-Ш-400-0,1, ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-80, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скоба рычажная, калибры
015 Токарная	токарно-винторезный станок 16K20Ф3 с ЧПУ	патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр вращающийся ГОСТ 8742-75	резец контурный специальный T5K10, резец канавочный ГОСТ 18879-73 T30K4	штангенциркули ШЦ-Ш-400-0,1, ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-80, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скоба рычажная
020 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н135	приспособление специальное (тиски самоцентрирующие)	метчик М8 ГОСТ 13854-72 P6M5	пробки для контроля резьбы М8
025 Фрезерная	вертикально-фрезерный 6Р12	приспособление специальное (тиски)	фреза концевая ГОСТ 17025-71 P6M5	пробки
030 Резьбофрезерная	резьбофрезерный 5Б65	патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр вращающийся ГОСТ 8742-75	фреза специальная P18	шаблоны для комплексного контроля червяка
035 Резьбофрезерная	резьбофрезерный 5Б65	патрон поводковый ГОСТ 2571-71	фреза специальная P18	шаблоны для комплексного контроля

Продолжение таблицы 3

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
040 Термическая	печь термическая	–	–	–
045 Центрошлифовальная	центрошлифовальный 3922	тиски самоцентрирующие, центр неподвижный ГОСТ 8742-75	головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ2447-82	калибры
050 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный станок 3Т160	патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, алмазная гребенка для правки круга	шлифовальный круг 3 750x50x305 24А90К5V5 35 м/с 1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скобы шаблон для контроля радиуса
055 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3А151	патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, алмазная гребенка для правки круга	круг шлифовальный 1 150x10x60 24А60К7V 35 м/с 1А специальный	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78
060 Червячно-шлифовальная	червячно-шлифовальный станок 5К881	патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр неподвижный ГОСТ 8742-75	круг шлифовальный 4 25А80СМ5 V 35 м/с 1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скобы, шаблон для контроля радиуса
065 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3А151	патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, алмазная гребенка для правки круга	круг шлифовальный 1 150x10x60 24А60К7V 35 м/с 1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78
070 Моечная	моечная машина	–	–	–
075 Контрольная	контрольный стол	–	–	приборы 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 [16] или статистическим методом [15]. 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 [13]. «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» [13].

«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» [13].

«Результаты определения режимов резания и нормирования представлены в таблице 4» [13].

Таблица 4 – Режимы резания и нормирование

Операция	Установ	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин	Штучное время, мин
005	–	0,15	46,4	250	0,6	1,4
010	А	0,5	119	630	0,54	2,02
	Б	0,5	119	630		
015	А	0,42	122	1200	0,36	1,8
	Б	0,42	122	1200		
020	–	1,5	3,2	125	0,29	1,09
025	–	0,2	6	320	0,33	1,13
030	–	0,06	23	125	0,53	1,33
035	–	0,04	26	125	0,8	1,6
045	–	0,55	15	300	0,18	0,96
050	–	0,009	26	300	0,61	1,41
055	–	0,008	30	368	0,76	1,56
060	–	0,01	12	300	0,57	1,37
065	–	0,001	30	300	1,03	1,83

«Представленные в таблице 4 данные используем для оформления документации, приведенный в приложении А «Технологическая документация» » [13]. Кроме этого, анализируя результаты нормирования можно сделать вывод о том, что операция 005 фрезерно-центровальная 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» [13].

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков

Анализируя результаты нормирования, пришли к выводу о том, что операция 005 фрезерно-центровальная 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 [3]. Эскиз операции приведен на рисунке 2.

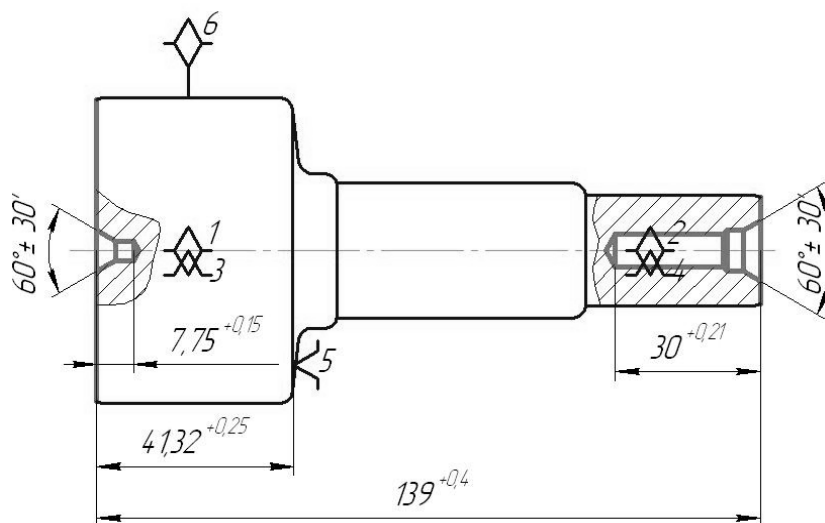


Рисунок 2 – Эскиз операции

Анализируя схему базирования заготовки на операции и требуемую точность обработки, приходим к выводу, что в данном случае наиболее приемлемо использование рычажного зажимного механизма, что позволит развивать достаточное усилие закрепления при небольшом объеме привода.

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.

«Основная составляющая силы резания при фрезеровании определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^g \cdot n^w} k_{\text{мп}}, \quad (18)$$

где: C_p , x , y , u , g , w – коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают особенности обработки данного материала;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерования, мм;

z – число зубьев фрезы;

D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения фрезы, об/мин;

$k_{\text{мп}}$ – коэффициент, который учитывает влияние механических характеристик обрабатываемого материала» [3].

$$\ll k_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,3}. \quad (19) \gg [3]$$

Выполняем расчеты.

$$k_{\text{мп}} = \left(\frac{640}{750} \right)^{0,3} = 0,94.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 1,2^{0,95} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 60^{1,1 \cdot 12}}{80^{1,1} \cdot 250^0} \cdot 0,94 = 5242 \text{ Н.}$$

«Другие составляющие силы резания определяются из выражений:

$$P_h = P_z \cdot 0,4. \quad (20)$$

$$P_v = P_z \cdot 0,9. \quad (21)$$

$$P_y = P_z \cdot 0,95. \quad (22)» [3]$$

«Подставив соответствующие значения получаем:

$$P_h = 5242 \cdot 0,4 = 1783 \text{ Н.}$$

$$P_v = 5242 \cdot 0,9 = 4010 \text{ Н.}$$

$$P_y = 5242 \cdot 0,95 = 4456 \text{ Н}» [3].$$

«Крутящий момент при сверлении определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (23)$$

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» [3].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 16,0^{2,0} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 1,0 = 7450 \text{ Н·м.}$$

«Осевая сила определяется по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (24)$$

где C_p – поправочный коэффициент, который учитывает условия

проведения операции» [3].

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 3,5^0 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 1,0 = 1328 \text{ Н.}$$

«Выполнение силового расчета приспособления основано на обеспечении силового баланса сил резания и закрепления. Для этого составим силовую схему приспособления, представленную на рисунке 3» [3].

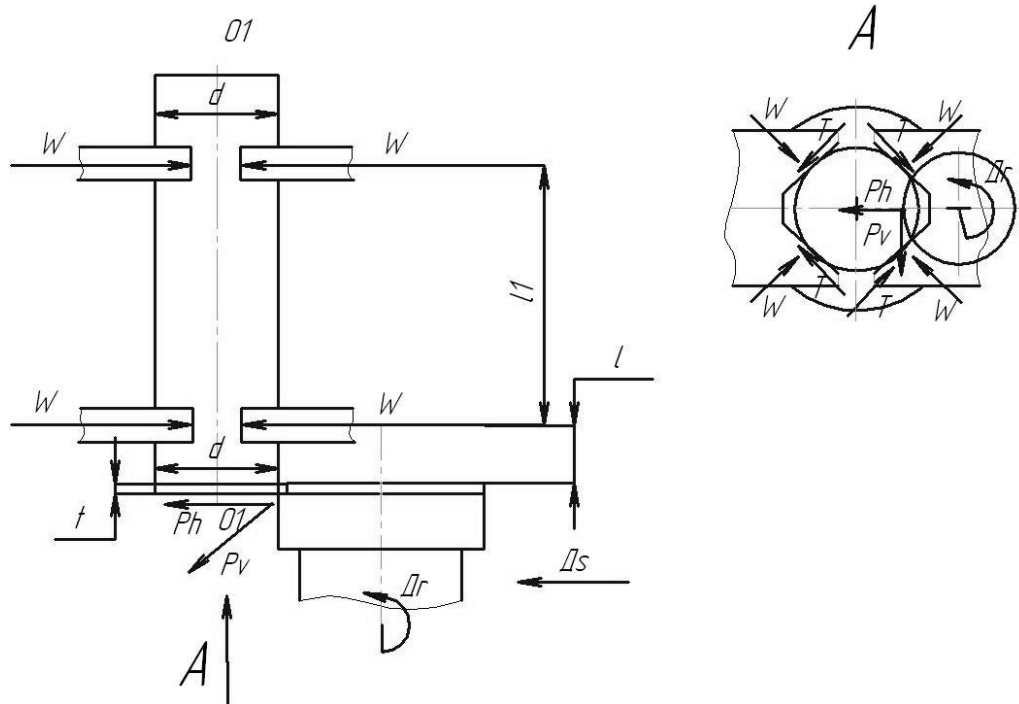


Рисунок 3 – Силовая схема приспособления

«В ходе обработки составляющая силы резания P_h создает момент равный:

$$M_p = P_h \cdot l, \quad (25)$$

где l – плечо, определяемое по схеме на рисунке 3, мм» [3].

«Для нахождения системы в равновесии необходимо приложить момент закрепления равный:

$$M_3 = W \cdot l_1, \quad (26)$$

где W – сила закрепления, Н;

l_1 – плечо, определяемое по схеме на рисунке 3, мм» [3].

«Из условия равновесия системы выводим уравнение для расчета усилия закрепления:

$$W = \frac{P_h \cdot l \cdot K}{l_1}, \quad (27)$$

где K – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки» [3].

$$W = \frac{1783 \cdot 30}{160} \cdot 2,2 = 736 \text{ Н.}$$

«Аналогично составляющая силы резания P_v в процессе обработки создает момент, который равен:

$$M_p = \frac{P_v \cdot d_o}{2}, \quad (28)$$

где d_o – диаметр обрабатываемого торца, мм» [3].

«В данном случае момент закрепления равен:

$$M_3 = 4 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (29)$$

где W – сила закрепления, Н;

f – коэффициент трения поверхностей призмы и заготовки;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [3].

«Из условия равновесия системы выводим уравнение для расчета усилия закрепления:

$$W = \frac{P_v \cdot d_o \cdot K}{8 \cdot f \cdot d_3}. \quad (30)» [3]$$

$$W = \frac{4010 \cdot 38 \cdot 2,2}{8 \cdot 0,16 \cdot 35} = 7482 \text{ Н.}$$

«Дальнейшие расчеты ведем по наибольшему из полученных значений сил зажима, то есть 7482 Н» [3].

«Расчетное усилие закрепления следует скорректировать исходя из формы зажимных элементов приспособления. В данном случае это

призматические губки, поэтому усилие рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{изм}} = \frac{W}{\sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (31)$$

где α – угол призм, град» [3].

$$W_{\text{изм}} = \frac{7482}{\sin 45^\circ} = 10538 \text{ Н.}$$

«Данное значение также не будет окончательным, так как в направляющих призм в процессе работы механизма возникает трение, влияние которого учитывается формулой:

$$W_1 = \frac{W_{\text{изм}}}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (32)$$

где l – вылет призмы, мм;

H – длина направляющих призм, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих призм» [3].

$$W_1 = \frac{10538}{1 - \frac{3 \cdot 60}{75} \cdot 0,1} = 12621 \text{ Н.}$$

«В конструкции приспособления предусмотрено применение двух ползушек, поэтому силовой привод должен развивать усилие равное:

$$Q = 2 \cdot \frac{W_1}{i}. \quad (33)$$

где i – передаточное отношение рычажного зажимного механизма» [3].

$$Q = 2 \cdot \frac{2078}{2} = 12621 \text{ Н.}$$

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

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (34)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление масла в системе, МПа» [3].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 12621}{2,5} + 25^2} = 81,88 \text{ мм.}$$

«Полученное значение диаметра поршня округляем до ближайшего стандартного большего, получаем 82 мм» [3].

«Определения точности элементов конструкции приспособления определяется из условия обеспечения требуемой точности приспособления:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (35)$$

где T – допуск обрабатываемого размера, мм;

K_T – коэффициент поля рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

K_{T1} – коэффициент уменьшения погрешности базирования при работе на настроенном оборудовании;

ε_6 – погрешность базирования, мм;

ε_3 – погрешность закрепления, мм;

ε_y – погрешность установки, мм;

$\varepsilon_{\text{и}}$ – погрешность от износа установочных элементов, мм;

K_{T2} – коэффициент, учитывающий вклад погрешности обработки в суммарную погрешность;

ω – экономически эффективная точность обработки, мм» [3].

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{пр}} &\leq 0,3 - 1,0 \cdot \sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0,038^2 + 0,1^2 + (0,6 \cdot 0,12)^2} = \\ &= 0,172 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Назначаем точность элементов приспособления исходя из

необходимости обеспечения полной взаимозаменяемости элементов приспособления методом равных полей допусков.

Приспособление состоит из установочных, зажимных элементов и силового привода. В качестве установочного элемента используется упор, реализующий опорную базу, а также призмы, реализующие двойную направляющую и опорную базы. Силовой привод, исходя из расчетов, принят гидравлический. 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»» [13].

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 появление сливной стружки и недостаточная жесткость крепления режущей пластины. Устранение данных недостатков 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 [21].

Марка материала инструментальной пластины определяется условиями обработки и в данном случае отвечает всем требованиям к выполнению операции, поэтому оставим ее неизменной Т30К4. 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:

$$F = t \cdot S, \quad (36)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [1].

$$F = 0,58 \cdot 0,42 = 0,25 \text{ мм}^2.$$

«По расчетному сечению стружки подбираем конструктивные параметры державки резца: высота 25 мм, ширина 20 мм, длина 140 мм, максимальный диаметр вписанной окружности режущей пластины 12,7 мм» [21].

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (37)$$

где Q_1 – сила, действующая на штифт, Н;

σ_d – допустимое напряжение, МПа» [21].

«Сила, действующая на штифт, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (38)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [21].

«Выполним расчеты.

$$Q_1 = \frac{840}{0,7} = 1200 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1200}{\pi \cdot 650}} = 1,53 \text{ мм}» [21].$$

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. «Проблему появления сливной стружки предлагается решить путем применения на передней поверхности режущей пластины уступа, который будет создавать дополнительную деформацию срезаемой стружки и тем самым дробить ее на более мелкие сегменты. Геометрические параметры уступа примем по опытным данным» [21].

Для снижения вибраций, возникающих при обработке черновых поверхностей на интенсивных режимах резания, в державке резца предлагается сделать паз и заполнить его резинометаллической вставкой [21].

Конструкция крепления режущей пластины, деформирующего уступа, паза с резинометаллической вставкой и всего резца приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам» [21].

«В ходе выполнения данного раздела спроектированы специальные средства технологического оснащения самоцентрирующие тиски и токарный резец, что позволило устранить недостатки базовой технологии изготовления детали» [13].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Безопасность и экологичность технического объекта определяется его конструктивно-технологическими характеристиками. В качестве объекта рассматривается технологический процесс изготовления червяка.

К характеристикам технологического процесса относятся операции технологического процесса, используемое оборудование и средства технологического оснащения, используемые для осуществления технологического процесса материалы и вещества, а также необходимые для этого работники.

Технологический процесс механической обработки состоит из фрезерно-центровальной операции, токарных операций, сверлильной операции, фрезерных и шлифовальных операций. Используется следующее оборудование: фрезерно-центровальный МР-78, токарно-винторезный станок 16К20Ф3, вертикально-сверлильный 2Н135, вертикально-фрезерный 6Р12, резьбофрезерный 5Б65, центрошлифовальный 3922, торцекруглошлифовальный станок 3Т160, круглошлифовальный 3А151, червячно-шлифовальный станок 5К881. Для обработки используется следующий режущий инструмент: фрезы, сверла, метчики, резцы, шлифовальные круги. Для закрепления заготовок используются специальные станочные приспособления, патроны трехкулачковые, патроны поводковые, центра. Деталь изготавливается из стали 40Х ГОСТ 4543-71. Вещества, используемые в технологическом процессе: синтетические смазочно-охлаждающие жидкости, масла, ветошь. Технологический процесс осуществляют: операторы станков с числовым управлением, фрезеровщики, зуборезчики, шлифовщики.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

С целью обеспечения производственной безопасности необходимо произвести идентификацию профессиональных рисков. Для этого используются ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и Приказ Минтруда № 776н «методы оценки уровня профессиональных рисков определяются работодателем с учетом характера своей деятельности и сложности выполняемых операций» [6]. Результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификация профессиональных рисков

Источники опасностей и рисков	Реестр опасностей/ рисков	ID	Опасное событие
фрезерно-центровальный МР-78, токарно-винторезный станок 16К20Ф3, вертикально-сверлильный 2Н135, вертикально-фрезерный 6Р12, резбофрезерный 5Б65, центрошлифовальный 3922, торцекруглошлифовальный станок 3Т160, круглошлифовальный 3А151, червячно-шлифовальный станок 5К881, фрезы, сверла, метчики, резцы, шлифовальные круги, специальные станочные приспособления, патроны трехкулачковые, патроны поводковые, центра	физические опасные и вредные производственные факторы	1.1	движущиеся машины и механизмы
	скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
	воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	9.3	заболевания кожи (дерматиты)
	поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	13.8	тепловой удар от воздействия окружающих поверхностей оборудования, имеющих высокую температуру
	физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	23.1	повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках

Продолжение таблицы 5

Источники опасностей и рисков	Реестр опасностей/ рисков	ID	Опасное событие
–	электрический ток	27.1	контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
	шаговое напряжение	27.5	поражение электрическим током
	наведенное напряжение в отключенной электрической цепи (электромагнитное воздействие параллельной	27.7	поражение электрическим током

«Количество и состав опасных и вредных производственных факторов физического, химического и психофизиологического воздействия, а также возникающих под их влиянием рисков, воздействующих на работников, задействованных в выполнении технологического процесса, характерно для цехов механической обработки» [6].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, достигается путем разработки соответствующих методов и средств. Определение методов и средств основано на Приказе 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» (таблица 6).

Таблица 6 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Реестр опасностей/ рисков	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н)	Методы и средства снижения профессиональных рисков
физические опасные и вредные производственные факторы	«устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих элементов» [6]	«использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, специальных рабочих «костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [6]
воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	«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» [6]	«устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ; использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [6]
поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [6]

Продолжение таблицы 6

Реестр опасностей/ рисков	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н)	Методы и средства снижения профессиональных рисков
физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [6]	«проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [6]
электрический ток	«внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [6]	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [6]

Представленный в таблице комплекс мероприятий, методов и средств, позволяет эффективно снизить действующие в ходе выполнения рассматриваемого технологического процесса опасности и риски.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Выбор методов и средств по обеспечению пожарной безопасности определяется характеристиками производственного корпуса, в котором производится технологический процесс и характеристиками горючести используемых в ходе технологического процесса материалов.

«Характеристика производственного корпуса по пожароопасности: категория по взрыво и пожаробезопасности – пожароопасное; степень

огнестойкости зданий и сооружений – из несгораемых материалов; класс помещения в зависимости от окружающей среды – сухое; класс помещения по степени опасности поражения электрическим током – с повышенной опасностью» [6]. «Используемые в ходе технологического процесса материалы относятся к классу D – пожары, связанные с воспламенением и горением металлов» [6].

Исходя из характеристик пожароопасности производственного корпуса и используемых в ходе выполнения технологического процесса материалов, определяем основные опасные факторы возможного пожара: «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)» [6].

Основываясь на имеющихся данных по характеристикам пожароопасности, производим выбор технических средства обеспечения пожарной безопасности и разработку организационных мероприятий.

Результаты выбора приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
«огнетушители: – ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100» [6]	«мотопомпа пожарная» [6]	«пожарный извещатель» [6]	«пожарный щит класса ЩП-А» [6]	«оповещатель охранно-пожарный звуковой, программно-аппаратный комплекс» [6]

Отметим, что все технические средства и организационные мероприятия не являются специальными, что снизит стоимость их внедрения и проведения.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Основными источниками антропогенной нагрузки, возникающими в ходе выполнения технологического процесса, являются: «масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива, стружка, мусор, бытовые стоки» [6]. Мероприятия по нейтрализации и снижению антропогенной нагрузки разрабатываются на основе «ГОСТ Р 53692–2009, который определяет основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации опасных промышленных отходов» [6]. Учет отходов осуществляется на основании Федерального закона «Об отходах производства и потребления» от 10.06.1998 №89 [6].

В качестве профилактических мероприятий по антропогенной нагрузке предлагается: максимальное использование энергосберегающих технологий и ресурсов, таких как энергоэффективное освещение, утепление зданий, установка солнечных батарей и других возобновляемых источников энергии; установка экономичных сантехнических приборов, сбор и повторное использование дождевой воды, установка фильтров и систем очистки для уменьшения загрязнения воды; введение современных систем очистки выбросов, замена устаревших технологий на более экологически чистые, контроль и соблюдение нормативов по выбросам и стандартам качества воздуха; отдельный сбор и переработка отходов, использование утилизации и вторичного использования материалов, снижение потребления упаковочных материалов, использование биоразлагаемых и безопасных для окружающей среды продуктов; охрана лесов, водоемов, озер и биоразнообразия, создание заповедников и природных парков, строгое соблюдение правил и норм охраны окружающей среды [6].

В разделе проведен анализ технологии на безопасность ее выполнения и экологичность. Это позволило обеспечить требуемые условия труда на производственном участке, выполнение требований пожарной безопасности на производстве и соответствие производства экологическим нормам.

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.

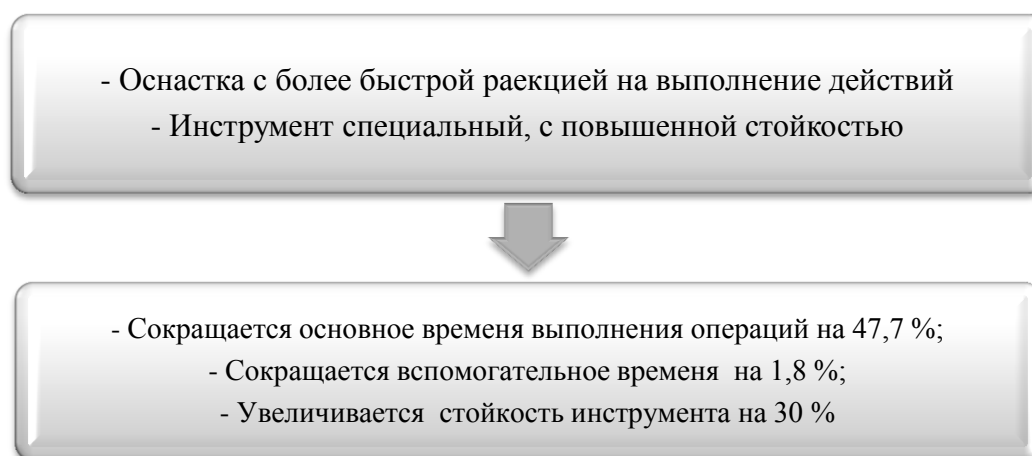


Рисунок 4 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

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.

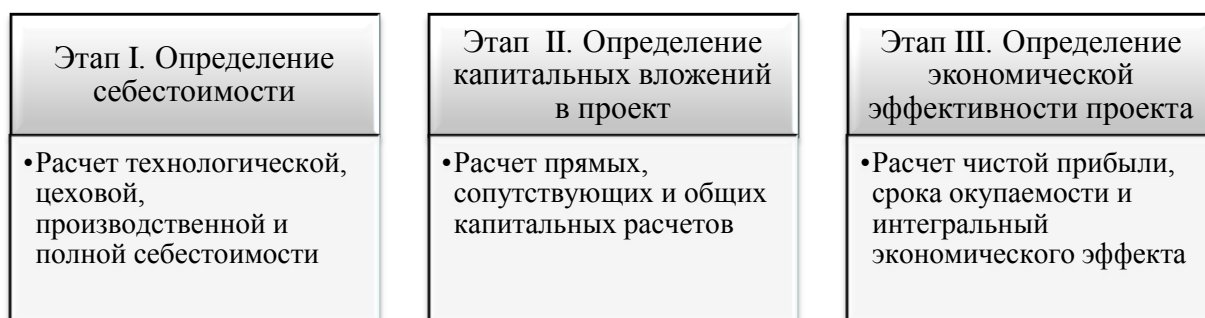


Рисунок 5 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 5 расчеты и методики для их проведения [10] 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.

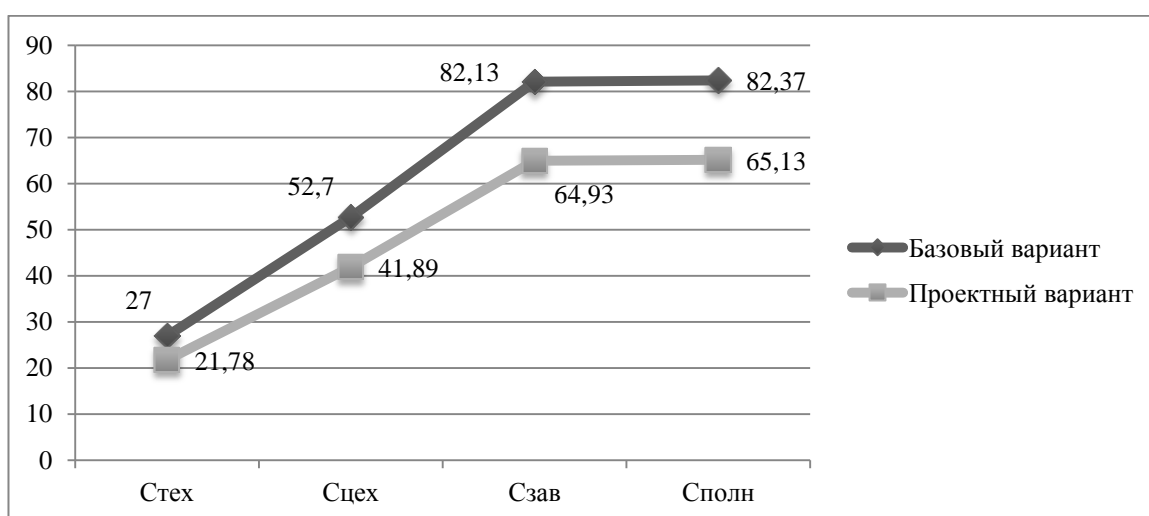


Рисунок 6 – Результаты расчетов по определению себестоимости

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 20,9 %.

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 11836,04 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 червяка, обеспечивающей заданные количественные и качественные параметры детали при минимальной себестоимости изготовления» [13], 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» [13].

Спроектирована технология изготовления детали. «Для этого решены задачи проектирования заготовки, разработки плана изготовления детали, выбора средств технологического оснащения и расчета режимов резания и нормирования» [13]. По результатам анализа данного этапа работы были выявлены наиболее проблемные места базового техпроцесса.

Произведено проектирование специальных средств технологического оснащения самоцентрирующих тисков и токарного резца. Проектирование самоцентрирующих тисков позволило сократить время выполнения фрезерно-центровальной операции за счет механизации процесса. Проектирование токарного резца позволило устранить проблемы с качеством обработки на токарных операциях за счет изменения его конструкции.

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. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения: учебник / О.М. Балла. – Санкт –Петербург: Лань, 2020. – 392 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143241> (дата обращения: 15.09.2023).

2. 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: 25.08.2023).

3. 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: 12.09.2023).

4. Болтон У. Карманный справочник инженера –метролога. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 380 с.

5. 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: 26.08.2023).

6. 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.

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

8. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент: учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков; Под общей редакцией Ю. М.

Зубарева. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 432 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254675> (дата обращения: 02.09.2023).

9. Иванов И. С. Технология машиностроения: учебное пособие / И.С. Иванов. – 2 –е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 240 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836626> (дата обращения: 11.09.2023).

10. 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).

11. 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).

12. 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).

13. 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).

14. 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: 06.09.2023).

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

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. Фельдштейн Е. Э. Режущий инструмент. Эксплуатация: Учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Москва: НИЦ ИНФРА –М; Минск: Нов. знание, 2014. – 256 с.: ил.; – URL: <https://znanium.com/catalog/product/424209> (дата обращения: 18.09.2023).

22. Химический состав и физико-механические стали 40X [Электронный ресурс]. – URL: https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X?ysclid=lnj5s3wej398892059 (дата обращения: 29.08.2023).

23. Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков; под редакцией А.С. Ямникова. – Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 328 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148337> (дата обращения: 10.09.2023).

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
T 19	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный специальный Т5К10;														
T 20	393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80.														
21															
A 22	XX XX XX 015 4110 Токарная														
Б 23	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,8														
О 24	Точить последовательно Установ А: пов. 9, 10, 13, 14, 17 в размер $\phi 21,484_{-0,084}$; $\phi 25,93_{-0,084}$; $130,635_{+0,4}$;														
О 25	94,035 $_{+0,14}$; 83,93 $_{+0,1}$; Установ Б: пов. 4 в размер $\phi 61,3_{-0,16}$.														
T 26	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный специальный Т30К4; 392101 Резец канавочный ГОСТ18879-73 Т5К10; 393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.														
T 27															
28															
A 29	XX XX XX 020 4121 Сверлильная														
Б 30	381213 Вертикально-сверлильный 2Н135 315292 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,09														
О 31	Нарезать резьбу пов. 20 в размер М6 $_{+0,046}$.														
T 32	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391391 Метчик М6 Р18 ГОСТ13854-72; 393400 Прабки для контроля резьбы.														
T 33															
34															
A 35	XX XX XX 025 4262 Фрезерная														
Б 36	381631 Фрезерный 6Р12 3 18632 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,13														
О 37	Фрезеровать поверхности 15, 16 в размер 3 $_{+0,11}$; 20 $_{+0,5}$; 16,5 $_{-0,1}$; 6 $_{-0,03}$.														
T 38	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391820 Фреза концевая ГОСТ 17025-71 Р6М5;														
T 39	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.														
40															
41															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	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
А 69	XX XX XX	030	4153	Резьбофрезерная												
Б 70	381572	Зубофрезерный	5Б65	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1				1,33
О 71	Фрезеровать пов. 3, 5 в размер 10-й степени точности															
Т 72	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза модульная специальная Р18.															
Т 73	394300 Шаблоны для комплексного контроля.															
74																
А 75	XX XX XX	035	4153	Резьбофрезерная												
Б 76	381572	Зубофрезерный	5Б65	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1				1,6
О 77	Фрезеровать пов. 3 в размер 8-й степени точности.															
Т 78	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза модульная специальная Р18.															
Т 79	394300 Шаблоны для комплексного контроля.															
80																
А 81	XX XX XX	040		Термическая												
82																
А 83	XX XX XX	045	4142	Центрошлифовальная												
Б 84	381317	Центрошлифовальный	3922	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1				0,96
О 85	Шлифовать поверхности: пов. 23, 24 в размер $\phi 4^{+0,016}$.															
Т 86	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;															
Т 87	393120 Калибры.															
88																
А 89	XX XX XX	050	4130	Торцециркушлифовальная												
Б 90	381311	Торцециркушлифовальный	3Т160	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1				1,41
О 91	Шлифовать поверхности: пов. 9, 10, 13, 14 в размер $\phi 20,166_{0,033}$; $\phi 25,392_{0,033}$; $93,635^{+0,14}$; $83,27^{+0,1}$.															
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	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Т 94	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.</i>															
95																
А 96	<i>XX XX XX 055 4131 Шлифовальная</i>															
Б 97	<i>381311 Круглошлифовальный 3А151</i>					<i>3</i>	<i>18873</i>	<i>312</i>	<i>1Р</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1200</i>	<i>1</i>		<i>1,56</i>
О 98	<i>Шлифовать поверхность 4 в размер $\phi 60_{-0,16}$.</i>															
Т 99	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная</i>															
100																
А 101	<i>XX XX XX 060 4151 Зубшлифовальная</i>															
Б 102	<i>381562 Зубшлифовальный 5К881</i>					<i>3</i>	<i>12287</i>	<i>312</i>	<i>1Р</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1200</i>	<i>1</i>		<i>1,37</i>
О 103	<i>Шлифовать пов. 3 в размер 6-й степени точности</i>															
Т 104	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 391810 Круг шлифовальный; 394300 Прибор измерительный</i>															
Т 105	<i>универсальный.</i>															
106																
А 107	<i>XX XX XX 065 4131 Шлифовальная</i>															
Б 108	<i>381311 Круглошлифовальный 3А151</i>					<i>3</i>	<i>18873</i>	<i>312</i>	<i>1Р</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1200</i>	<i>1</i>		<i>1,83</i>
О 109	<i>Шлифовать поверхность 10, 14 в размер $\phi 20_{-0,013}$, $\phi 25_{+0,015}^{-0,002}$.</i>															
Т 110	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная</i>															
111																
А 112	<i>XX XX XX 070 Моечная</i>															
113																
А 114	<i>XX XX XX 075 Контрольная</i>															
115																
116																
МК																

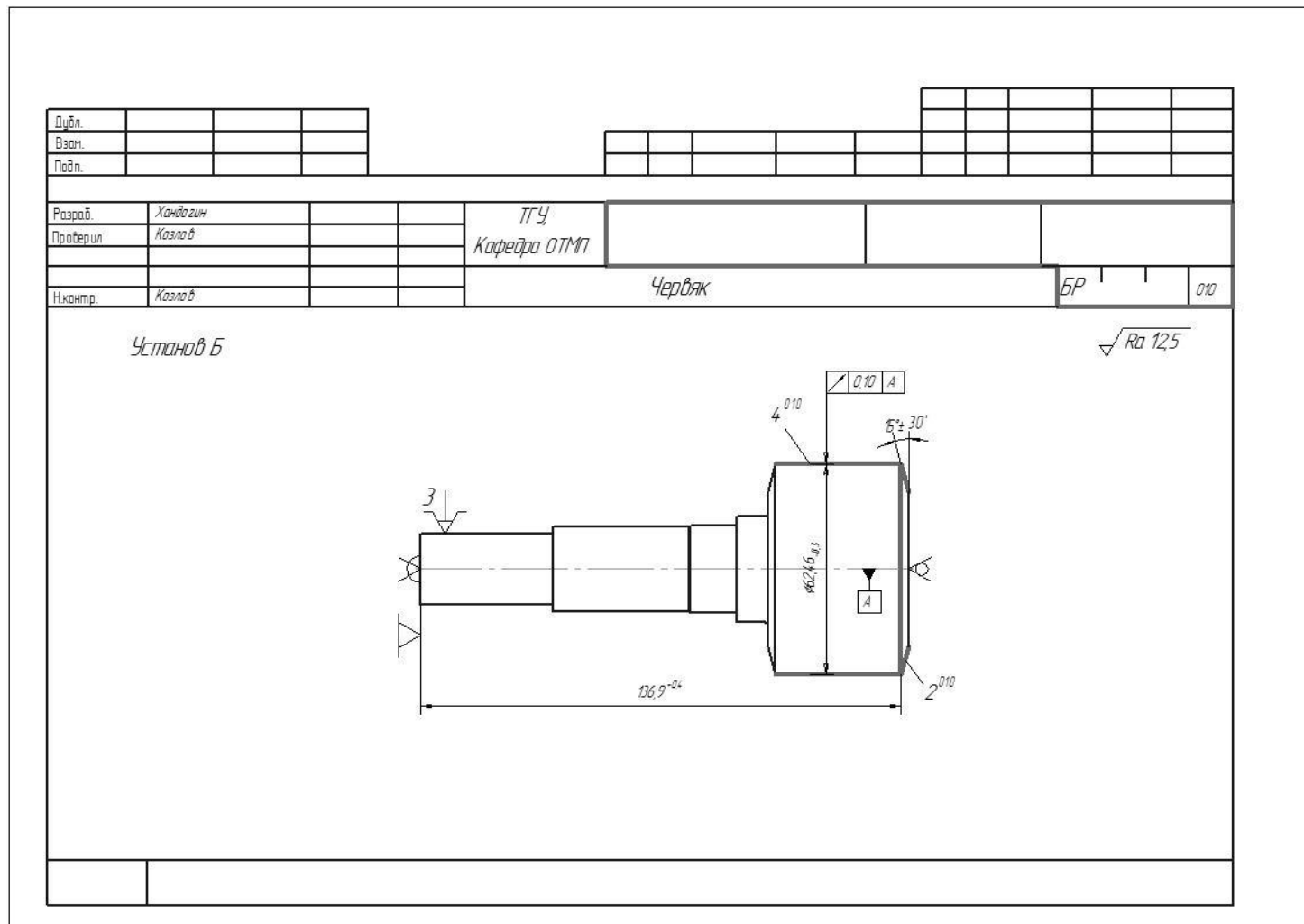
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Хандогин			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.	Козлов			Червяк					Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
												010
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД	
Токарная		40Х ГОСТ 4543-71		НВ 190	166	0,98	#63х139			126	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тЪ	тпа	тип	слож				
16К20Ф3				0,54			2,02	Ужиднал-1				
		пи	о или в	L	t	i	s	п	v			
от	1. Установить заготовку											
Т _{от}	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный специальный 15К10;											
Т _{от}	393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80.											
о _{от}	2. Точить последовательно поверхности и торцы: пов. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 выдерживая размеры											
о _{от}	согласно эскиза.											
Р _{от}		1			2,2		0,5	630	119			
Т _{от}	3. Переустановить заготовку											
о _{от}	4. Точить последовательно поверхности и торцы: пов. 2, 4 выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р _{от}		1			2,2		0,5	630	119			
Т _{от}	5. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Хандогин			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.	Козлов			Червяк					Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
												065
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД	
Круглошлифовальная		40X ГОСТ 4543-71		HRC 40	166	0,98	#60X139			126	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тЪ	тпа	тип	СОЖ				
ЗА151				103			183	Ужиднал-1				
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v			
01	1. Установить заготовку											
Т.з.	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная											
02	2. Шлифовать пов. 10, 14 выдерживая размеры согласно эскиза											
Р.з.		1				0,083		0,001	300	30		
Р.з.		2				0,183		0,001	300	30		
Т.з.	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											
07												
08												
09												
10												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	Перв. примен.	Справ. №	Лист и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Лист и дата	Лист	Лист	Листов			
		<u>Документация</u>														
A2	23.БР.ОТМП.039.70.00.000СБ	Сборочный чертеж														
		<u>Детали</u>														
A3	1	23.БР.ОТМП.039.70.00.001	Вставка стингера	1												
A4	2	23.БР.ОТМП.039.70.00.002	Державка резца	1												
A4	3	23.БР.ОТМП.039.70.00.003	Штифт цилиндрический	1												
		<u>Стандартные изделия</u>														
	4		Винт зажимной ГОСТ 17475-80	1												
	5		Клин ГОСТ 19084-80	1												
	6		Пластина опорная ГОСТ 19046-80	1												
	7		Пластина режущая ГОСТ 19046-80	1												
											23.БР.ОТМП.039.70.00.000					
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата		Резец проходной						Лист	Лист	Листов
Разраб. Проб.		Хандогин Козлов														1
Н.контр. Утв.		Козлов Логинов						ТГУ, ИМ зр. ТМдд-1801б						Формат А4		

Копировал

Формат А4