

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 крышки редуктора

Обучающийся	<u>А.А. Джумаев</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>И.В. Резникова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Тольятти 2023

## Аннотация

Тема работы: Технологический процесс изготовления крышки редуктора.

Цель работы – обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества путем проектирования технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего минимальные экономические затраты.

Структура работы включает пояснительную записку в объеме 57 страниц и графическую часть в объеме 7 листов формата А1.

В работе проанализированы исходные данные. В частности, проведен анализ условий эксплуатации детали и ее назначения, основных характеристик типа производства. Результат данного анализа оформлен в виде задач работы. На первом этапе решены задачи, связанные с «проектированием технологического процесса изготовления детали. А именно, выбран метод получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, проведено ее проектирование. Разработан план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [4]. Выбраны средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Решены задачи определения параметров технологических операций путем определения режимов резания и норм времени на их выполнение. На следующем этапе спроектированы средства оснащения технологического процесса, позволяющие решить основные проблемы лимитирующей фрезерной операции. Проектирование цанговой оправки сократило вспомогательное время на выполнение операции, а проектирование фрезы позволило заменить дорогостоящий импортный инструмент и увеличить стойкость режущего инструмента. Далее решены задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса. На заключительном этапе определены экономические показатели технологического процесса с учетом решений по его совершенствованию.

## Содержание

Введение.....	4
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.....	9
2 Разработка технологической части .....	11
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	11
2.2 Проектирование плана изготовления детали .....	18
2.3 Выбор средств технологического оснащения.....	19
2.4 Расчет режимов резания и нормирование .....	22
3 Проектирование специальных средств оснащения .....	25
3.1 Проектирование цанговой оправки.....	25
3.2 Проектирование фрезы.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	32
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта .....	32
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	32
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	35
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	38
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы .....	40
Заключение .....	45
Список используемых источников.....	46
Приложение А Технологическая документация.....	49
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	56

## Введение

Современная строительная отрасль требует высокой механизации всех работ, которая обеспечивается различными устройствами и механизмами. Традиционно механизация приготовления бетонной смеси обеспечивается бетономешалками. Процесс механизации в данных механизмах обеспечивается путем применения привода, состоящего из электродвигателя и редуктора. Показатели работоспособности, надежности и другие характеристики бетономешалки в первую очередь определяются соответствующими показателями привода. Одной из базовых деталей редуктора является крышка, так как она выполняет не только защитные функции исполнительного механизма, но и обеспечивает ориентацию входного вала. Степень ответственности данной детали подтверждается тем, что в случае ее выхода из строя произойдет разрушение исполнительного механизма редуктора. В связи с этим необходимо строго выполнять все требования конструкторской документации при изготовлении детали.

Актуальность выбранной темы «выпускной квалификационной работы объясняется необходимостью проектирования соответствующего технологического процесса изготовления крышки редуктора» [4], отвечающего всем выше перечисленным требованиям. В ходе проектирования технологического процесса также необходимо обеспечить максимальную эффективность производства, как с технической, так и с экономической точки зрения. Это возможно достичь только путем применения средств производства и методик проектирования, соответствующих типу производства.

Исходя из приведенных соображений, цель работы можно сформулировать следующим образом – обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества путем проектирования технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего минимальные экономические затраты.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали**

Крышка является одной из базовых деталей редуктора, которая закрывает корпус и тем самым предотвращает попадание внутрь корпуса посторонних предметов и грязи. Кроме того крышка является опорой для одного из подшипника входного вала и формирует полость для заливки масла. Крышка устанавливается на корпус по торцевой поверхности и штифту. Крепление осуществляется при помощи винтов.

Условия эксплуатации детали могут существенно отличаться в зависимости от климатической зоны, стадии проведения строительных работ и ряда других факторов. На деталь могут влиять повышенная и пониженная температура, атмосферные осадки и другие климатические факторы, воздействие которых может привести к повышенному износу, коррозии поверхностей и преждевременному выходу детали из строя. В случае работы в закрытых помещениях влияние данных факторов не столь значительно, но при этом возникает ряд других агрессивных факторов, таких как наличие абразивной пыли в воздухе и попадание агрессивных технологических сред на поверхности. Нагрузки при эксплуатации детали могут иметь различную природу происхождения и не ограничиваются эксплуатационными нагрузками узла. Направление приложения нагрузок и их величина также зависят от различных факторов. Наиболее вероятно возникновение вибрационных нагрузок от внешнего источника, которым могут быть электродвигатель привода, транспортные машины и механизмы, а также другие механизмы, используемые на строительной площадке. Велика вероятность попадания и налипания на наружные поверхности детали смешиваемых ингредиентов, что приводит к изменению ее весовых характеристик и ухудшает температурный режим работы.

## 1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность детали определяется по группам критериев [4].

Первый и наиболее важный критерий технологичность материала детали. Деталь предполагается изготавливать из чугуна СЧ-15 ГОСТ 1412-85. «Для оценки технологичности данного материала рассмотрим его характеристики» [4]. «Предел прочности на растяжение 98 МПа, предел текучести на растяжение 60 МПа, предел прочности на сжатие 700 МПа, предел текучести на сжатие 80 МПа, предел прочности на кручение 300 МПа, предел текучести на кручение 70 МПа, предел прочности на изгиб 300 МПа, предел текучести на изгиб 65 МПа, относительное удлинение 1%, относительное сужение 1%» [23]. Материал выбран исходя из служебного назначения детали, а его характеристики полностью соответствуют данному назначению. Как видно из «характеристик данный материал обладает неудовлетворительными пластическими свойствами, но хорошими литейными. Это определяет выбор метода получения заготовки в пользу методов литья» [4], характеризуемых возможностью получения сложных поверхностей. Обрабатываемость резанием можно оценить соответствующим коэффициентом, который для быстрорежущего инструмента равен 1,2, а для твердосплавного инструмента 1,45. Следует учесть, что исходя из наличия в составе чугуна большого количества графита, для его обработки нельзя применять высокотвердые инструментальные материалы с большим количеством углерода в составе.

Второй критерий технологичность конфигурации детали. Выполнение оценки технологичности конфигурации детали произведем на основании ее модели, представленной на рисунке 1. Деталь имеет достаточно сложный профиль. Внутреннее отверстие является наиболее технологичным элементом, так как образовано простыми поверхностями. Наружный контур детали ассиметричный, что затрудняет его получение. Имеются ребра жесткости, бобышки, и другие элементы, получение которых может вызвать трудности.

Расположение отверстий под крепление также несимметрично, что потребует применения сложных средств технологического оснащения. В целом конфигурация детали и размеры поверхностей не потребуют применения специальных методов для их получения.

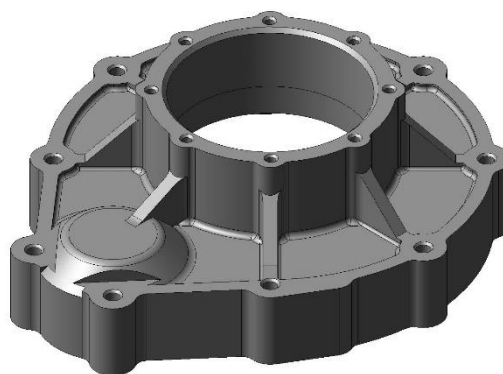


Рисунок 1 – Модель детали

Третий критерий технологичности механическая обработка. Точность поверхностей детали и параметры их качества могут быть обеспечены стандартными методами обработки с применением стандартного технологического оснащения. Значительное количество поверхностей не требуют механической обработки. Имеется незначительное количество точных поверхностей, получение которых потребует применения чистовой обработки с применением средств технологического оснащения высокой точности. Базирование заготовки может быть осуществлено применением стандартных схем базирования с реализацией стандартными станочными приспособлениями. Некоторые сложности при базировании могут возникнуть из-за сложной формы ряда поверхностей детали.

На основании проведенного анализа делаем вывод, что деталь отвечает требованиям технологичности по всем группам критериев.

### 1.3 Анализ характеристик типа производства

Определим тип производства с целью проведения его дальнейшего анализа. Для этого на основе проведенного ранее геометрического моделирования и используя соответствующие возможности программного обеспечения «Компас 3D» определяем массу детали. Получаем массу крышки равную 12,55 кг. Тип производства определяется исходя из годовой программы выпуска детали, составляющей 6000 штук в год. Из полученных данных следует, что тип производства среднесерийный [2].

Проводим анализ среднесерийного типа производства с целью использования полученных данных для формулирования задач работы и проектирования технологии изготовления [2].

Производство формируется по не поточной форме организации с выпуском деталей партиями, повторяющимися в течение периода планирования. Оборудование на производственных участках располагается по группам.

«Технологический процесс проектируется на основе типовых технологических процессов деталей данного типа» [2]. Точность размеров обеспечивается путем настройки станков на заданные размеры. Оформление технологического процесса производится в виде маршрутной карты. На наиболее сложные и ответственные операции оформляются операционные карты.

Заготовки должны иметь контуры и размеры, наиболее приближенные к контурам и размерам готовых деталей. «Метод получения заготовки выбирается путем экономического обоснования с учетом марки материала детали. Метод определения припусков на обработку назначается исходя из требуемой точности обработки. Для точных поверхностей применяется эмпирический метод» [2], для остальных поверхностей статистический метод.

Технологические операции должны иметь последовательную или параллельно-последовательную структуру. Режимы резания на операции



определяются расчетным методом и статистическим. В зависимости от ответственности операции и имеющихся данных. Нормирование выполняется на основе расчетного метода. Схемы базирования операций желательно использовать типовые с соблюдением принципов единства и постоянства баз.

Технологическое оборудование должно обеспечивать реализацию требуемой структуры операции, отвечать требованиям по точности изготовления, обеспечивать требуемую гибкость. Предпочтительным является использование универсального оборудования, оснащенного системами числового управления и адаптивными системами управления. В случае необходимости допускается использование специализированного оборудования.

Металлорежущий инструмент должен обеспечивать требуемые режимы обработки, параметры поверхностного слоя и точность, обладать заданной стойкостью. Предпочтительным является использование универсального режущего инструмента. В случае необходимости допускается использование специального режущего инструмента.

Станочные приспособления должны обеспечивать требуемую на операции схему базирования, заданное быстродействие и требуемую точность установки, обладать высокой степенью механизации и автоматизации. Предпочтительным является использование универсальных и сборно-разборных станочных приспособлений. В случае необходимости допускается использование специальных станочных приспособлений.

Средства контроля должны обеспечивать требуемую точность контроля, быстродействие, не повреждать контролируемые поверхности. Предпочтительным является использование универсальных средств контроля, выдающих результат в цифровом виде. В случае необходимости допускается использование специальных средств контроля и средств контроля, выдающих результат в относительном виде.

#### **1.4 Формулировка задач работы**

Формулируем задачи работы на основе анализа, проведенного выше и с учетом ее цели.

На первом этапе необходимо решить задачи, связанные с «проектированием технологического процесса изготовления детали. Выбрать метод получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, провести ее проектирование. Разработать план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [4]. Выбрать средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Определить параметры технологических операций.

«На следующем этапе необходимо решить основные проблемы лимитирующей фрезерной операции» [4] путем проектирования средств оснащения технологического процесса, которые позволят сократить вспомогательное время на выполнение операции, заменить дорогостоящий импортный инструмент и увеличить стойкость режущего инструмента.

Далее необходимо решить задачи обеспечения «безопасности выполнения технологического процесса и его экологичности» [4].

«На заключительном этапе необходимо определить экономические показатели технологического процесса с учетом решений по его совершенствованию» [4].

«В первом разделе проанализированы исходные данные. В частности, проведен анализ условий эксплуатации детали и ее назначения, основных характеристик типа производства. Результат данного анализа оформлены в виде задач, решение которых позволит достичь цели работы» [4].

## 2 Разработка технологической части

### 2.1 Выбор и проектирование заготовки

Метод получения заготовки выбирается путем экономического обоснования с учетом марки материала детали. Заготовки должны иметь контуры и размеры, наиболее приближенные к контурам и размерам готовых деталей. Проанализировав все имеющиеся данные по выбору заготовки, приходим к выводу, что для рассматриваемой крышки следует выполнить экономическое сравнение методов литья в землю и в кокиль «путем сравнения технологической себестоимости изготовления» [1].

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где  $C_{ЗАГ}$  – стоимость получения одного кг заготовок, руб.;

$Q$  – масса заготовки, кг;

$C_{МЕХ}$  – стоимость механической обработкой, руб.;

$q$  – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$  – стоимость одного кг стружки, руб» [1].

«Стоимость получения одного кг заготовок рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗАГ i} = C_{ОТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2)$$

где  $i$  – индекс варианта получения отливки;

$C_{ОТ}$  – базовая стоимость получения отливок в зависимости от метода, руб.;

$h_T$  – коэффициент точности отливки;

$h_C$  – коэффициент группы сложности отливки;

$h_B$  – коэффициент массы отливки;

$h_M$  – коэффициент марки материала отливки;

$h_{П}$  – коэффициент программы выпуска» [1].

«Для удобства проведения расчетов здесь и далее примем, что индекс вариант получения заготовки соответствует 1 для литья в землю, 2 для литья в кокиль» [1].

$$C_{ЗАГ\ 1} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ р.}$$

$$C_{ЗАГ\ 2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,94 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 57,63 \text{ р.}$$

«Масса заготовки с достаточной для стадии проектирования точностью определяется по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_P, \quad (3)$$

где  $K_P$  – коэффициент, учитывающий особенности метода получения заготовки и ее формы» [1].

$$Q_1 = 12,55 \cdot 1,4 = 17,58 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 12,55 \cdot 1,3 = 16,32 \text{ кг.}$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

$$C_{МЕХ\ i} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (4)$$

где  $C_C$  – приведенные затраты на снятие 1 кг стружки, руб.;

$C_K$  – приведенные капитальные вложения на 1 кг стружки, руб.;

$E_H$  – коэффициент эффективности капитальных вложений» [1].

$$C_{МЕХ\ 1,2} = 35,6 + 0,1 \cdot 100,35 = 45,64 \text{ р.}$$

«Подставляем в формулу (1) и производим расчеты.

$$C_{Т1} = 50,28 \cdot 12,55 + 45,64 \cdot (17,58 - 12,55) - 14,0 \cdot (17,58 - 12,55) = 790,16 \text{ р.}$$

$$C_{Т2} = 57,63 \cdot 12,55 + 45,64 \cdot (16,32 - 12,55) - 14,0 \cdot (16,32 - 12,55) = 842,54 \text{ р.} \quad [1].$$

«Литье в землю имеет лучшие экономические показатели» [1]. Будем проектировать заготовку для данного метода получения.

Алгоритм проектирования заготовки следующий: определяются маршруты обработки поверхностей, затем определяются припуски на механическую обработку и напуски, формируется контур заготовки путем прибавления к контуру детали припусков и напусков, определяются параметры заготовки, выполняется рабочий чертеж заготовки [13].

«Маршрут обработки поверхностей формируется из условия обеспечения минимальных затрат на механическую обработку» [12] при получении требуемых параметров точности обработки и качества поверхностного слоя с учетом характеристик материала детали. Методика выбора маршрута обработки и необходимые данные подробно приведены в литературе [12]. Для формирования маршрута обработки на рисунке 2 представлен эскиз детали с пронумерованными поверхностями.

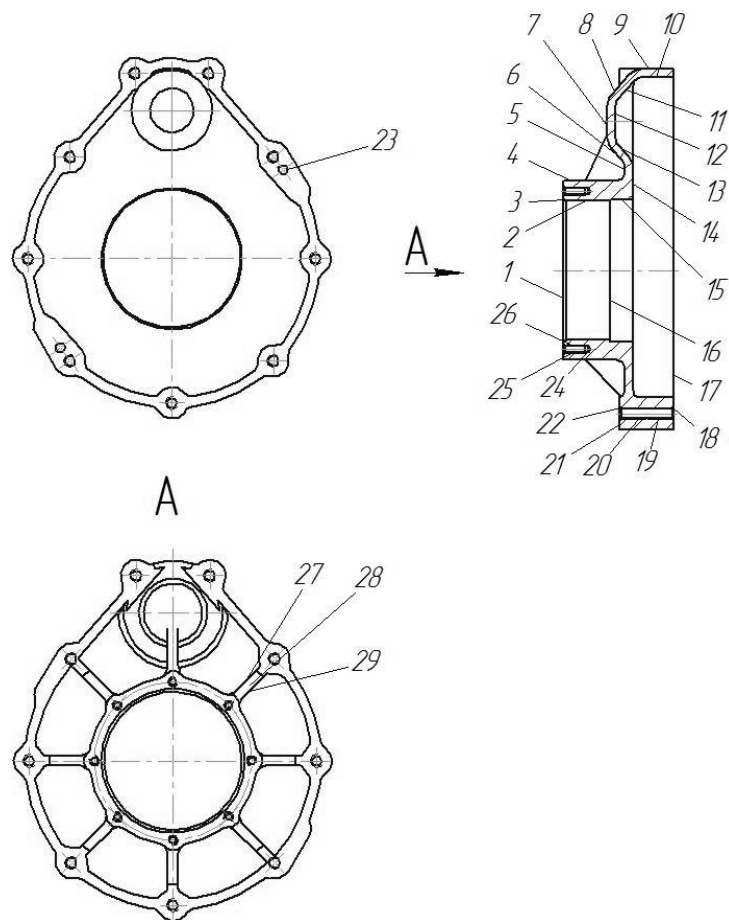


Рисунок 2 – Эскиз крышки

«Маршруты обработки поверхностей, сформированные с

использованием указанной методики, представлены в таблице 1» [12].

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхности	Тип поверхности	Квалитет	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	плоская	12	6,3	«фрезерование, фрезерование чистовое, фрезерование тонкое» [12]
2	цилиндрическая	12	12,5	«фрезерование» [12]
3	коническая	14	12,5	«резьбонарезание» [12]
15	цилиндрическая	12	12,5	«резьбонарезание» [12]
16	плоская	12	12,5	«резьбонарезание» [12]
17	плоская	12	6,3	«фрезерование, фрезерование чистовое, фрезерование тонкое» [12]
18	коническая	12	12,5	«сверление» [12]
19	цилиндрическая	7	3,2	«сверление, зенкерование» [12]
20	винтовая	7	3,2	«резьбонарезание» [12]
21	плоская	12	6,3	«фрезерование, фрезерование чистовое» [12]
22	коническая	12	12,5	«сверление» [12]
23	цилиндрическая	8	1,25	«сверление, зенкерование, развертывание» [12]
24	цилиндрическая	12	12,5	«сверление» [12]
25	коническая	12	12,5	«сверление» [12]
26	винтовая	10	6,3	«резьбонарезание» [12]

«В соответствии с принятым алгоритмом затем определяем припуски на механическую обработку. Метод определения припусков на обработку назначается исходя из требуемой точности обработки» [4]. «Для точных поверхностей применяется эмпирический метод» [4], для остальных поверхностей статистический метод.

Наиболее точный размер детали диаметр  $140H7(+0,040)$  мм. Расчет припусков для данного размера ведем по эмпирическому методу [19].

«Минимальный припуск определяется из выражения:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (5)$$

где  $a$  – глубина дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

$\varepsilon$  – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

$i$  – текущий переход;

$i - 1$  – предыдущий переход» [19].

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,025^2} = 0,8 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,025^2} = 0,303 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,2 + \sqrt{0,025^2 + 0,02^2} = 0,232 \text{ мм} \gg [19].$$

«Максимальный припуск определяется из выражения:

$$z_{imax} = z_{imin} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i), \quad (6)$$

где  $TD_{i-1}$  – операционный допуск на предыдущем переходе, мм.;

$TD_i$  – операционный допуск на текущем переходе, мм» [19].

$$\ll z_{1max} = z_{1min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 0,8 + 0,5 \cdot (3,2 + 0,4) = 2,6 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,303 + 0,5 \cdot (0,4 + 0,1) = 0,553 \text{ мм.}$$

$$z_{3max} = z_{3min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,232 + 0,5 \cdot (0,1 + 0,04) = 0,302 \text{ мм} \gg [19].$$

«Средний припуск определяется из выражения:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{imax} + z_{imin}). \quad (7) \gg [19]$$

$$\ll z_{cp1} = 0,5(z_{1max} + z_{1min}) = 0,5(0,8 + 2,6) = 1,7 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5(z_{2max} + z_{2min}) = 0,5(0,303 + 0,553) = 0,428 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5(z_{3max} + z_{3min}) = 0,5(0,232 + 0,302) = 0,267 \text{ мм} \gg [19].$$

«Операционные размеры определяются с использованием выражений:

$$D_{(i-1)max} = D_{i max} - 2 \cdot z_{i min}. \quad (8)$$

$$D_{(i-1)min} = D_{(i-1)max} - TD_{i-1}. \quad (9)$$

$$D_{i cp} = 0,5 \cdot (D_{i max} + D_{i min}). \quad (10)» [19]$$

«Расчеты выполняются в обратном направлении.

$$D_{3 max} = 140,040 \text{ мм.}$$

$$D_{3 min} = 140,000 \text{ мм.}$$

$$D_{3 cp} = 0,5(D_{3 max} + D_{3 min}) = 0,5(140,040 + 140,000) = 140,020 \text{ мм.}$$

$$D_{2 max} = D_{3 max} - 2 \cdot z_{3 min} = 140,040 - 2 \cdot 0,232 = 139,576 \text{ мм.}$$

$$D_{2 min} = D_{2 max} - TD_2 = 139,576 - 0,100 = 139,476 \text{ мм.}$$

$$D_{2 cp} = 0,5(D_{2 max} + D_{2 min}) = 0,5(139,576 + 139,476) = 139,526 \text{ мм.}$$

$$D_{1 max} = D_{2 max} - 2 \cdot z_{2 min} = 139,576 - 2 \cdot 0,303 = 138,970 \text{ мм.}$$

$$D_{1 min} = D_{1 max} - TD_1 = 138,970 - 0,400 = 138,570 \text{ мм.}$$

$$D_{1 cp} = 0,5 \cdot (D_{2 max} + D_{2 min}) = 0,5 \cdot (138,97 + 138,57) = 138,77 \text{ мм.}$$

$$D_{0 max} = D_{1 max} - 2 \cdot z_{1 min} = 138,97 - 2 \cdot 0,8 = 137,37 \text{ мм.}$$

$$D_{0 min} = D_{0 max} - TD_0 = 137,37 - 3,2 = 134,17 \text{ мм.}$$

$$D_{0 cp} = 0,5(D_{max} + D_{min}) = 0,5(137,37 + 134,17) = 135,77 \text{ мм}» [19].$$

«Для определения общих припусков используются выражения:

$$2z_{min} = D_{3 max} - D_{0 min}. \quad (11)$$

$$2z_{max} = 2z_{min} + TD_0 + TD_3. \quad (12)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (13)» [19]$$



$$\llcorner 2z_{min} = 140,000 - 137,37 = 2,63 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 2,63 + 3,2 + 0,04 = 5,87 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,63 + 5,87) = 4,25 \text{ мм} \gg [19].$$

Статистический метод определения припусков заключается в определении минимальных припусков на обработку по статистическим таблицам точности, исходя из размеров и характеристик обрабатываемой поверхности, и максимальных припусков путем их расчета по формуле (6) [24]. Припуски для менее точных поверхностей, определенные по данному методу представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты по определению припусков

Номер поверхности	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	фрезерование черновое	0,8	2,58
	фрезерование чистовое	0,16	0,51
	фрезерование тонкое	0,1	0,45
15	расточивание черновое	0,9	2,7
17	фрезерование черновое	0,8	2,58
	фрезерование чистовое	0,16	0,51
	фрезерование тонкое	0,1	0,45
21	фрезерование черновое	0,8	2,15
	фрезерование чистовое	0,16	0,46
	фрезерование тонкое	0,1	0,4
23	зенкерование	0,5	0,6
	развертывание	0,1	0,14

Следуя принятому алгоритму проектирования, «определяем параметры заготовки: степень точности поверхности 14, класс точности массы 10, класс размерной точности 10, ряд припусков 6, сдвиг не более 0,8 мм, эксцентricность отверстий не более 0,4 мм» [6].

«На заключительном этапе проектирования заготовки выполняем ее рабочий чертеж, представленный на листе графической части выпускной квалификационной работы» [6].

## 2.2 Проектирование плана изготовления детали

План изготовления является графическим отражением технологического процесса изготовления. «Проектирование плана изготовления в соответствии с характеристиками типа производства производится на основе типовых технологических процессов» [14]. За типовые примем технологические процессы, указанные в литературе [14].

Алгоритм проектирования плана изготовления следующий: формируем маршрут изготовления детали, разрабатываем для каждой операции эскиз ее выполнения, определяем схемы базирования на операциях, проставляем операционные размеры, определяем технические характеристики выполнения операций.

Формирование маршрута изготовления производится с учетом необходимости обеспечения последовательной и параллельно-последовательной структуры операций, а также рекомендаций [16]. Маршрут изготовления крышки приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
005 Комбинированная	фрезерование, сверление, развертывание, зенкерование	17, 18, 19, 23
010 Комбинированная	расточивание, фрезерование, сверление, нарезание резьбы	1, 2, 21, 22, 24, 25, 26
015 Комбинированная	фрезерование, растачивание, развертывание, нарезание резьбы	15, 16, 17, 20, 23
020 Комбинированная	фрезерование, растачивание	1, 2, 3, 21
025 Фрезерная	фрезерование	17
030 Комбинированная	фрезерование, растачивание	1, 2
055 Моечная	мойка	все
060 Контрольная	контроль	все

Далее разрабатываем для каждой операции эскиз ее выполнения с учетом обеспечения требуемой концентрации переходов. Эскизы полученных

операций приведены на листе графической части работы. Также на данном листе приведены «схемы базирования заготовок, разработанные на основе типовых схем базирования с учетом необходимости обеспечения принципов единства и постоянства баз и рекомендаций» [18].

«Далее проставляем операционные размеры с учетом припусков на выполнение последующих операций» [18]. «Назначение технических требований выполняется с применением таблиц среднестатистической точности обработки» [18]. «В технические требования входят: шероховатость, получаемая на операции, допуски на операционные размеры и отклонения форм и взаимного расположения поверхностей» [18].

Вся необходимая информация по формированию плана изготовления детали и назначению технических требований на выполнение операции содержится в рекомендациях [18].

Кроме плана изготовления полученная информация используется при формировании маршрутной карты и операционных карт с картами эскизов, приведенных в приложении А «Технологическая документация» таблица А.1.

### **2.3 Выбор средств технологического оснащения**

Решение задачи выбора средств технологического оснащения существенно влияет на экономические показатели проектируемого техпроцесса. С целью обеспечения максимальной эффективности решения данной задачи следует придерживаться следующих рекомендаций.

Требования к технологическому оборудованию: реализация требуемой структуры операции, обеспечение требований точности изготовления, обеспечение требуемой гибкости производства. Предпочтительным является использование универсального оборудования, оснащенного системами числового управления и адаптивными системами управления. В случае необходимости допускается использование специализированного оборудования.

Требования к металлорежущему инструменту: обеспечение требуемых режимов обработки, параметров поверхностного слоя, точности обработки, заданной стойкости. Предпочтительным является использование универсального режущего инструмента. В случае необходимости допускается использование специального режущего инструмента.

Требования к станочным приспособлениям: реализация требуемой на операции схемы базирования, обеспечение заданного быстродействия и требуемой точности установки, высокая степень механизации и автоматизации. Предпочтительным является использование универсальных и сборно-разборных станочных приспособлений. В случае необходимости допускается использование специальных станочных приспособлений.

Требования к средствам контроля: обеспечение требуемой точности контроля, быстродействия, не повреждать контролируемые поверхности. Предпочтительным является использование универсальных средств контроля, выдающих результат в цифровом виде. В случае необходимости допускается использование специальных средств контроля и средств контроля, выдающих результат в относительном виде.

«Выбор средств технологического оснащения выполняем с использованием данных [8], [9], [10], [11], [17], [20], [22]. Результаты оформлены в таблице 4» [4].

Таблица 4 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
005 Комбинированная	«вертикальный обрабатывающий центр JET JTM-949TS» [22]	«фреза концевая специальная Ø36 P12Ф2К8М3, сверло R841-1025-30-A1A GC1220 Sandvik, сверло R850-0800-70-A1A GC1220 Sandvik, зенкер C3-R825A-FAB208A» [10]	«нутромер ГОСТ 10-88, штангенциркуль ГОСТ 166-89» [17]	«приспособление специальное» [11]

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
–	–	«GC1220 Sandvik, развертка 830B–E06D1000H7S12 GC1220 Sandvik» [10]	–	–
010 Комбинированная	«вертикальный обрабатывающий центр JET JTM–949TS» [22]	«фреза концевая специальная Ø36 P12Ф2К8М3, сверло R841–0725–30–A1A GC1220 Sandvik, сверло R841–1025–30–A1A GC1220 Sandvik, фреза резьбовая 327R06–08 100VM–TH Sandvik, резец расточной R820G–AR24SCFC12A» [10]	«калибры, нутромер ГОСТ 10–88, штангенциркуль ГОСТ 166–89» [17]	приспособление специальное
015 Комбинированная	«вертикальный обрабатывающий центр JET JTM–949TS» [22]	«фреза концевая специальная Ø36 P12Ф2К8М3, резец расточной R820G–AR24SCFC12A GC1020 Sandvik, зенкер С3–R825A–FAB208A GC1220 Sandvik, фреза резьбовая 327R06–12 100VM–TH GC1025» [10]	«калибры, нутромер ГОСТ 10–88, штангенциркуль ГОСТ 166–89» [17]	приспособление специальное
020 Комбинированная	«вертикальный обрабатывающий центр JET JTM–949TS» [22]	«фреза концевая специальная Ø36 P12Ф2К8М3, резец расточной R825C–AF23STUP1103A GC3210 Sandvik» [10]	микрометр ГОСТ 6507–90, нутромер ГОСТ 10–88	приспособление специальное
025 Фрезерная	«вертикально-фрезерный Haas DT–1» [9]	«фреза концевая специальная Ø36 P12Ф2К8М3» [20]	микрометр ГОСТ 6507–90	приспособление специальное
030 Комбинированная	«вертикальный обрабатывающий центр JET JTM–949TS» [22]	«фреза торцовая R590–160Q40A–11M H10 Sandvik, резец R825CAF23STUP1103A GC3210 Sandvik» [10]	микрометр ГОСТ 6507–90, нутромер ГОСТ 10–88	приспособление специальное

Приведенные в таблице 4 средства технологического оснащения полностью соответствуют выше описанным требованиям. Далее заносим данные по средствам технологического оснащения в технологическую документацию (приложение А «Технологическая документация» таблица А.1), а также используем их в дальнейшем при проектировании технологических операций.

## 2.4 Расчет режимов резания и нормирование

Расчет режимов резания и нормирование технологических операций определяют не только технические параметры технологического процесса, но и позволяет определить лимитирующие операции, которые, как правило, наиболее проблемные и требуют доработки.

Режимы резания на операции определяются расчетным методом [20] и статистическим [7]. В зависимости от ответственности операции и имеющихся данных. Применение высокопроизводительных средств технологического оснащения, таких как высокоскоростные станки и способных реализовать их возможности режущего инструмента, приводит к необходимости применения для назначения режимов резания рекомендация фирмы-изготовителя режущего инструмента [9].

Нормирование выполняется на основе расчетного метода [4].

«Штучно-калькуляционное время на выполнение операций определяется по формуле:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (14)$$

где  $T_{\text{шт}}$  – штучное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{п-з}}$  – подготовительно–заключительное время выполнения операции, мин;

$n_3$  – размер партии деталей, шт» [4].

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{п} \quad (15)$$

где  $T_o$  – основное время выполнения операции, мин;

$T_v$  – вспомогательное время выполнения операции, мин;

$T_{обс}$  – время на обслуживание, мин;

$T_{п}$  – время на личные потребности, мин» [4].

«Основное время определяется по формуле:

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

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

$S$  – подача, мм/об» [4].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

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

где  $l_1$  – длина врезания, мм;

$l_{рез}$  – длина резания, мм;

$l_2$  – длина перебега, мм» [4].

«В таблице 5 отражены результаты определения режимов резания и нормирования технологических операций» [4].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Длина рабочего хода, мм	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин	Штучное время, мин
005	1	0,2	210	904	1700	2,67	8,84
	2	0,1	87	522	1200	4,35	

Продолжение таблицы 5

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Длина рабочего хода, мм	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин	Штучное время, мин
–	3	0,1	78	40	1100	0,36	8,84
	4	0,5	36	40	1400	0,06	
	5	0,25	95	40	3600	0,05	
010	1	0,2	210	1410	1700	1,49	6,45
	2	0,3	240	50	600	0,69	
	3	0,1	78	216	1100	1,96	
	4	0,5	36	200	1400	0,29	
	5	0,047	104	200	4100	1,04	
015	1	0,1	240	904	2100	4,3	11,29
	2	0,2	282	25	630	0,2	
	3	0,5	36	522	950	1,1	
	4	0,047	104	522	2800	3,97	
020	1	0,1	240	1410	2100	6,71	8,38
	2	0,2	285	50	650	0,39	
025	1	0,08	285	904	2500	4,52	5,33
030	1	0,08	285	190	2500	0,95	1,96
	2	0,1	310	50	705	0,71	

«Приведенные в таблице 5 данные заносим в технологическую документацию (приложение А «Технологическая документация» таблица А.1), а также используем их при проектировании технологических наладок» [4]. Анализируя данные нормирования, приходим к выводу, что лимитирующей является операция 015. В дальнейшем необходимо провести подробный анализ причин этого и снизить время выполнения операции.

Во втором разделе решены задачи, связанные с «проектированием технологического процесса изготовления детали. Произведен выбор метода получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, проведено ее проектирование. Разработан план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [4]. Выбраны средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Решены задачи определения параметров технологических операций путем определения режимов резания и норм времени на их выполнение.



### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование цанговой оправки

Анализируя лимитирующую операцию (рисунок 3) приходим к выводу, что одна из причин больших затрат времени на данной операции заключается в отсутствии стандартного станочного приспособления способного реализовать теоретическую схему базирования с механизированным приводом закрепления. Это существенно увеличивает вспомогательное время выполнения операции. С целью устранения данной проблемы спроектируем механизированное приспособление по методике [3].

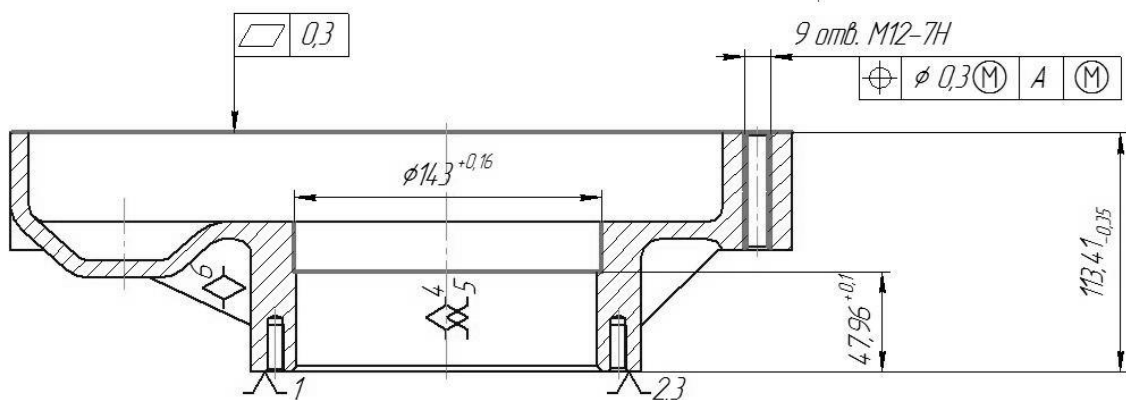


Рисунок 3 – Операционный эскиз

Алгоритм проектирования приспособления: расчет сил резания, определение усилия закрепления, определение усилия привода, определение точности установки в приспособлении, проектирование конструкции приспособления.

«Основная составляющая силы резания при фрезеровании  $P_z$  определяется по формуле:

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

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;

$k_{mp}$  – коэффициент, который учитывает влияние механических характеристик обрабатываемого материала» [20].

«Составляющая силы резания  $P_Y$  определяется по формуле:

$$P_Y = 0,3 \cdot P_Z. \quad (19) \gg [20]$$

Выполняем расчеты.

$$P_Z = \frac{10 \cdot 30 \cdot 0,16^{0,83} \cdot 0,025^{0,65} \cdot 34^{1,0 \cdot 4}}{36^{0,83} \cdot 2100^0} \cdot 1,0 = 816 \text{ Н.}$$

$$P_Y = 0,3 \cdot 816 = 734 \text{ Н.}$$

Расчет усилия закрепления выполняется из условия равновесия системы сил, действующих при обработке. Расчетная схема приведена на рисунке 4.

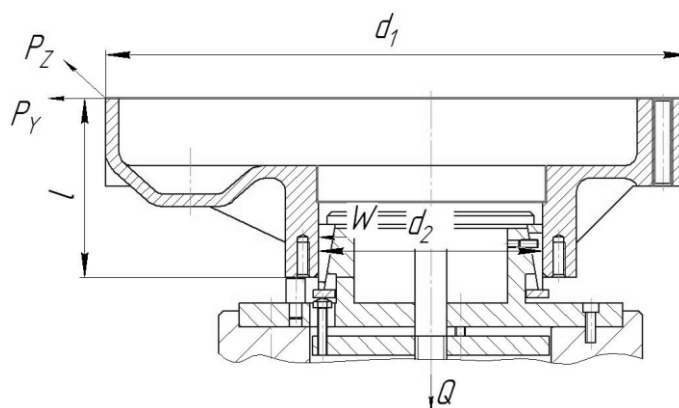


Рисунок 4 – Расчетная схема закрепления

«Из данной схемы следует, что момент от составляющей силы резания  $P_Z$  определяется по формуле:

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_1}{2}, \quad (20)$$

где  $d_1$  – обрабатываемый диаметр, мм» [3].

«Для обеспечения его уравнивания необходимо создать момент силы зажима равный:

$$M_{3_{P_Z}} = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (21)$$

где  $W$  – сила зажима, Н;

$f$  – коэффициент трения поверхностей заготовки и сменного кулачка;

$d_2$  – диаметр закрепления, мм» [3].

«Сила зажима, которую необходимо создать определяется из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов и составит:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \cdot K, \quad (22)$$

где  $K$  – коэффициент запаса» [3].

«Коэффициент запаса учитывает особенности выполнения операции и рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (23)$$

где:  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент состояния обрабатываемой поверхности;

$K_2$  – коэффициент увеличения сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3$  – коэффициент прерывистости процесса резания;

$K_4$  – коэффициент стабильности усилия зажима;

$K_5$  – коэффициент эргономических показателей привода» [3].

«Выполняем расчеты.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

$$W = \frac{816 \cdot 353}{0,3 \cdot 140} \cdot 1,8 = 24689 \text{ Н} \gg [3].$$

«Момент от составляющей силы резания  $P_Y$  определяется по формуле:

$$M_{P_{P_Y}} = P_Y \cdot l, \quad (24)$$

где  $l$  – плечо приложения силы, мм» [3].

«Уравновешивающий его момент силы зажима равен:

$$M_{3_{P_Y}} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3}. \quad (25) \gg [3]$$

«Из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов определяем силу зажима:

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (26) \gg [3]$$

$$W = \frac{3 \cdot 734 \cdot 112}{2 \cdot 0,3 \cdot 140} \cdot 2,52 = 7399 \text{ Н}.$$

Из проведенных расчетов следует, что усилие на приводе должно составлять 24689 Н.

«Механизация процесса закрепления обеспечивается применением в конструкции приспособления гидравлического привода, диаметр поршня которого определяется по формуле:

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

где  $d$  – диаметр штока, мм;

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

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 24689}{5,0} + 40^2} = 86 \text{ мм.}$$

«С целью применения в конструкции стандартного гидравлического привода округляем значение диаметра поршня до ближайшего большего стандартного, которое составляет 90 мм» [3].

«В соответствии с принятым алгоритмом проектирования определяем точность установки в приспособлении. Для этого составим размерную схему приспособления, представленную на рисунке 5» [3].

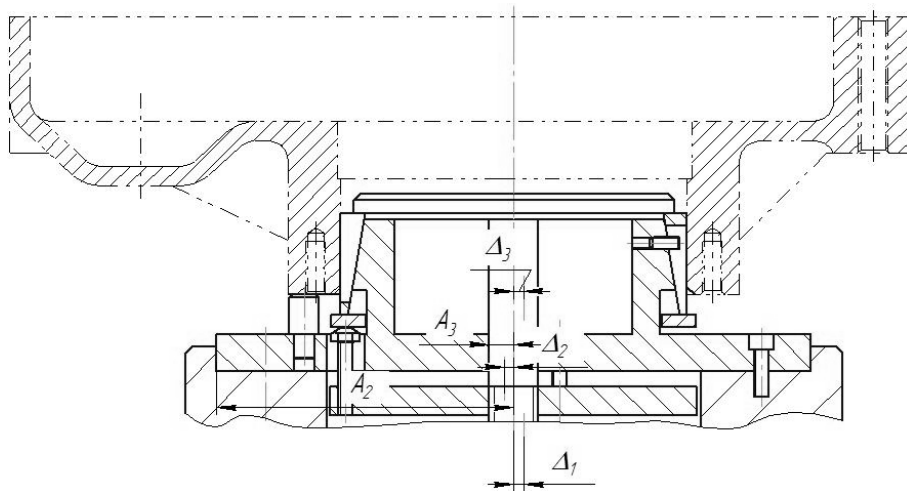


Рисунок 5 – Схема определения погрешности

«Исходя из схемы, погрешность установки в приспособлении составит:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (28)$$

где  $\Delta_1$  – погрешность от неперпендикулярности торца тяги, мм;

$\Delta_2$  – колебание зазора в сопряжении  $A_2$ , мм;

$\Delta_3$  – погрешность изготовления размера  $A_3$ , мм» [3].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

«Приспособление считается отвечающим заданной точности, если расчетное значение погрешности установки составляет не более трети от поля допуска на изготавливаемый размер. В данном случае это значение составляет 0,03 мм. Следовательно, приспособление обеспечивает требуемую точность установки» [3]. Конструкция приспособления приведена в графической части работы и в приложении Б таблица Б.1 «Спецификации к сборочным чертежам.

### 3.2 Проектирование фрезы

Дальнейший анализ технологического процесса позволяет сделать следующий вывод. В технологическом процессе предусмотрено большое количество фрезерной обработки, реализация которой производится при помощи фрез импортного производителя, способных обеспечить требуемые режимы резания без потери качества обработки и снижения стойкости. Необходимо спроектировать аналог данного инструмента, который по своим параметрам не уступает ему, но при этом обладает лучшими экономическими показателями. Проектирование такой фрезы произведем по данным [21].

Сначала подбираем материал режущей части, не уступающий по своим характеристикам импортному аналогу. Проанализировав литературу приходим к выводу, что в данном случае наиболее оптимальным решением будет применение, полученной по технологиям порошковой металлургии быстрорежущей стали P12Ф2К8М3 [21].

«Диаметр концевой фрезы при обработке плоскости определяется из выражения:

$$D_{\text{инстр}} = 1,1 \cdot H, \quad (29)$$

где  $H$  – ширина фрезерования, мм» [21].

$$D_{\text{инстр}} = 1,1 \cdot 33 = 36 \text{ мм.}$$

Допуск на изготовление диаметра фрезы зависит от требуемой точности обработки и в данном случае составляет 0,1 мм.

Далее, исходя из требуемых параметров обработки и свойств обрабатываемого материала, определяем геометрические параметры фрезы: «число зубьев фрезы 4, задний угол  $10^\circ$ , передний угол  $12^\circ$ » [21].

Проблему увеличения стойкости решим путем применения переменного окружного шага в торцовом сечении соответственно  $90^\circ$ ,  $95^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $85^\circ$ .

Для этого необходимо обеспечить «переменный угол наклона винтовых канавок для четных и нечетных зубьев из соотношения:

$$\text{tg } \Delta\varepsilon = \frac{\text{tg}(\omega_1 - \omega_2)}{2}, \quad (30)$$

где  $\omega_1$  – угол наклона винтовых канавок для четных зубьев, град.;

$\omega_2$  – угол наклона винтовых канавок нечетных зубьев, град» [21].

Выполнив расчеты, получим значение угла наклона винтовых канавок для четных зубьев  $35^\circ$ , угла наклона винтовых канавок нечетных зубьев  $32^\circ$ .

По данным [21], таким образом, увеличивается стойкость режущего инструмента от 1,5 до 2 раз по сравнению с фрезой обычной конструкции, в том числе из импортного сплава.

Подробно конструкция фрезы и технические требования на ее изготовление приведены в графической части работы.

В третьем разделе спроектированы средства оснащения технологического процесса, позволяющие решить основные проблемы лимитирующей фрезерной операции. Проектирование цанговой оправки сократило вспомогательное время на выполнение операции, а проектирование фрезы позволило заменить дорогостоящий импортный инструмент и увеличить стойкость режущего инструмента.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Основными операциями механической обработки данного технологического процесса являются комбинированные и фрезерная операции.

Используются следующие средства технологического процесса. Станки: вертикальный обрабатывающий центр JET JTM-949TS, вертикально-фрезерный Haas DT-1. Режущий инструмент: фрезы концевая, сверла, зенкеры, развертка, резец расточной. Станочные приспособления специальные.

Работники производственного участка по изготовлению детали: операторы станков с числовым программным управлением, наладчики станков с числовым программным управлением.

### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 6 представлен анализ профессиональных рисков, выполненный на основе: ГОСТ 12.0.003-2015 и Приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 776н.

Таблица 6 – Реестр рисков

Рабочее место	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности/ риски
операторы станков с числовым управлением, наладчики	факторы физического воздействия	станки, средства оснащения, инструменты	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов» [5]	«падение с высоты, падение предметов» [5]



Продолжение таблицы 6

Рабочее место	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности/ риски
–	–	–	«на работающего» [5]	–
			«движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [5]	«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобныенештатные состояния) от неполадок или повреждения систем управления» [5]
		обрабатываемые заготовки, средства технологического оснащения, инструменты	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [5]	«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [5]
		станки	«производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими» [5]	«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств (например потеря равновесия ослаблении внимания)» [5]

Продолжение таблицы 6

Рабочее место	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности/ риски
—	—	—	«неблагоприятными характеристиками шума» [5]	—
			«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [5]	«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [5]
			«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [5]	«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [5]
	факторы, обладающие свойствами и химического воздействия	смазочно-охлаждающая жидкость, масло	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [5]	«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [5]
факторы психофизиологического воздействия	станки, средства технологического оснащения, инструменты	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [5]	«физические перегрузки» [5]	
		«перегрузки статические, связанные с рабочей позой» [5]	«физические перегрузки» [5]	

В таблице 6 проведена идентификация наиболее вероятных опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операциях на участке по изготовлению детали.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Анализируя результаты выполнения предыдущего пункта, можно сделать вывод, что значительный риск представляет воздействие электрического тока вследствие контакта с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, из-за неисправного оборудования, неприменения средств индивидуальной защиты, а также удар работника или падение на работника тяжелого инструмента, груза при перемещении или подъеме.

Предложим мероприятия по улучшению условий и охраны труда, на основании Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 771н (таблица 7) [5].

Таблица 7 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«падение с высоты, падение предметов» [5]	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [5]	использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда
«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением» [5]	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [5], «устройство ограждений элементов производственного оборудования,» [5]	«соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное» [5]

Продолжение таблицы 7

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания от неполадок или повреждения систем управления» [5]	«защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [5]	«применение систем торможения» [5], «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [5]
«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [5]	«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» [5]	«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» [5]
«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [5]	«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» [5]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [5]

Продолжение таблицы 7

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [5]	«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» [5]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [5]
«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [5]	«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» [5]	«своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик; установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [5]
физические перегрузки	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [5]	«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» [5]
«контакт» [5]	«внедрение и (или)» [5]	«изоляция токоведущих» [5]

## Продолжение таблицы 7

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии» [5]	«модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [5]	«частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, применение ограждений, знаков безопасности» [5]

Предлагаемые мероприятия позволят обеспечить требуемые условия труда на рассматриваемом производственном участке и снизить возможность возникновения профессиональных рисков.

### **4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта**

Пожарная безопасность на производственном участке обеспечивается путем применения специальных технических средств и разработки организационных мероприятий.

«В данном случае по виду используемого горючего материала класс D пожары, связанные с воспламенением и горением металлов» [5]. «Опасные факторы потенциального 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)» [5].

«Определяем технические средства обеспечения пожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения огнетушители: ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100» [5]. «Мобильные средства пожаротушения мотопомпа пожарная» [5]. «Средства пожарной автоматики пожарный извещатель ИП-212-141» [5]. «Пожарное оборудование пожарный щит класса ЩП-А» [5]. «Пожарные сигнализация, связь и оповещение оповещатель

охранно-пожарный звуковой Маяк-220» [5].

«Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности: разрабатываются инструкции, проводится инструктаж» [5].

#### **4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта**

Определим негативные экологические факторы, возникающие в результате технологического процесса изготовления рассматриваемой детали.

«Загрязнение гидросферы остатками масла, смазочно-охлаждающих жидкостей, смазочных материалов, частиц абразива и мелкой стружки» [5].

«Загрязнение литосферы металлическим ломом, стружкой, промышленным мусором, отработанными маслами и смазочно-охлаждающими жидкостями» [5]. «Загрязнение атмосферы в виде образования незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли. Количество данных выбросов мало, следовательно, ими можно пренебречь» [5].

Снижение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду регламентируется путем проведения мероприятий регламентированных в ГОСТ Р 53692–2009 [5]. «С целью снижения и устранения загрязнения гидросферы применяются технические средства по очистке сточных вод, которые должны соответствовать ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения»» [5].

Выполнение раздела позволило решить задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса на производственном участке. В том числе обеспечена пожарная безопасность и выполнение экологических норм.

## 5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает сокращение количества операций за счет их объединения. Это стало возможным благодаря применению более современного оборудования, которое может выполнить как фрезерные операции, так и сверлильные, за счет этого достигается сокращение их трудоемкости. Модели применяемого оборудования в базовом и проектном варианте представлены в соответствующих разделах бакалаврской работы. Совместно с заменой оборудования было предложено применить специальную оснастку и более износостойкой инструмент, что также привело к снижению общей трудоемкости выполнения совершенствованных операций.

Результаты технических изменений после совершенствований операций, а именно замены двух операций на одну:

- сокращение основного времени выполнения операций на 30,6%;
- сокращение вспомогательного времени – на 69,4%;
- уменьшение количества единиц используемого оборудования на 50%;
- уменьшение использование производственных площадей на 8,4%;
- увеличение стойкости применяемого инструмента на 16,7 %.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением



величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 6 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.



Рисунок 6 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [15]

Используя, описанную на рисунке 6, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций ( $K_{ВВ}$ ), которая составила 1098087,42 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование проекта. На рисунке 7 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

Анализируя рисунок 7, можно сказать, что затраты на оборудование с учетом доставки и монтажа являются самыми существенными, так как их доля составила 81,1% в общем объеме инвестиций.

**Квв = 1098087,42 руб.**

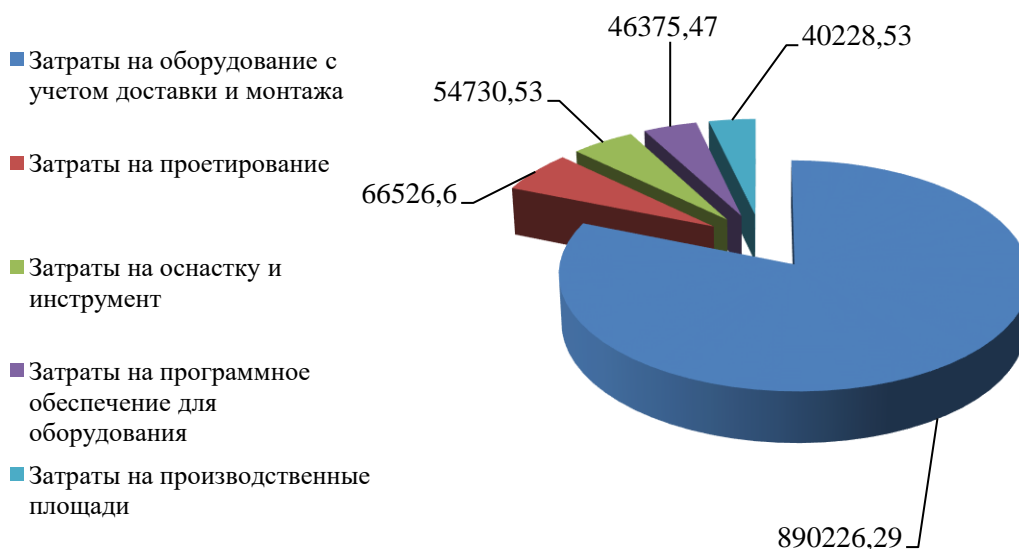


Рисунок 7 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 8.

Как видно из рисунка 8, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, то есть посмотреть на сколько снизиться или увеличится себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, насколько она снизиться, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

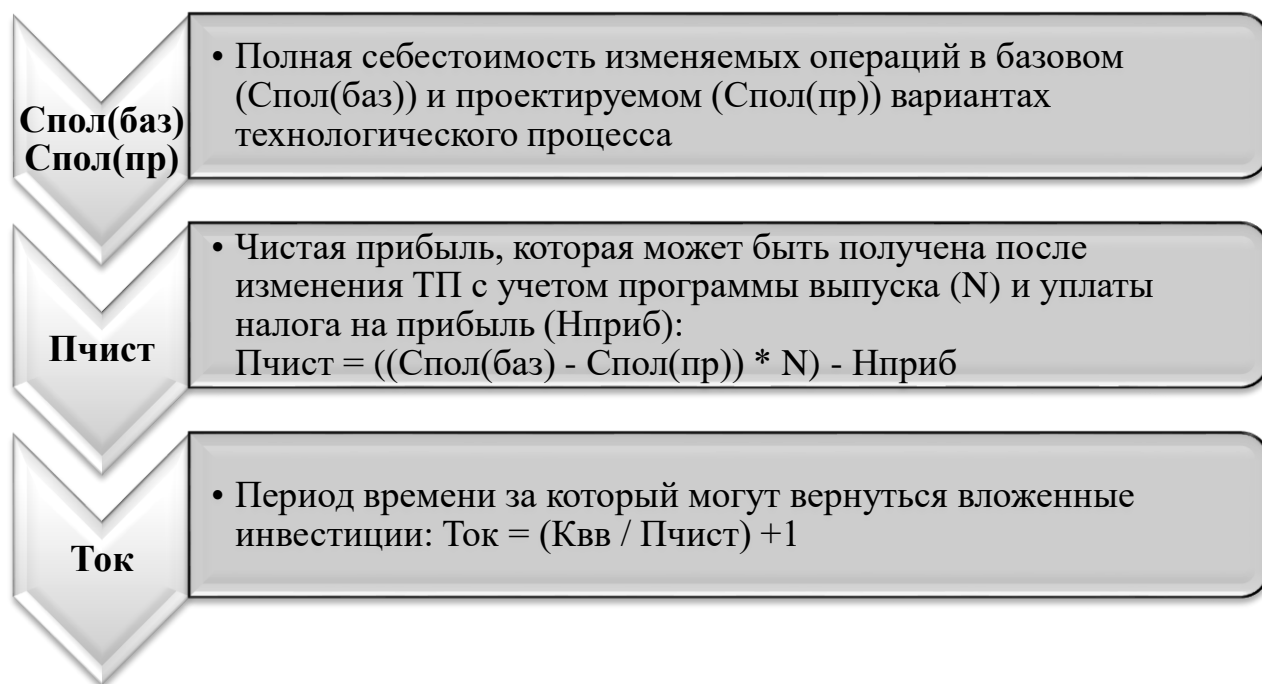


Рисунок 8 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ( $Э_{ИНТ}$ ) путем расчета через сложные проценты. Они позволят максимально учесть потерю стоимости денежных средств и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 9 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

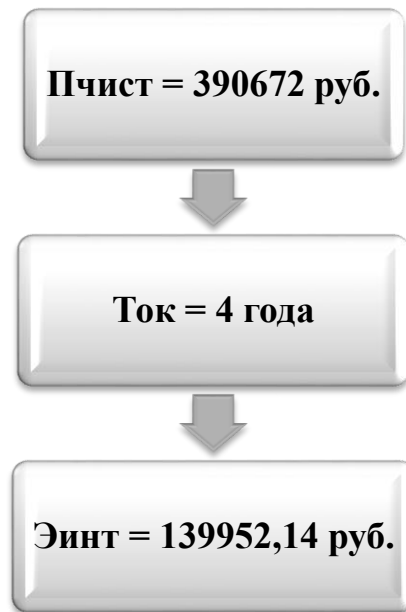


Рисунок 9 – Значения показателей чистой прибыли ( $P_{\text{чист}}$ ), срока окупаемости ( $T_{\text{ок}}$ ) и экономического эффекта ( $\text{Эинт}$ )

Как показано на рисунке 9, экономический эффект является положительной величиной, то есть он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

В данном разделе определены экономические показатели разрабатываемой технологии с учетом решений по ее совершенствованию, которые подтвердили правильность принятых решений.

## Заключение

Выполнение работы позволило получить следующие результаты. Проанализированы исходные данные, такие как условия эксплуатации детали и ее назначение, основные характеристики типа производства. Результат данного анализа оформлен в виде задач работы.

Решены задачи связанные с «проектированием технологического процесса изготовления детали. Выбран метод получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, проведено ее проектирование. Разработан план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [4]. Выбраны средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Решены задачи определения параметров технологических операций путем определения режимов резания и норм времени на их выполнение.

Проведено проектирование средств технологического процесса, позволяющих решить проблемы лимитирующей фрезерной операции. Проектирование цанговой оправки сократило вспомогательное время на выполнение операции, а проектирование фрезы позволило заменить «дорогостоящий импортный инструмент и увеличить стойкость режущего инструмента» [4].

«Решены задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса на производственном участке» [4]. В том числе обеспечена пожарная безопасность и выполнение экологических норм.

Определены экономические показатели с учетом решений по совершенствованию, которые подтвердили правильность принятых решений.

Цель работы, которая заключается в обеспечении выпуска годовой программы выпуска деталей требуемого качества, путем проектирования технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего минимальные экономические затраты, можно считать достигнутой.

## Список используемых источников

1. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2 –е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380 с.
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: 05.04.2023).
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: 21.04.2023).
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
5. 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.
6. ГОСТ Р 53464 –2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 45 с.
7. Грубый С. В. Расчет режимов резания для операций механической обработки: учебное пособие / С. В. Грубый. – Москва; Вологда : Инфра – Инженерия, 2021. – 200 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: 22.04.2023).
9. Каталог продукции «haascnc». [Электронный ресурс]. – URL: <http://>

www.int.haascnc.com (дата обращения: 15.04.2023).

10. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 15.04.2023).

11. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 18.04.2023).

12. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 25.03.2023).

13. 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: 29.03.2023).

14. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт –Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 28.03.2023).

15. 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: 07.05.2023).

16. 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: 05.04.2023).

17. 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: 12.04.2023).

18. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 23.04.2023).

19. 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.

20. 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.

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: 11.04.2023).

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: 14.04.2023).

23. Химический состав и физико-механические свойства чугуна СЧ-15 [Электронный ресурс]. – URL: [https://metallichekiy-portal.ru/marki\\_metallov/chu/SCH15?ysclid=lfwruy9bus504289655](https://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/chu/SCH15?ysclid=lfwruy9bus504289655) (дата обращения: 10.03.2023).

24. 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: 18.03.2023).





Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Китп	Тпоз	Тшт
О 19	Обрабатывать поверхности 1, 2, 21, 22, 24, 25, 26 в размер $\phi 138,57^{+0,14}$ , M8, 112,52 <sup>+0,35</sup> , 55,52 <sup>+0,3</sup> ,														
О 20	146 <sup>+0,14</sup> , 187,5 <sup>+0,14</sup> , 37,5 <sup>+0,1</sup> .														
Т 21	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная $\phi 36$ P12Ф2К8М3;														
Т 22	391213 Сверла R841-1025-30-A1A "Sandvik" GC1220; 391213 Сверла R841-0725-30-A1A "Sandvik"														
Т 23	GC 1220; 391620 Фреза резьбовая 327R06-08 100VM-TH "Sandvik" GC 1220; 392190 Резец расточной														
Т 24	R820G-AR24 SCFC12A "Sandvik" GC1020; 393400 Калибр.; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I; 393450														
Т 25	Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.														
26															
А 27	XX XX XX 015 XXXX Комбинированная.														
Б 28	381101 Обрабатывающий центр JTM-949TS				318217	422	1P	1	1	1	1200	1			11,29
О 29	Обрабатывать поверхности 15, 16, 17 в размер $\phi 143^{+0,16}$ , M12, 47,96 <sup>+0,1</sup> , 113,41 <sup>+0,35</sup> , 103,24 <sup>+0,14</sup> , 146 <sup>+0,14</sup>														
О 30	187,5 <sup>+0,14</sup> , 37,5 <sup>+0,1</sup> .														
Т 31	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная $\phi 36$ P12Ф2К8М3; 391620														
Т 32	Фреза резьбовая 327R06-08 100VM-TH "Sandvik" GC 1220; 91620 Зенкер С3-R825A-FAB208A "Sandvik"														
Т 33	GC 1220; 392190 Резец расточной R820G-AR24 SCFC12A "Sandvik" GC1020; 393400 Калибр.; 393311														
Т 34	Штангенциркуль ШЦ-I; 393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.														
35															
А 36	XX XX XX 020 XXXX Комбинированная.														
Б 37	381101 Обрабатывающий центр JTM-949TS				318217	422	1P	1	1	1	1200	1			8,38
О 38	Обрабатывать поверхности 1, 2, 3, 21 в размер $\phi 139,476^{+0,1}$ , 112,2 <sup>+0,35</sup> , 55,2 <sup>+0,3</sup>														
Т 39	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная $\phi 36$ P12Ф2К8М3;														
Т 40	92190 Резец расточной R825C-AF23STUP1103A "Sandvik" GC3210; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I; 393450														
Т 41	Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.														
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 42	XX	XX	XX	025	4260 Фрезерная												
Б 43	3816XX	Фрезерный с ЧПУ Haas DT-1					3	17335	312	1P	1	1	1	1200	1		5,33
О 44	Фрезеровать поверхность 17 в размер 112,1 <sub>±0,35</sub> .																
Т 45	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная φ36 P12Ф2К8М3; 393311																
Т 46	Штангенциркуль ШЦ-I.																
47																	
А 48	XX	XX	XX	030	XXXX Комбинированная.												
Б 49	381101	Обрабатывающий центр JTM-949TS					318217	422	1P	1	1	1	1	1200	1		1,96
О 50	Обрабатывать поверхности 1, 2 в размер φ140 <sup>+0,04</sup> , 112 <sup>+0,55</sup> .																
Т 51	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная φ36 P12Ф2К8М3;																
Т 52	92190 Резец расточной R825C-AF23STUP1103A "Sandvik" GC3210; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I; 393450																
Т 53	Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.																
54																	
А 55	XX	XX	XX	035	Моечная.												
56																	
А 57	XX	XX	XX	040	Контрольная.												
58																	
59																	
60																	
61																	
62																	
63																	
64																	
МК																	



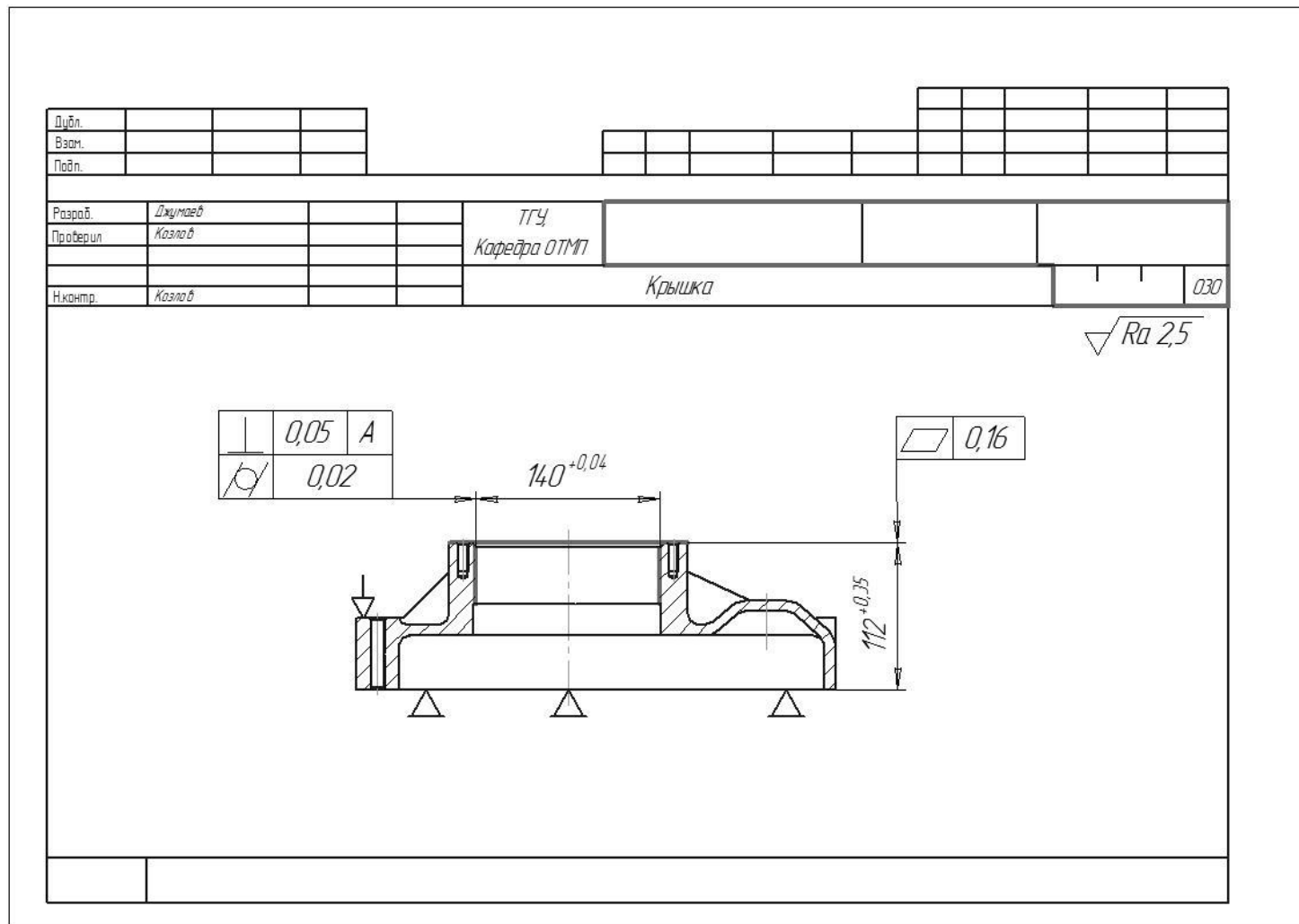
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3118-82										Форма 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Джумаев			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов			Крышка						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МЦ	Профиль и размеры			МВ	КОИД	
Комбинированная		Чугун СЧ15 ГОСТ 1412-85				166	12,55	364x116			17,58	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы			то	тв	тге	тип	код				
JET JTM-94-9TS					9,57			11,29	Blasoccut				
			пи	о или в	L	f	i	s	p	v			
01	1. Установить заготовку												
T <sub>02</sub>	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная Ø36 P12Ф2К8М3;												
T <sub>03</sub>	Фреза резьбовая 327R06-08 100VM-TH "Sandvik" GC 1220; 91620 Зенкер СЗ-R825A-FAB208A												
T <sub>04</sub>	"Sandvik" GC 1220; 392190 Резец расточной R820G-AR24SCFC12A "Sandvik" GC1020; 393400 Калибр;												
T <sub>05</sub>	393311 Штангенциркуль ШЦ-I; 393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.												
06	2. Обрабатывать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза												
P <sub>07</sub>		1				0,16		0,1	2100	240			
P <sub>08</sub>		2				0,428		0,2	630	282			
P <sub>09</sub>		3				0,5		0,5	950	36			
P <sub>10</sub>		4				0,1		0,047	2800	104			
11	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3118-82										Форма 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Джумаев			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов			Крышка						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД		
Комбинированная		Чугун СЧ15 ГОСТ 1412-85			166	12,55	364x116			17,58	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тге	тип	сож					
JET JTM-94-9TS				1,66			1,96	Blasoccut					
			пи	о или в	L	f	i	s	p	v			
01	1. Установить заготовку												
T <sub>02</sub>	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная $\phi 36$ P12Ф2К8М3;												
T <sub>03</sub>	92190 Резец расточной R825C-AF23STUP1103A "Sandvik" GC3210; 393311 Штангенциркуль ШЦ-V;												
T <sub>04</sub>	393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.												
05	2. Обработать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.												
P <sub>06</sub>		1				0,1		0,08	2500	285			
P <sub>07</sub>		2				0,267		0,1	705	310			
08	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
09													
10													
11													





