



## Аннотация

Выполнение данной выпускной квалификационной работы направлено на достижение ее цели, которая заключается в разработке перспективного технологического процесса изготовления корпуса цанговой оправки, отвечающего всем предъявляемым к ней требованиям в условиях среднесерийного типа производства.

Пояснительная записка состоит из 64 страниц. Структура пояснительной записки включает введение, пять основных разделов, заключение и приложения. Введение содержит обоснование актуальности темы работы и формулировку ее цели. В первом разделе проведен анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации, анализ технологических показателей детали, анализ типа производства. На основе этого сформулированы задачи работы. Во втором разделе решены технологические задачи. Проведено обоснование выбора и разработка заготовки, разработан план изготовления детали, выбрано оборудование и технологическая оснастка, спроектированы операции технологического процесса. В третьем разделе модернизирована токарная операция с целью снижения затрат на ее проведение. Для этого спроектирован специальный токарный патрон и резец усовершенствованной конструкции. В четвертом разделе анализируется безопасность выполнения спроектированного технологического процесса и его влияние на экологию. Выявленные недостатки устраняются путем разработки соответствующих мероприятий. В пятом разделе рассчитываются экономические показатели спроектированного технологического процесса, а также экономический эффект от предложенных в третьем разделе мероприятий по совершенствованию техпроцесса. Заключение содержит краткое описание достигнутых результатов работы. Приложения состоят из технологической документации и спецификаций к сборочным чертежам. Графическая часть состоит из 8 листов формата А1 в соответствии с заданием.

## Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	5
1.2 Анализ технологических показателей детали .....	6
1.3 Анализ типа производства.....	8
1.4 Задачи работы .....	10
2 Разработка технологии изготовления .....	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки .....	11
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	18
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	19
2.4 Проектирование операций технологического процесса .....	22
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	25
3.1 Разработка токарного патрона .....	25
3.2 Разработка токарного резца.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	34
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта .....	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	40
5 Экономическая эффективность работы .....	43
Заключение .....	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	62

## Введение

Станочные приспособления предназначены для базирования и закрепления заготовок на операциях механической обработки. В конструкции приспособлений применяются различные зажимные механизмы. Широкое распространение получили цанговые зажимные механизмы. Они отличаются простотой конструкции, надежностью и высокой точностью установки, что предопределило их применение в различных типах производств. Еще одной отличительной особенностью является возможность механизации процесса закрепления без существенного усложнения и удорожания конструкции приспособления. Как правило, цанговые зажимные механизмы применяют на операциях требующих высокой точности обработки, поэтому конструкция приспособления также должна быть выполнена с соответствующей точностью. В связи с этим к технологии изготовления элементов цанговых приспособлений предъявляются определенные требования, выполнение которых неизбежно приводит к повышению стоимости приспособления. Сокращение данных производственных затрат возможно путем более тщательной проработки технологии изготовления, применения современного технологического оборудования, режущего инструмента и технологической оснастки, а также эффективной организацией производственного процесса. Немаловажную роль имеет тип производства, в котором предполагается изготавливать приспособление. При изготовлении высокоточных деталей цангового механизма организационные особенности различных типов производств существенно влияют не только на экономические показатели, но и на применяемые технологии.

Из сказанного следует, что цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке перспективного технологического процесса изготовления корпуса цанговой оправки, отвечающего всем предъявляемым к ней требованиям в условиях среднесерийного типа производства.

## **1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных**

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

Корпус цанговой оправки является типичным представителем деталей данного класса. И его функциональное назначение также типовое. Корпус предназначен для установки в нем крышки, в которую непосредственно вставляется цанга, а также зажимного механизма и привода посредством которых производится закрепление.

Корпус цанговой оправки эксплуатируется в составе цангового зажимного приспособления на металлорежущем оборудовании. Эксплуатация производится в производственном помещении, в котором поддерживается строго заданный микроклимат. Нагрузки, возникающие при работе корпуса, а также их величина и направление воздействия зависят от вида работ, выполняемых на операции, и могут достигать больших значений. Возможно воздействие вибраций, возникающих от работы узлов технологического оборудования и в процессе резания. Как правило, в процессе обработки используется смазочно-охлаждающая жидкость, которая имеет достаточно агрессивный состав. Контакт наружных поверхностей корпуса с охлаждающей жидкостью неизбежен и может привести к их повреждению. Воздействие стружки, возникающей при механической обработке несущественно, так как все ответственные поверхности корпуса защищены.

Проведенный анализ функционального назначения детали и условий ее эксплуатации показал, что назначение рассматриваемого корпуса типично для деталей данного класса, а условия эксплуатации можно охарактеризовать как умеренно агрессивные. Применения для изготовления детали сложно обрабатываемых и дорогостоящих материалов не требуется.

## 1.2 Анализ технологических показателей детали

Показатели технологичности определим с использованием рекомендаций [16].

В первую очередь производим оценку материала детали. Материал считается технологичным, если он позволяет получать различные методы получения заготовки, обладает хорошей обрабатываемостью резанием и обеспечивает заданные свойства детали. Формирование данных свойств зависит от его механических свойств. Корпус изготавливается из чугуна СЧ–15 ГОСТ 1412-85. Приведем его механические характеристики. «Предел прочности на растяжение 98 МПа, предел текучести 60 МПа, предел прочности на сжатие 700 МПа, предел текучести 80 МПа, предел прочности на кручение 300 МПа, предел текучести 70 МПа, предел прочности на изгиб 300 МПа, предел текучести 65 МПа, Относительное удлинение 1%, относительное сжатие 1%» [7]. Данные свойства позволяют сделать следующие выводы. Механические характеристики, обеспечивают нормальную работу корпуса. Материал детали обладает хорошими показателями обрабатываемости резанием, о чем свидетельствуют значения коэффициента обрабатываемости, который составляет 1,45 при обработке твердосплавным инструментом и 1,25 при обработке быстрорежущим инструментом. Пластические свойства материала неудовлетворительные, что делает невозможным применение методов получения заготовок пластическим деформированием. Литейные свойства материала хорошие, что предопределяет выбор методов получения заготовок в пользу методов литья.

Оценка конструктивных особенностей детали позволяет сделать относительно их технологичности следующие выводы. Конфигурация детали ступенчатая снаружи и внутри. В конструкции применено большое количество отверстий, в том числе глубоких, которые расположены относительно друг друга в строго определенной последовательности. Это усложнит их обработку и потребует большого количества технологических

переходов. Имеются стандартизированные конструктивные элементы типа фасок, канавок и так далее. Все размеры детали взяты из нормального ряда чисел. Такая конфигурация позволяет применять для ее получения стандартные методы обработки. Для получения заготовки применимы различные методы литья. Однако, получить необходимые параметры размеров и точности их выполнения без механической обработки не получится.

Другим ключевым вопросом технологичности конструкции детали является количество ответственных поверхностей, для обработки которых требуется применять высокоточные финишные операции. Для того, что бы выявить данные поверхности необходимо классифицировать поверхности детали по назначению по методике [1].

На рисунке 1 выполнен эскиз рассматриваемой детали. Наиболее ответственными поверхностями являются: «основные конструкторские базы 1, 3, вспомогательные конструкторские базы 7, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 27, 30 и исполнительные поверхности 3, 16, 18, 30» [1].

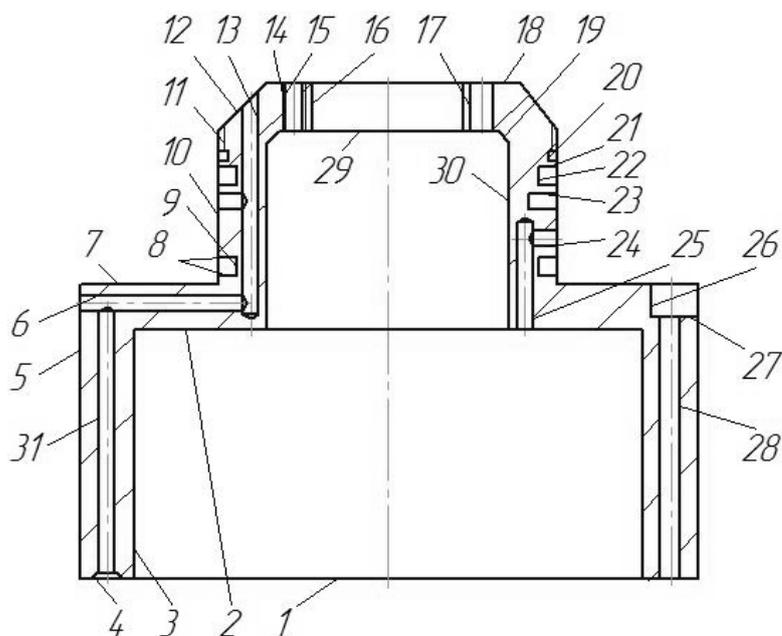


Рисунок 1 – Эскиз корпуса

Обработка данных поверхностей требует применения точных дорогостоящих методов. Однако, количество данных поверхностей незначительно, а их точность может быть достижима стандартными методами финишной обработки, поэтому существенного влияния их наличие на общую технологичность конструкции детали не оказывает.

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

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

### **1.3 Анализ типа производства**

Анализ типа производства требует его предварительного определения. Исходя из имеющихся данных, наиболее подходящей в данном случае является методика [2] основанная на определении типа производства исходя из массы детали и годовой программы выпуска. В данном случае при массе 16,61 кг и программе выпуска 7000 штук тип производства среднесерийный.

Анализ данного типа производства произведем с использованием данных [2].

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

Заготовка в условиях среднесерийного типа производства может быть получена любым относительно недорогим методом, таким как прокат, штамповка или литье. При проектировании заготовки методы обработки поверхностей выбираются с использованием коэффициентов удельных затрат. Припуски на обработку назначаются либо на основе статистических данных, либо, для точных поверхностей, рассчитываются по переходам.

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

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

Производственный участок формируется по групповому принципу

расстановки оборудования. Основные производственные рабочие участка должны иметь высокую квалификацию, позволяющую им работать на универсальном оборудовании и производить настройку станков с числовым программным управлением.

#### **1.4 Задачи работы**

На основании поставленной во введении цели работы и по результатам проведенного анализа сформулируем задачи работы.

Разработать технологию изготовления детали, спроектированную на базе типового технологического процесса. Для этого необходимо произвести выбор и проектирование заготовки, разработать план изготовления детали, произвести выбор оборудования и технологической оснастки, спроектировать операции технологического процесса. Далее необходимо разработать технические мероприятия, направленные на совершенствование базовой технологии изготовления детали путем проектирования станочной оснастки и режущего инструмента. Затем необходимо оценить технологию изготовления детали на безопасность и экологичность ее выполнения. Заключительной задачей является комплексная оценка экономических показателей спроектированной технологии.

В данном разделе проведен анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации, анализ технологических показателей детали, анализ типа производства. На основе этого сформулированы задачи работы.

## 2 Разработка технологии изготовления

### 2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Выбор метода получения заготовки традиционно производится путем экономического сравнения стоимости их получения по методике [5]. Методы получения заготовок приемлемые в данном случае, в соответствии с проведенным ранее анализом, ограничиваются методами литья. Проанализировав литературные данные, приходим к выводу, что методы получения заготовки литьем в землю и литьем в кокиль являются оптимальными с учетом свойств стали и серийности производства, поэтому принимаем их к сравнению.

«Стоимость заготовки рассчитывается по формуле:

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

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

$Q$  – масса заготовки, кг;

$C_{МЕХ}$  – стоимость снятия одного кг стружки механической обработкой, руб.;

$q$  – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$  – стоимость одного кг стружки, руб» [5].

«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 метода 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;

$h_{II}$  – коэффициент программы выпуска» [5].

Индекс 1 присваиваем заготовке полученной литьем в землю, 2 заготовке полученной литьем в кокиль.

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

«Масса заготовки определяется по формуле:

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

где  $K_P$  – коэффициент метода получения и формы заготовки» [5].

Массу детали принимаем по чертежу детали с графической части работы. Выполняем соответствующие расчеты.

$$Q_1 = 16,61 \cdot 1,4 = 23,25 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 16,61 \cdot 1,3 = 21,59 \text{ кг.}$$

«Расчет стоимости снятия одного кг стружки механической обработкой производится по формуле:

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

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

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

$E_H$  – коэффициент эффективности капитальных вложений» [5].

$$C_{МЕХ\ 1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ р.}$$

Выполняем расчеты по формуле (1).

$$\begin{aligned} C_{Т1} &= 50,28 \cdot 23,25 + 4,6 \cdot (23,25 - 16,61) - 1,4 \cdot (23,25 - 16,61) = \\ &= 1190,26 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$C_{T2} = 50,28 \cdot 21,59 + 4,6 \cdot (21,59 - 16,61) - 1,4 \cdot (21,59 - 16,61) = 1101,48 \text{ р.}$$

Из проведенных расчетов видно, что более выгоден метод получения заготовки литьем в кокиль.

Проектирование заготовки, получаемой литьем в кокиль, проведем по рекомендациям и с использованием данных [27].

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

Разработка маршрутов обработки поверхностей произведем по методике [19]. Согласно данной методике маршрут обработки зависит от требуемой точности обработки, шероховатости обрабатываемой поверхности, материала детали и требуемой твердости. Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номера поверхностей	Точность обработки	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	10	3,2	точение черновое, чистовое, тонкое
2	12	12,5	точение черновое
3	8	1,25	точение черновое, чистовое, тонкое
4	12	12,5	сверление
5	12	12,5	точение черновое
6	12	12,5	сверление
7	10	0,32	точение черновое, чистовое, тонкое
8	10	3,2	точение чистовое
9	12	12,5	точение чистовое
10	8	0,32	точение черновое, чистовое, тонкое
11	10	12,5	нарезание резьбы
12	12	12,5	точение черновое
13	12	12,5	сверление
14	10	12,5	нарезание резьбы
15	12	12,5	сверление
16	8	1,25	точение черновое, чистовое, тонкое

Продолжение таблицы 1

Номера поверхностей	Точность обработки	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
17	12	12,5	сверление
18	10	1,25	точение черновое, чистовое, тонкое
19	12	12,5	точение черновое
20	12	12,5	точение чистовое
21	10	3,2	точение чистовое
22	12	12,5	точение чистовое
23	10	3,2	точение чистовое
24	12	12,5	сверление
25	12	12,5	сверление
26	12	12,5	фрезерование
27	12	12,5	фрезерование
28	12	12,5	сверление
29	12	12,5	точение черновое
30	7	1,25	точение черновое, чистовое, тонкое
31	12	12,5	сверление

Выбор методики определения припусков зависит от точности поверхности. Для точных поверхностей рекомендуется применять расчетно-аналитическую методику [23]. Расчет ведем для поверхности диаметром  $90H7(+0.035)$ .

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

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

где  $a$  – дефектный слой, мм;

$\Delta$  – пространственные отклонения, мм;

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

$i$  – индекс текущего перехода;

$i - 1$  – индекс предыдущего перехода» [23].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,600^2 + 0,025^2} = 0,900 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,090^2 + 0,020^2} = 0,763 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{\text{то}} + \sqrt{\Delta_{\text{то}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,090 + \sqrt{0,035^2 + 0,020^2} = 0,130 \text{ мм.}$$

«Расчет максимального припуска производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i), \quad (6)$$

где  $TD$  – операционный допуск на размер, мм» [23].

$$\begin{aligned} z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,900 + 0,5 \cdot (2,400 + 0,350) = \\ &= 2,275 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,350 + 0,140) = \\ &= 0,537 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,130 + 0,5 \cdot (0,140 + 0,035) = \\ &= 0,218 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Расчет среднего припуска производится по формуле:

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

$$z_{\text{ср}1} = 0,5(z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (2,275 + 0,900) = 1,588 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}2} = 0,5(z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,537 + 0,292) = 0,896 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}3} = 0,5(z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,218 + 0,130) = 0,171 \text{ мм.}$$

«Расчет максимальных операционных размеров производится по формуле:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (8) \gg [23]$$

«Расчет минимальных операционных размеров производится по формуле:

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1}. \quad (9) \gg [23]$$

«Расчет средних операционных размеров производится по формуле:

$$D_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{i \text{ max}} + D_{i \text{ min}}). \quad (11) \gg [23]$$

Выполняем расчеты операционных размеров по формулам (8) – (10).

$$D_{3 \text{ max}} = 90,035 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ min}} = 90,000 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3 \text{ max}} + D_{3 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (90,035 + 90,000) = 90,018 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ max}} = D_{3 \text{ max}} - 2 \cdot z_{3 \text{ min}} = 90,035 - 2 \cdot 0,130 = 89,775 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ min}} = D_{2 \text{ max}} - TD_2 = 89,775 - 0,140 = 89,635 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \text{ max}} + D_{2 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (89,775 + 89,635) = 89,705 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ max}} = D_{2 \text{ max}} - 2 \cdot z_{2 \text{ min}} = 89,775 - 2 \cdot 0,292 = 89,191 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ min}} = D_{1 \text{ max}} - TD_1 = 89,191 - 0,350 = 88,841 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{1 \text{ max}} + D_{1 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (89,191 + 88,841) = 89,016 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ max}} = D_{1 \text{ max}} - 2 \cdot z_{1 \text{ min}} = 89,191 - 2 \cdot 0,900 = 87,391 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ min}} = D_{0 \text{ max}} - TD_0 = 87,391 - 2,400 = 84,991 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{0 \text{ max}} + D_{0 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (87,391 + 84,991) = 86,191 \text{ мм.}$$

«Расчет минимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\text{min}} = D_{3 \text{ max}} - D_{0 \text{ min}}. \quad (12)$$

$$2z_{\text{min}} = 120,000 - 117,391 = 2,681 \text{ мм} \gg [23].$$

«Расчет максимального общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\text{max}} = 2z_{\text{min}} + TD_0 + TD_3. \quad (13)$$

$$2z_{\text{max}} = 2,681 + 2,400 + 0,030 = 5,111 \text{ мм} \gg [23].$$

«Расчет среднего общего припуска производится по формуле:

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2z_{\text{min}} + 2z_{\text{max}}). \quad (14)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,681 + 5,111) = 3,896 \text{ мм} \gg [23].$$

Припуски на обработку для остальных поверхностей выбираем с использованием таблиц статистических данных [21]. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов припусков на обработку

Поверхность	Переход	Минимальное значение припуска, мм	Максимальное значение припуска, мм
1	точение черновое	2,5	4,33
	точение чистовое	1,0	1,268
	точение тонкое	0,5	0,129
3	точение черновое	1,0	2,83
	точение чистовое	0,7	1,023
	точение тонкое	0,25	0,36
7	точение черновое	2,5	3,875
	точение чистовое	1,0	1,245
	точение тонкое	0,5	0,597
10	точение черновое	2,1	3,3
	точение чистовое	0,15	0,43
	точение тонкое	0,11	0,222
16	точение черновое	0,9	2,25
	точение чистовое	0,7	0,91
	точение тонкое	0,2	0,283
18	точение черновое	2,5	4,33
	точение чистовое	1,0	1,268
	точение тонкое	0,5	0,129

Далее определяем параметры заготовки по данным ГОСТ Р 53464-2009 [8]. Получаем следующие характеристики: «степень точности поверхности 12, класс точности массы 11, класс размерной точности 9, ряд припусков 6, сдвиг не более 0,64 мм, эксцентricность отверстий не более 0,64 мм» [8]. «Проектирование заготовки производится по следующему алгоритму: чертим контур детали, добавлением припусков на механическую обработку определяем контур заготовки, назначаем черновые технологические базы, чертим контур заготовки путем добавления напусков» [8].

Все основные параметры заготовки, а также сама спроектированная заготовка представлены в виде чертежа в графической части работы.

## 2.2 Разработка плана изготовления детали

План изготовления проектируется на основе маршрутов изготовления, которые в условиях среднесерийного типа производства формируются на основе типовых маршрутов содержащихся в литературе [13, 15]. При их формировании следует учитывать особенности формируемых поверхностей детали, то есть их точность, шероховатость, требуемую твердость. Достижение заданных параметров происходит поэтапно, что объясняется необходимостью обеспечения экономической целесообразности и техническими ограничениями применяемых методов обработки. Сформированный маршрут изготовления шестерни приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления корпуса

Наименование операции	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	7, 10, 12, 18
010 Токарная	точение	1, 2, 3, 5, 19, 29
015 Токарная	точение	7, 8, 9, 10, 11, 16, 18, 23
020 Токарная	точение	1, 3
025 Сверлильная	сверление, фрезерование, резбонарезание	13, 14, 15, 17, 26, 27
030 Сверлильная	сверление	6, 24
035 Сверлильная	сверление	4, 28, 31
040 Токарная	точение	7, 10, 16, 18
045 Токарная	точение	1, 3, 30
050 Моечная	мойка	все
055 Контрольная	контроль	все

Используя данный маршрут изготовления, формируется план изготовления детали. Для этого формируется эскиз выполнения каждой операции, на котором определяются все обрабатываемые поверхности, наносится схема базирования и выполняемые на операции размеры. Кроме этого на плане изготовления указываются допуски на операционные размеры, а также допуски формы и расположения поверхностей, назначаемые по методике и справочным данным [20].

При базировании заготовки на операциях необходимо соблюдать принципы базирования и использовать типовые схемы базирования. В качестве черновых баз в данном случае предлагается использовать поверхности 2 и 3. В качестве чистовых баз предлагается использовать поверхности 4 и 5. Исключение составляют операции где обрабатываются данные базы, а также зуборезные операции где предлагается использовать поверхности 2 и 9.

Графическое отображение плана изготовления оформляется в соответствии с рекомендациями [20]. Маршрут изготовления также отображается в маршрутной карте (приложение А).

### **2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки**

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

Оборудование должно обеспечивать выпуск всей номенклатуры изделий, изготавливаемых на производстве, иметь минимально необходимую мощность, иметь минимальные габариты, отвечать требованиям по надежности, обеспечивать требуемую скорость перенастройки. Выбор конкретных моделей станочного оборудования произведем с использованием данных [11, 24].

Станочная оснастка должна быть универсальной, обладать возможностью переналадки на выпуск новых одностипных деталей, желательно обеспечивать выпуск всей номенклатуры выпускаемых деталей, отвечать требованиям по надежности, обеспечивать требуемую скорость перенастройки. Выбор конкретных моделей станочной оснастки произведем с использованием данных [12, 24, 25].

Металлорежущий инструмент должен обеспечивать заданную точность и производительность обработки, обладать необходимой стойкостью, быть

быстро переналаживаемым. Выбор конкретных типоразмеров инструмента произведем с использованием данных [4, 10, 22].

Контрольные средства должны обеспечивать заданную точность контроля, отвечать требованиям по безопасности эксплуатации, надежности и универсальности. Выбор типов и моделей контрольных средств произведем с использованием данных [3, 24].

Результаты выбора оборудования и технологической оснастки представим в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

Номер и наименование операции	Оборудование	Станочная оснастка	Металлорежущие инструменты	Контрольные средства
005 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон трехкулачковый специальный	резец контурный DNMG 15 06 16-KR «Sandvik», резец расточной DNMG 15 06 16-KR «Sandvik»	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89
010 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон трехкулачковый специальный	резец контурный DNMG 15 06 16-KR «Sandvik», резец расточной DNMG 15 06 16-KR «Sandvik»	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89, нутромер НМ ГОСТ 10-88
015 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон трехкулачковый специальный	резец токарный контурный CNMG 16 06 08-WMX GC3205 «Sandvik», резец токарный расточной специальный GC3205, резец токарный канавочный N123L2-0700-0003-GM GC3115 «Sandvik», резец токарный канавочный N123K2-0600-0004-GM GC3115 «Sandvik», резец токарный канавочный N123G2-0350-0003-GM GC3115 «Sandvik», резец токарный резьбовой R166.0G-16MM02-150 GC1020 «Sandvik»	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89, нутромер НМ-80 ГОСТ 10-88

Продолжение таблицы 4

Номер и наименование операции	Оборудование	Станочная оснастка	Металлорежущие инструменты	Контрольные средства
020 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон трехкулачковый специальный	резец токарный контурный CNMG 16 06 08-WMX GC3205 «Sandvik», резец токарный расточной специальный GC3205	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ166-89, нутромер НМ-80 ГОСТ10-88
025 Сверлильная	VF 320 (Fanuc)	оправка цанговая	фреза концевая R216.24-14050GAK26H GC1640 «Sandvik», сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 «Sandvik», сверло спиральное R842-0840-30-A1A GC1640 «Sandvik», сверло спиральное R841-0740-30-A1A GC1640 «Sandvik», фреза резьбовая R217.14C060125AK17N GC1640 «Sandvik»	калибры
030 Сверлильная	SBL 300	патрон трехкулачковый специальный	сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 «Sandvik»	калибры
035 Сверлильная	VF 320 (Fanuc)	оправка цанговая	сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 «Sandvik»	калибры
040 Токарная	SAMAT 135 NC	оправка цанговая	резец контурный DNMX 15 06 12-WF «Sandvik», резец расточной DNMX 15 06 12-WF «Sandvik»	скоба рычажная СР ГОСТ11098-75
045 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон цанговый ГОСТ2877-80	резец контурный DNMX 15 06 12-WF «Sandvik», резец расточной DNMX 15 06 12-WF «Sandvik»	скоба рычажная СР ГОСТ11098-75
050 Моечная	моечная машина			
055 Контрольная	контрольный стол			

На основании полученных результатов вносим соответствующие коррективы в маршрут обработки детали при необходимости, вносим данные

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

## 2.4 Проектирование операций технологического процесса

На заключительном этапе проектирования технологии изготовления детали необходимо провести проектирование операций технологического процесса. Для этого необходимо знать структуру операций, используемое на них оборудование и средства технологического оснащения, а также режимы резания и нормы на выполнение операций. Из всего этого неизвестными остались режимы резания и нормы на выполнение операций. Проведем их определение. При выборе металлорежущего инструмента было отдано предпочтение инструменту фирмы «Sandvik». С целью реализации полного потенциала данного инструмента режимы резания будем назначать по рекомендациям каталога данной фирмы [10].

Нормы на выполнение операций определяются с применением расчетно-аналитического метода [17].

«Согласно данной методике сначала рассчитывается длина рабочего хода инструмента на всю операцию по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (15)$$

где  $l_1$  – длина врезания, мм.;

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

$l_2$  – длина перебега, мм» [17].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (16)$$

где  $S$  – подача, мм/об» [17].

«Далее определяется штучное время на выполнение операции по формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{пер}, \quad (17)$$

где  $T_B$  – вспомогательное время, мин;

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

$T_{пер}$  – время на регламентируемые перерывы в работе, мин» [17].

«Далее определяется штучно-калькуляционное время на выполнение операции по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (18)$$

где  $T_{п.з.}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – количество заготовок в партии запуска, шт» [17].

Режимы резания и нормирование технологических операций выполняются для каждой операции механической обработки технологического процесса с учетом их структуры, технических возможностей и конструктивных особенностей применяемого оборудования, технологической оснастки и режущего инструмента. Полученные результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Опера ция	Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин	Штучно- калькуляц ионное время, мин
005	1	0,5	231	320	164	1,03	1,86
	2	0,5	210	1200	20	0,03	
010	1	0,5	231	320	132	0,83	3,11
	2	0,5	224	320	235	1,47	
015	1	0,25	357	500	129	1,03	2,22
	2	0,15	351	2000	20	0,07	
	3	0,2	238	630	8	0,06	
	4	0,2	231	630	12	0,1	
	5	0,2	243	630	5	0,04	
	6	1,5	126	320	39	0,08	
020	1	0,25	357	500	22	0,18	1,92
	2	0,15	347	1200	169	0,94	
025	1	0,018	74	1600	60	0,7	2,25
	2	0,1	68	3500	88	0,25	
	3	0,2	72	2800	60	0,11	
	4	0,2	71	3200	60	0,09	
	5	0,025	85	4500	60	0,27	
030	1	0,1	68	3500	63	0,18	0,93
	2	0,1	68	3500	10	0,03	
035	1	0,1	68	3500	102	0,3	2,86
	2	0,1	68	3500	42	0,12	
	3	0,1	68	3500	560	1,6	
040	1	0,15	456	630	129	1,37	2,26
	2	0,1	448	2500	20	0,08	
045	1	0,15	456	630	22	0,23	3,77
	2	0,1	452	630	169	2,68	

Полученные результаты по режимам резания и нормированию технологических операций вносим в маршрутную карту и операционные карты (приложение А). Проводим проектирование технологических наладок, представленных на листах графической части работы.

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

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Разработка токарного патрона

Анализ 015 токарной операции показал, что используемое на данной операции станочное приспособление не отвечает предъявляемым требованиям в условиях среднесерийного производства, так как не обеспечивает механизацию закрепления. Это приводит к непостоянству сил закрепления, увеличению времени на снятие и установку детали и снижению точности обработки. Устранение данного недостатка возможно путем проектирования патрона для данной операции с механизированным приводом при помощи методики и данных [9].

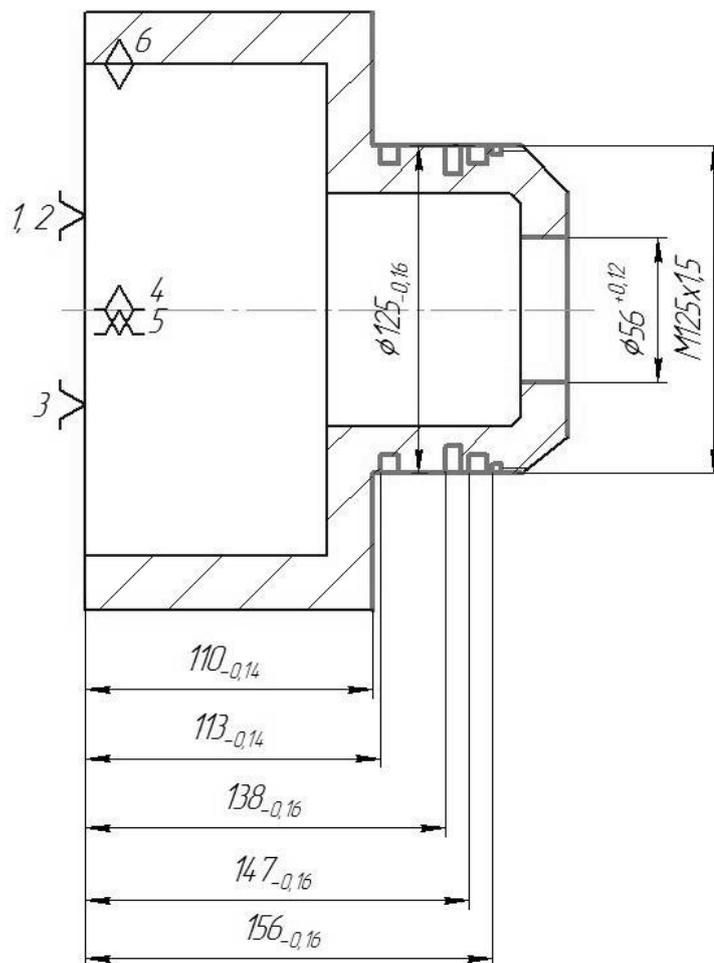


Рисунок 2 – Эскиз выполнения операции

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

Расчет усилия закрепления проводится по расчетной схеме, представленной на рисунке 3.

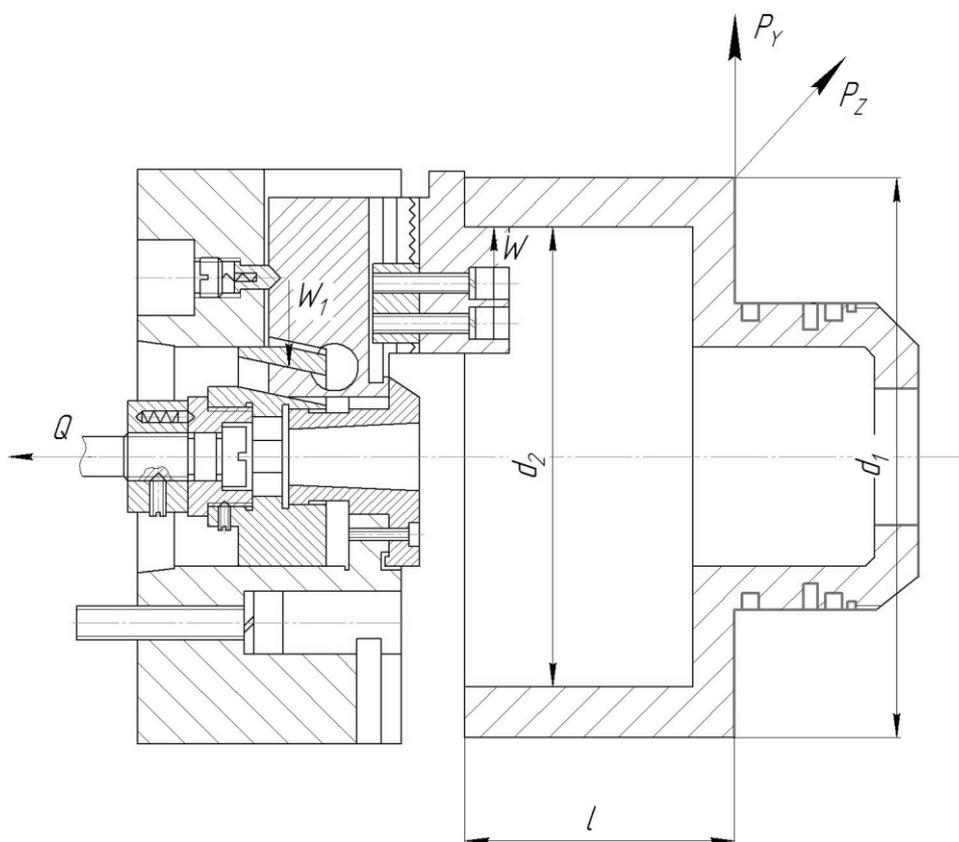


Рисунок 3 – Расчетная схема закрепления

В соответствии со схемой момент от основной составляющей силы резания  $P_z$ , действующей на заготовку, рассчитывается по формуле:

$$\langle M_{P_z} = P_z \cdot \frac{d_1}{2}, \quad (19)$$

где  $d_1$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [9].

«Момент от силы закрепления, определяемый по формуле:

$$M_{3Pz} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (20)$$

где  $W$  – расчетное усилие зажима, Н;

$f$  – коэффициент;

$d_2$  – диаметр закрепления, мм» [9].

Из равенства данных моментов вычисляем расчетное усилие зажима по формуле:

$$\ll W = \frac{P_z \cdot d_1}{3 \cdot f \cdot d_2} \cdot K, \quad (21)$$

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

«Коэффициента условий выполнения операции рассчитывается по формуле:

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

где:  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий влияние неровностей обрабатываемой поверхности;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий состояние режущего инструмента;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий непостоянство сил резания;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий колебания усилия на приводе;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий эргономические характеристики зажимного механизма» [9].

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

Вычисляем искомое усилие закрепления.

$$W = \frac{492 \cdot 230}{3 \cdot 0,3 \cdot 189} \cdot 1,8 = 7185 \text{ Н.}$$

Аналогичные расчеты проводим для тангенциальной составляющей силы резания. «Момент рассчитывается по формуле:

$$\langle M_{P_{PY}} = P_Y \cdot l, \quad (23)$$

где  $l$  – плечо приложения силы, мм» [9].

«Момент от силы закрепления, определяемый по формуле:

$$M_{3PY} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{2}. \quad (24) \rangle [9].$$

Из равенства данных моментов вычисляем расчетное усилие зажима по формуле:

$$\langle W = \frac{2 \cdot P_Y \cdot l}{3 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (25) \rangle [9].$$

Проводим расчеты.

$$W = \frac{2 \cdot 197 \cdot 110}{3 \cdot 0,3 \cdot 189} \cdot 2,52 = 1445 \text{ Н.}$$

Дальнейший расчет зажимного механизма выполняем по наибольшей требуемой силе закрепления.

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

$$\langle W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (26)$$

где  $l$  – вылет кулачка, мм;

$H$  – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

$f_1$  – коэффициент трения в направляющих» [9].

$$W_1 = \frac{7185}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 9368 \text{ Н.}$$

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

$$\ll Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (27)$$

где  $i_c$  – передаточное отношение зажимного механизма» [9].

Передаточное отношение зажимного механизма рассчитывается по формуле:

$$\ll i_c = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1}, \quad (28)$$

где  $\alpha$  – угол клина, град;

$\varphi$  – угол трения наклонной поверхности клина, град;

$\varphi_1$  – угол трения плоской поверхности клина, град» [9].

$$i_c = \frac{1}{\text{tg}(15^\circ + 5^\circ 50') + \text{tg}5^\circ 50'} = 2,1.$$

Подставляем найденное значение в формулу (27) и производим расчет.

$$Q = \frac{9368}{2,1} = 4461 \text{ Н.}$$

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

$$\ll D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (29)$$

где  $d$  – диаметр штока поршня, мм;

$P$  – давление в гидросистеме, МПа» [9].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 4461}{1,0} + 30^2} = 87 \text{ мм.}$$

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

Далее необходимо рассчитать точность спроектированного патрона. Для этого составим соответствующую расчетную схему (рисунок 4).

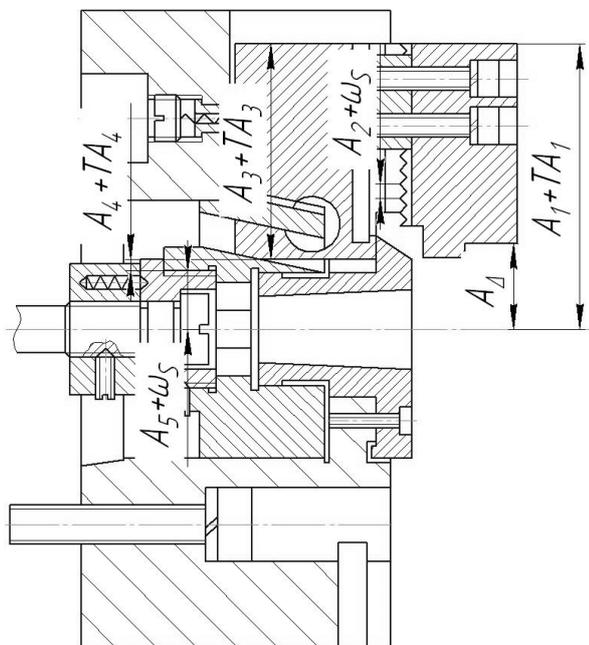


Рисунок 4 – Размерная схема для расчета точности приспособления

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

$$\llcorner \varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (30)$$

где  $\Delta_1$  – погрешность изготовления размера  $A_1$ , мм;

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

$\Delta_3$  – погрешность изготовления размера  $A_3$ , мм;

$\Delta_4$  – колебание зазора в сопряжении  $A_4$ , мм;

$\Delta_5$  – погрешность изготовления размера  $A_5$ , мм» [9].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,010^2 + 0,025^2 + 0,012^2 + 0,010^2} = 0,010 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность для данного приспособления не должна превышать 0,1 от поля допуска на операционный размер, то есть 0,012 мм. Как показали расчеты точность проектируемого патрона больше, чем требуемая допустимая точность обработки.

Патрон состоит из следующих основных элементов. Для закрепления заготовки предназначены сменные кулачки, которые устанавливаются на постоянные кулачки, соединенные с клиновым зажимным механизмом. Клиновой механизм приводится в движение силовым приводом, создающим исходное усилие. Клин соединен с штоком привода посредством тяги. Данный механизм смонтирован в корпусе, который устанавливается и крепится на шпинделе станка.

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

Спроектированный патрон с клиновым зажимным механизмом обеспечивает механизацию закрепления и отвечает требованиям по точности установки, то есть цель его проектирования можно считать достигнутой.

### 3.2 Разработка токарного резца

Еще одним недостатком базового технологического процесса требующего устранения является применяемая для крепления сменных многогранных твердосплавных режущих пластин система. Применение такой системы крепления приводит к увеличению времени обслуживания резцов и не обеспечивает необходимой жесткости крепления на расточных переходах. Решение этой проблемы возможно путем применения схемы крепления с прихватом, поджимающим режущую пластину к державке резца при помощи винта. Решение данной задачи будем производить по методике [18, 26].

В конструкции резца применим трехгранную твердосплавную режущую пластину из твердого сплава GC3205. Это позволит сохранить режимы резания при выполнении расточных переходов. С целью обеспечения заданной чистоты обработки поверхности и точности обработки геометрические параметры резца также оставим неизменными.

Для того, что бы определить параметры державки резца рассчитывается площадь сечения стружки по формуле:

$$\langle F = t \cdot S, \quad (31)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об» [18].

$$F = 1,245 \cdot 0,25 = 0,32 \text{ мм}^2.$$

Исходя из полученных параметров, резец должен иметь державку круглого сечения диаметром 32 мм. Данное сечение является минимально допустимым. Однако, его необоснованное увеличение приведет к увеличению металлоемкости конструкции резца и росту его стоимости.

Так как предполагается крепить режущую пластину путем поджима ее к корпусу посредством прихвата, усилие на который передается от винта с проточкой необходимо рассчитать его минимально допустимый диаметр по

формуле:

$$\langle D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (32)$$

где  $Q_1$  – усилие от сил резания при обработке, Н;

$\sigma_d$  – максимально допустимое напряжение, МПа» [26].

«Усилие от сил резания при обработке рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (33)$$

где  $P_{Zmax}$  – максимальное значение силы резания, Н» [26].

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{\pi \cdot 98}} = 3,7 \text{ мм.}$$

Расчетный диаметр винта является минимально допустимым, поэтому в конструкции резца, применен винт большего диаметра, что связано с удобством его использования. Конструкция резца подробно представлена на листе графической части работы и в спецификации приложения Б.

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

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Рассмотрим спроектированный технологический процесс изготовления корпуса цанговой оправки на безопасность его выполнения, обеспечение пожарной безопасности производства и влияние его на экологию при помощи данных [6].

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

Первый этап согласно принятой методике заключается в составлении паспорта технологического процесса. В данном паспорте, приведенном в таблице 6, приводим краткое описание технологического процесса. В данном описании указываем должности работников, технологическое оборудование, средства оснащения, применяемые материалы и вещества.

Таблица 6 – «Технологический паспорт технического объекта»

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
технологический процесс изготовления корпуса цанговой оправки	токарная операция	оператор станка с ЧПУ	SAMAT 135 NC, патрон трехкулачковый специальный, резец контурный DNMG 15 06 16-KR «Sandvik», резец расточной DNMG 15 06 16-KR «Sandvik»	чугун СЧ–15 ГОСТ 1412-85, смазочно-охлаждающая жидкость, обтирочная ветошь
	сверлильная операция	оператор станка с ЧПУ	VF 320 (Fanuc), патрон трехкулачковый специальный, сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 «Sandvik»	чугун СЧ–15 ГОСТ 1412-85, смазочно-охлаждающая жидкость, обтирочная ветошь» [6]

Данные технологического паспорта используются для рассмотрения технологического процесса на безопасность его выполнения, соответствие нормам пожарной безопасности и антропогенное влияние.

#### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Следующим этапом разработки системы обеспечения производственной безопасности является оценка профессиональных рисков, которая заключается в выявлении опасных и вредных факторов, возникающих в ходе выполнения технологического процесса и источников их возникновения в соответствии с рекомендациями [6]. Перечень опасных и вредных факторов приведенных в таблице 7, составляется на основе анализа соответствующего списка государственного стандарта и рекомендаций [6] применительно к спроектированной технологии.

Таблица 7 – «Идентификация профессиональных рисков» [6]

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [6]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [6]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [6]
«токарная операция, сверлильная операция»	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих	заготовка, режущий инструмент» [6]

Продолжение таблицы 7

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [6]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [6]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [6]
	«вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	–
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	металлорежущий станок
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	смазочно-охлаждающая жидкость
	стереотипные рабочие движения	металлорежущий станок» [6]

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы. Выявлено семь основных опасных и вредных фактора. Все

выявленные опасные и вредные факторы характерны для механической обработки деталей, что следует учесть при выборе методов и средств снижения профессиональных рисков.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Устранение влияния опасных и вредных факторов произведем путем разработки соответствующих организационных мероприятий и применением технических средств, представленных в таблице 8.

Таблица 8 – «Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов» [6]

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [6]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [6]	«Средства индивидуальной защиты работника» [6]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных ограждающих устройств, зачистка заусенцев	нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды,	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение ограждающих устройств	костюм для защиты от общих производственных и механических воздействий или халат» [6]

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	–	для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных виброгасящих приспособлений и устройств	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение средств поглощения шума» [6]	наушники противошумные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, систем аварийного отключения оборудования» [6]	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной» [6]	–

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
–	документации, применение местного освещения	–
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение ограждающих устройств	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, респиратор, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником
стереотипные рабочие движения	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, соблюдение периодичности регламентируемых перерывов» [6]	–

На основании представленных данных можно сделать вывод о том, что предлагаемые организационные мероприятия и технические средства позволят эффективно снизить влияние опасных и вредных факторов, возникающих в ходе выполнения технологического процесса и надежно защитить выполняющих его работников.

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Обеспечение пожарной безопасности на участке по выполнению спроектированного технологического процесса организуется в зависимости от характеристик возможного пожара. К характеристикам пожара относятся его класс и возникающие опасные факторы пожара, и их сопутствующие проявления, представленные в таблице 9.

Таблица 9 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара»

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
участок изготовления корпуса цанговой оправки	SAMAT 135 NC, патрон трехкулачковый специальный, резец контурный DNMG 15 06 16-KR «Sandvik», резец расточной DNMG 15 06 16-KR «Sandvik», VF 320 (Fanuc), патрон трехкулачковый специальный, сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 «Sandvik»	пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [6]

Пожарная безопасность на производственном участке включает в себя сочетание технических средств и организационных мероприятий, направленных на ее обеспечение. Технические средства, выбранные исходя из характеристик возможного пожара, приведены в таблице 10. При выборе данных средств учитывались особенности их применения в условиях

механообрабатывающего производства. Это позволило выбрать наиболее эффективные из них.

Таблица 10 – «Технические средства пожарной безопасности» [6]

«Первичные средства пожаротушения» [6]	«Мобильные средства пожаротушения» [6]	«Стационарные установки и системы пожаротушения» [6]	«Средства пожарной автоматики» [6]	«Пожарное оборудование» [6]	«Средства индивидуальной защиты и спасения при пожаре» [6]	«Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)» [6]	«Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [6]
«ведра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, асбестовые полотна кошмы, ломы, пилы» [6]	«пожарные автомобили, мотопомпы, передвижные огнетушители» [6]	«автоматическая газовая система пожаротушения» [6]	«приборы управления пожарные, системы передачи извещений» [6]	«гидранты, колонки, стволы, рукава, соединительные колонки, гидроэлеваторы» [6]	«противогазы, самоспасатели» [6]	«конусные ведра, ломы, багры с деревянной ручкой, полотно, лопаты, тележка» [6]	«оповещатели звуковые автоматические, световые оповещатели «Выход»» [6]

Организационные мероприятия, выбранные исходя из характеристик возможного пожара, приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [6]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [6]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [6]
технологический процесс изготовления корпуса цанговой оправки	«разработка приказов для организации проведения работы по пожарной безопасности» [6]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации» [6],

Продолжение таблицы 11

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [6]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [6]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [6]
	«разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара, обучение работников объекта мерам пожарной безопасности, применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [6]	«автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [6]

На основании представленных данных можно сделать вывод о том, что предлагаемые технические средства и организационные мероприятия позволят организовать эффективную систему пожарной безопасности на производственном участке по выполнению технологического процесса.

В данном разделе анализируется безопасность выполнения технологического процесса и обеспечение пожарной безопасности его выполнения. Выявленные недостатки устраняются путем разработки соответствующих мероприятий.

## 5 Экономическая эффективность работы

С целью совершенствования технологического процесса было предложено изменить на операции 015 токарная оборудование, приспособление и инструмент. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операции, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операции 015, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета использовались разные источники: паспорт станка, данные предприятия по тарифам на энергоносители, сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [14, с. 15-23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 5, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 423927,42 рублей.

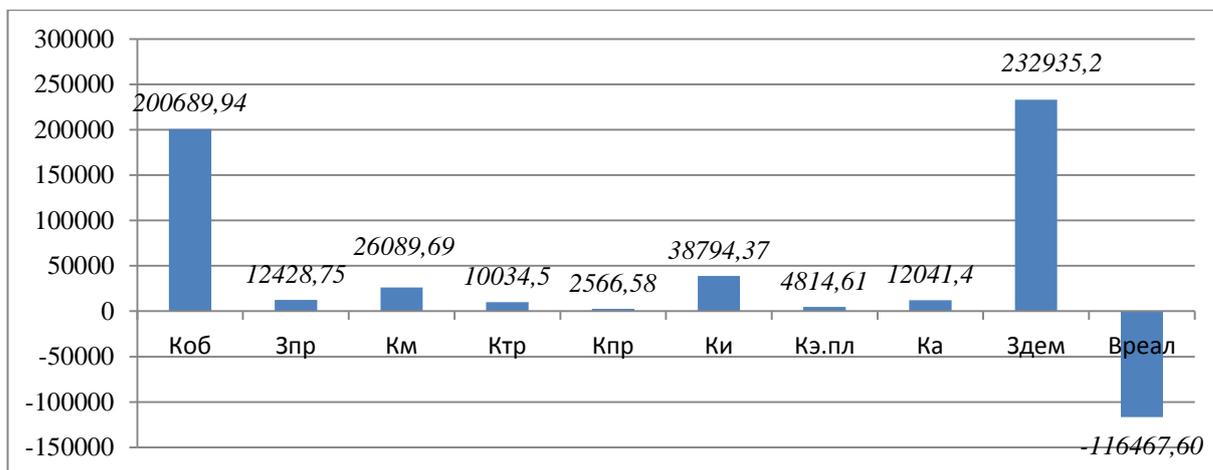


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются две величины:

- затраты на демонтаж заменяемого оборудования ( $Z_{ДЕМ}$ ), величина которых соответствует 54,95 % от всей величины капитальных вложений;
- затраты на основное технологическое оборудование ( $K_{ОБ}$ ), их величина составляет 47,34 % от всей величины капитальных вложений.

Величина всех остальных значений не превышают даже 10 %, и находятся в интервале от 0,61 % до 9,15 %. Но не смотря на их относительно не большую величину, пренебрегать этими значениями нельзя, так они отображают значения затрат изменяющихся технических условий выполнения операций. Речь идет о таких показателях как: приобретение приспособления ( $K_{ПР}$ ), затраты на проектирование ( $Z_{ПР}$ ), затраты на доставку и монтаж нового оборудования ( $K_{М}$ ), затраты на транспортные средства ( $K_{ТР}$ ), затраты на инструмент ( $K_{И}$ ), затраты на производственную площадь ( $K_{Э.ПЛ}$ ), затраты на управляющую программу ( $K_{А}$ ) и выручку от реализации заменяемого оборудования ( $B_{РЕАЛ}$ ).

На рисунке 6 представлены параметры, из которых складывается

технологическая себестоимость детали «Корпус цанговой оправки», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

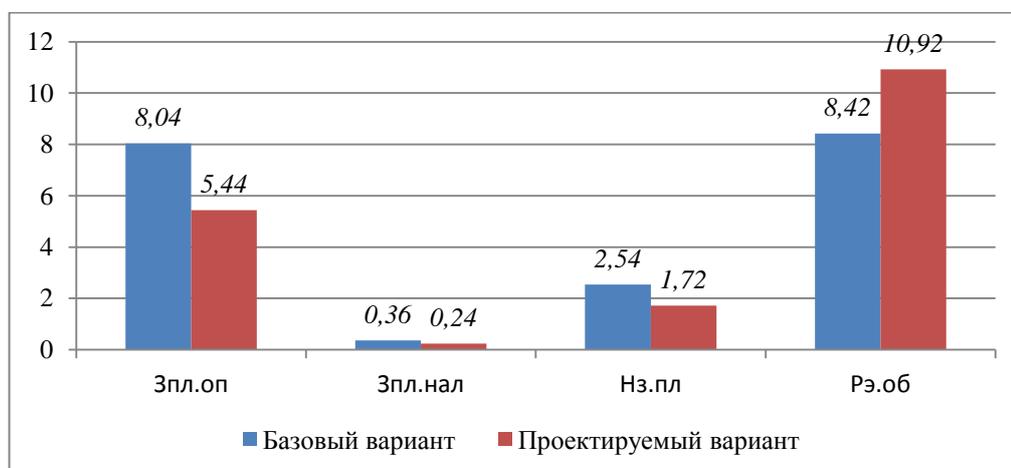


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Корпус цанговой оправки», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения и определение разницы в себестоимости между вариантами не окажет.

Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что две величины имеют примерные равные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 43,49 % для базового варианта и 59,6 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости;
- заработная плата оператора (Зпл.оп), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе токарного станка, доля которой составляет 41,56 % для базового варианта и 29,71 % для

проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Корпус цанговой оправки» по операции 015 технологического процесса, представлены на рисунке 7.

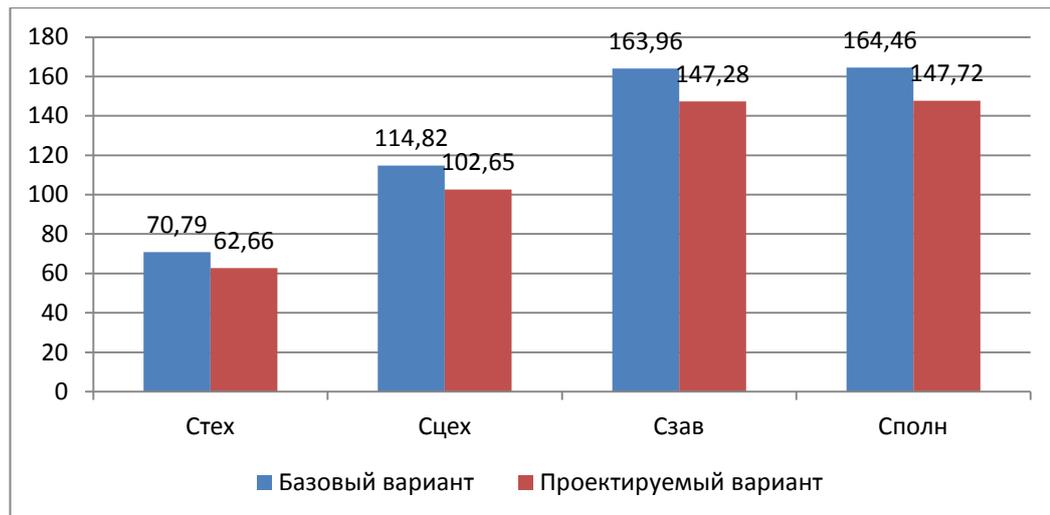


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ( $C_{\text{полн}}$ ) для базового варианта составило 50,06 рубля, а для проектируемого варианта 39,12 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 423927,42 рублей, окупятся в течение трех лет. Такой срок является допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 63140,85 рубля, что доказывает эффективность предложенных мероприятий. Значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,15 рублей.

## Заключение

Выполнение работы позволило достигнуть следующих результатов.

На основе анализа функционального назначения детали и условий ее эксплуатации, а также анализа технологических показателей детали и анализа типа производства сформулированы задачи работы. Для решения технологических задач проведено обоснование выбора и разработка заготовки, разработан план изготовления детали, выбрано оборудование и технологическая оснастка, спроектированы операции технологического процесса. По результатам решения данных задач разработаны чертеж заготовки, маршрутно-технологическая документация, план изготовления и технологические наладки. Решение задачи модернизации технологического процесса позволило снизить затраты на токарную операцию. Для этого проведено проектирование специального токарного патрона и резца усовершенствованной конструкции. Токарный патрон обеспечивает механизацию закрепления заготовки в широком диапазоне размеров, благодаря его конструкции, что позволило снизить вспомогательное время выполнения операции. Резец имеет усовершенствованную систему крепления режущей пластины, что увеличивает надежность их крепления. Проведен анализ безопасности выполнения спроектированного технологического процесса и его влияния на экологию. Выявленные недостатки предлагается устранить путем разработки соответствующих мероприятий. Рассчитаны экономические показатели спроектированного технологического процесса, а также экономический эффект от предложенных мероприятий по совершенствованию техпроцесса.

Перечисленные результаты выполнения работы позволили достигнуть ее цели, которая заключается в разработке перспективного технологического процесса изготовления корпуса цанговой оправки, отвечающего всем предъявляемым к ней требованиям в условиях среднесерийного типа производства.

## Список используемых источников

1. Антимонов А.М. Основы технологии машиностроения : учебник / А.М. Антимонов. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143717> (дата обращения: 18.08.2021).
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: 25.08.2021).
3. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
4. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 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: 18.08.2021).
6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 15.10.2021).
7. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Введ. 1987–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 5 с.
8. 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

9. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19.09.2021).

10. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 24.08.2021).

11. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 24.08.2021).

12. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА–М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 19.08.2021).

13. 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: 18.08.2021).

14. 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: 18.10.2021).

15. 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: 29.08.2021).

16. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности «Технология машиностроения» направления подготовки «Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в» / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

17. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. –216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 05.09.2021).

18. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. –256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 21.09.2021).

19. 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: 05.08.2021).

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

21. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

22. Режущий инструмент: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.] ; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2014. – 520 с.

23. 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.

24. 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.

25. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / А.И. Астахов [и др.]. – Москва. : Машиностроение, 1984. – 591 с.

26. Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь : ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 25.09.2021).

27. Технологии машиностроения: выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н.М. Султан-заде [и др.]. – Москва. : ФОРУМ, 2016. – 287 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/515097> (дата обращения: 18.08.2021).



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	PM	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	P	УТ	KP	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
T 19					392104 Резец расточной DNMG150616-KR "Sandvik"GS3215, 393311Штангенциркуль ШЦ-3 ГОСТ 166-89.											
20																
A 21					XX XX XX 015 4114 Токарная											
B 22					38114.8Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 100 1 2,22											
O 23					Точить поверхности 7, 8, 9, 10, 11, 16, 23 в размер $\phi 125,22^{+0,16}$ , $\phi 55,6_{-0,12}$ , $\phi 119^{+0,14}$ , $\phi 112^{+0,14}$ , $\phi 104^{+0,14}$											
O 24					M125, 111,5 <sup>+0,14</sup> , 114,5 <sup>+0,14</sup> , 139,5 <sup>+0,16</sup> , 148,5 <sup>+0,16</sup> , 157,5 <sup>+0,16</sup> , 186,5 <sup>+0,185</sup>											
T 25					396110Патрон 3-х кулачковый специальный; 392104Резец контурный CNMG160608-WMX "Sandvik"											
T 26					GS3205; 392104 Резец расточной специальный GS3205, 392104Резец токарный канавочный											
T 27					N123L2-0700-0003-GM "Sandvik"GS3115; 392104Резец токарный канавочный N123K2-0600-0004-GM											
T 28					GC3115 "Sandvik"; 392104Резец токарный канавочный N123G2-0350-0003-GM GC3115 "Sandvik";											
T 29					392104Резец токарный резьбовой R166.0G-16MM02-150 GC1020 "Sandvik"; 393311Штангенциркуль ШЦ-3											
T 30					ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер ГОСТ10-88.											
31																
A 32					XX XX XX 020 4114 Токарная											
B 33					38114.8Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 100 1 1,92											
O 34					Точить поверхности 1, 3, 30 в размер $\phi 188,5_{-0,185}$ , $\phi 89,635_{-0,14}$ , $186^{+0,185}$											
T 35					396110Патрон 3-х кулачковый специальный; 392104Резец контурный CNMG160608-WMX "Sandvik"											
T 36					GS3205; 392104 Резец расточной специальный GS3205, 393311 Штангенциркуль ШЦ-3;ГОСТ 166-89;											
T 37					393450 Нутромер ГОСТ10-88.											
38																
A 39					XX XX XX 025 4121 Сверлильная											
B 40					381213Обрабатывающий центр VF 320 3 15292 422 1P 1 1 1 100 1 2,25											
O 41					Сверлить поверхность 13 в размер $\phi 6_{-0,12}$ , сверлить поверхности 17, 56 в размер $\phi 8,4_{-0,15}$ , нарезать											
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоэ	Тшт
0 42					резьбу поверхности 14 в размер М8, фрезеровать поверхности 26, 27 в размер 98,5 <sup>+0,14</sup> , R7 <sub>0,15</sub> .												
Т 43					396171 Оправка цанговая; 391821 Фреза концевая R216.24-14050GAK26H GC1640 "Sandvik", 391290												
Т 44					Сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 "Sandvik", 391290 Сверло спиральное R842-0840-30-A1A												
Т 45					GC1640 "Sandvik", 391290 Сверло спиральное R841-0740-30-A1A GC1640 "Sandvik", 391818 Фреза												
Т 46					резьбовая R217.14C060125AK17N GC1640 "Sandvik"; 3393610 Калибр.												
47																	
А 48					XX XX XX 030 4121 Сверлильная												
Б 49					381213 Обрабатывающий центр SBL 300 3 15292 422 1P 1 1 1 100 1 0,93												
0 50					Сверлить поверхности 6, 24 в размер $\phi 6_{0,12}$ .												
Т 51					396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 391290 Сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640												
Т 52					"Sandvik"; 3393610 Калибр.												
53																	
А 54					XX XX XX 035 4121 Сверлильная												
Б 55					381213 Обрабатывающий центр VF 320 3 15292 422 1P 1 1 1 100 1 2,86												
0 56					Сверлить поверхности 25, 28, 31 в размер $\phi 6_{0,12}$ .												
Т 57					396171 Оправка цанговая; 391290 Сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 "Sandvik"; 3393610 Калибр.												
58																	
А 59					XX XX XX 040 4114 Токарная												
Б 60					381148 Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 100 1 2,26												
0 61					Точить поверхности 7, 10, 16, 18 в размер $\phi 125_{0,08}$ , $\phi 90_{0,035}$ , $110,5_{0,054}$ , $185,5_{0,072}$ .												
Т 62					396171 Оправка цанговая; 392104 Резец контурный DNMX 15 06 12-WF "Sandvik" CB 7050 ; 392104												
Т 63					Резец расточной DNMX 15 06 12-WF "Sandvik" CB 7050; 393121 Скоба рычажная CP ГОСТ 11098-75.												
64																	
МК																	

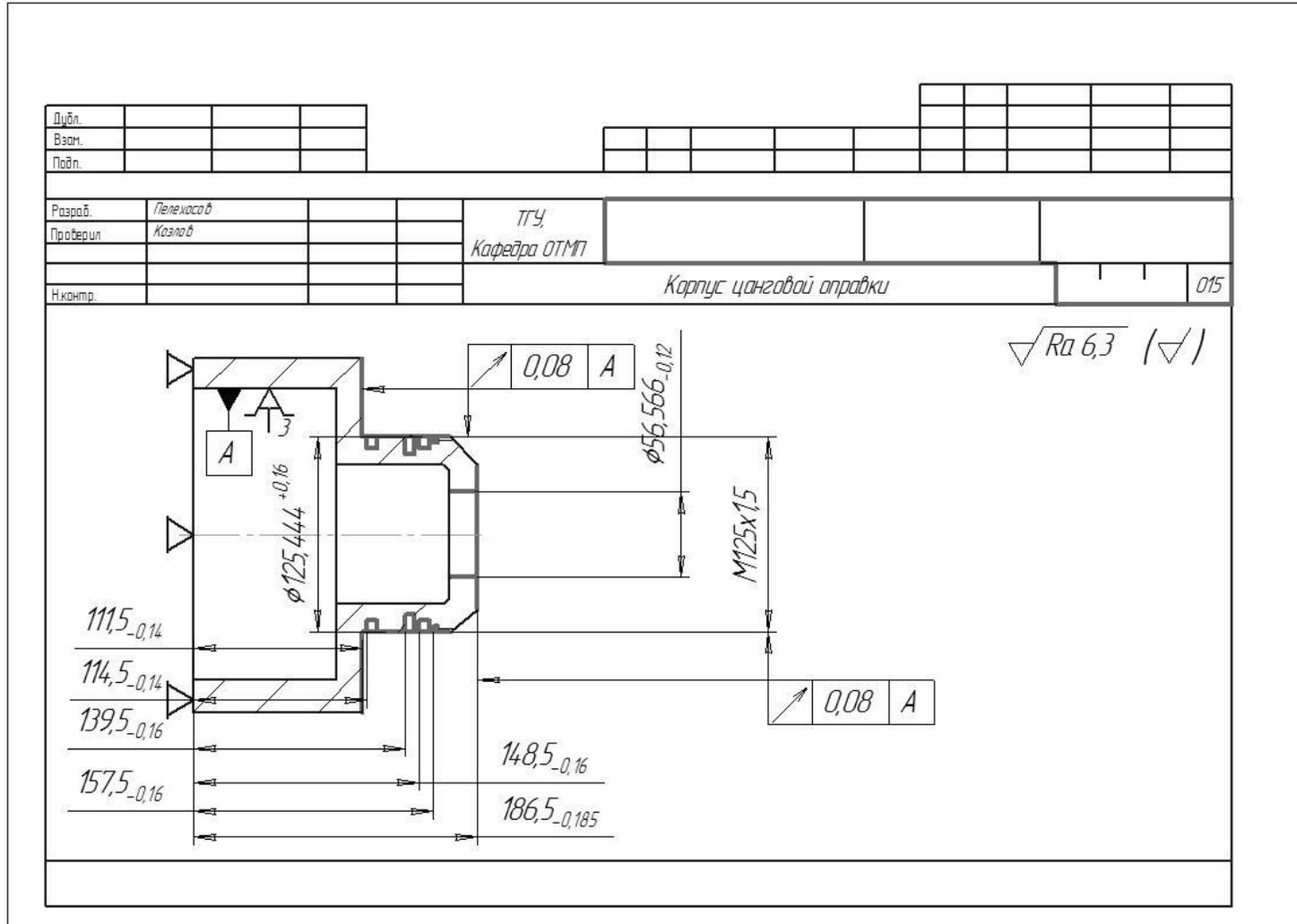
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа															
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт				
А 65	XX	XX	XX	045	4114 Токарная																
Б 66	381148	Токарный с ЧПУ	SAMAT 135 NC	3	18217	422	1Р	1	1	1	100	1									3,77
О 67	Точить поверхности 1, 3, 30 в размер $\phi 189^{+0,046}$ , $\phi 90^{+0,035}$ , $185^{+0,072}$																				
Т 68	396171 Патрон цанговый ГОСТ2877-80; 392104 Резец контурный DNMX150612-WF "Sandvik" CB7050;																				
Т 69	392104 Резец расточной DNMX150612-WF "Sandvik" CB7050; 393121 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.																				
70																					
А 71	XX	XX	XX	050	Маячная																
72																					
А 73	XX	XX	XX	055	Контрольная																
74																					
75																					
76																					
77																					
78																					
79																					
80																					
81																					
82																					
83																					
84																					
85																					
86																					
87																					
МК																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Пелехосов											
Проверил	Козлов											
Н.контр.										Цех	Уч.	Р.М.
Карпус цанговой оправки										Опер.	015	
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД	
Токарная		СЧ15 ГОСТ 14.12-85			166	16.61	ø233,4x190			2159	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тб	тгв	тшт	сож				
SAMAT 135 NC				138			222	Blasocut				
		пи	о или в	l	t	i	s	п	у			
01	1. Установить заготовку											
T <sub>02</sub>	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392104 Резец контурный CNMG160608-WMX "Sandvik"											
T <sub>03</sub>	GS3205; 392104 Резец расточной специальный GS3205; 392104 Резец токарный канавочный											
T <sub>04</sub>	N123L2-0700-0003-GM "Sandvik" GS3115; 392104 Резец токарный канавочный N123K2-0600-0004-GM											
T <sub>05</sub>	GC3115 "Sandvik"; 392104 Резец токарный канавочный N123G2-0350-0003-GM GC3115 "Sandvik";											
T <sub>06</sub>	392104 Резец токарный резьбовой R166.06-16MM02-150 GC1020 "Sandvik"; 393311 Штангенциркуль ШЦ-3											
T <sub>07</sub>	ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер ГОСТ 10-88.											
08	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.											
P <sub>09</sub>		1				1,268		0,25	500	357		
P <sub>10</sub>		2				0,91		0,15	2000	351		
P <sub>11</sub>		3				7,0		0,2	630	238		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	<i>Пелехосов</i>												
Проверил	<i>Козлов</i>												
Н.контр.				<i>Карпус цанговой оправки</i>						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
<i>Токарная</i>		<i>СЧ15 ГОСТ 14.12-85</i>			<i>166</i>	<i>16.61</i>	<i>φ233,4x190</i>			<i>2159</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т <sub>0</sub>	Т <sub>1</sub>	Т <sub>2</sub>	Т <sub>шт</sub>	СОЖ					
<i>SAMAT 135 NC</i>				<i>138</i>			<i>222</i>	<i>Blasocut</i>					
		пш	о или в	L	t	i	s	п	у				
<i>P<sub>12</sub></i>		<i>4</i>			<i>6,0</i>		<i>0,2</i>	<i>630</i>	<i>231</i>				
<i>P<sub>13</sub></i>		<i>5</i>			<i>3,5</i>		<i>0,2</i>	<i>630</i>	<i>243</i>				
<i>P<sub>14</sub></i>		<i>6</i>			<i>0,1</i>		<i>15</i>	<i>320</i>	<i>126</i>				
<i>T<sub>15</sub></i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.</i>												
<i>16</i>													
<i>17</i>													
<i>18</i>													
<i>19</i>													
<i>20</i>													
<i>21</i>													
<i>22</i>													



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	<i>Пелехосов</i>												
Проверил	<i>Козлов</i>												
Н.контр.	<i>Карпус цанговой оправки</i>									Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
<i>Сверлильная</i>		<i>СЧ45 ГОСТ 14.12-85</i>			<i>166</i>	<i>16.61</i>	<i>φ233,4x190</i>			<i>2159</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Т <sub>0</sub>	Т <sub>1</sub>	Т <sub>2</sub>	Т <sub>шт</sub>	СОЖ					
<i>VF 320(Fanuc)</i>				<i>142</i>			<i>2,25</i>	<i>Blasocut</i>					
		п	и	л	т	и	с	п	у				
<i>01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>												
<i>Т<sub>01</sub></i>	<i>396171 Оправка цанговая; 391821 Фреза концевая R216.24-140505AK26H GC1640 "Sandvik", 391290</i>												
<i>Т<sub>02</sub></i>	<i>Сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 "Sandvik"; 391290 Сверло спиральное R842-0840-30-A1A</i>												
<i>Т<sub>03</sub></i>	<i>GC1640 "Sandvik"; 391290 Сверло спиральное R841-0740-30-A1A GC1640 "Sandvik"; 391818 Фреза</i>												
<i>Т<sub>04</sub></i>	<i>резьбовая R217.14C060125AK17N GC1640 "Sandvik"; 3393810 Калибр.</i>												
<i>05</i>	<i>2. Сверлить, фрезеровать, нарезать резьбу выдерживая размеры согласно эскиза</i>												
<i>Р<sub>07</sub></i>		<i>1</i>				<i>14</i>		<i>0,018</i>	<i>1600</i>	<i>74</i>			
<i>Р<sub>08</sub></i>		<i>2</i>				<i>3</i>		<i>0,1</i>	<i>3500</i>	<i>68</i>			
<i>Р<sub>09</sub></i>		<i>3</i>				<i>4,2</i>		<i>0,2</i>	<i>2800</i>	<i>72</i>			
<i>Р<sub>10</sub></i>		<i>4</i>				<i>3,7</i>		<i>0,2</i>	<i>3200</i>	<i>71</i>			
<i>Р<sub>11</sub></i>		<i>5</i>				<i>0,3</i>		<i>0,025</i>	<i>4500</i>	<i>85</i>			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	<i>Пелехосов</i>												
Проверил	<i>Козлов</i>												
Н.контр.	<i>Карпус цанговой оправки</i>									Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
<i>Сверлильная</i>		<i>СЧ45 ГОСТ 14.12-85</i>			<i>166</i>	<i>16.61</i>	<i>φ233,4x190</i>			<i>2159</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Тa	Тb	Тгв	Тшт	СОЖ					
<i>VF 320(Fanuc)</i>				<i>142</i>			<i>2,25</i>	<i>Blasocut</i>					
			пи	о или в	l	f	i	s	п	v			
Г.12	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.</i>												
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<u>Документация</u>					
A1		21.БР.ОТМП.324.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>					
A3	1	21.БР.ОТМП.324.65.00.001	Корпус	1	
A4	2	21.БР.ОТМП.324.65.00.002	Стопор	1	
A4	3	21.БР.ОТМП.324.65.00.003	Клин	1	
A4	4	21.БР.ОТМП.324.65.00.004	Постоянный кулачек	3	
A4	5	21.БР.ОТМП.324.65.00.005	Сухарь	3	
A4	6	21.БР.ОТМП.324.65.00.006	Сменный кулачек	3	
A4	7	21.БР.ОТМП.324.65.00.007	Втулка	1	
A4	8	21.БР.ОТМП.324.65.00.008	Заглушка	1	
A4	9	21.БР.ОТМП.324.65.00.009	Тяга	1	
A4	10	21.БР.ОТМП.324.65.00.010	Гайка	1	
A4	11	21.БР.ОТМП.324.65.00.011	Плунжер	1	
A4	12	21.БР.ОТМП.324.65.00.012	Втулка	3	
A4	13	21.БР.ОТМП.324.65.00.013	Шток	3	
A3	14	21.БР.ОТМП.324.65.00.014	Корпус неподвижный	1	
A4	15	21.БР.ОТМП.324.65.00.015	Муфта	1	
A3	16	21.БР.ОТМП.324.65.00.016	Крышка	1	
A3	17	21.БР.ОТМП.324.65.00.017	Корпус гидроцилиндра	1	
A4	18	21.БР.ОТМП.324.65.00.018	Поршень	1	
A4	19	21.БР.ОТМП.324.65.00.019	Шток	1	
A4	20	21.БР.ОТМП.324.65.00.020	Переходная втулка	1	
21.БР.ОТМП.324.65.00.000					
Изм. Лист № докум. Подп. Дата					
Станочное приспособление				Лист	Листов
Разраб. Пелехасов Проб. Козлов				1	2
Исполн. Козлов Утв. Логинов				ТГУ, ИМ гр. ТМБЗ-1601б	
Копировал				Формат А4	



Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			21БР.ОТМП.324.70.00.000СБ	Сборочный чертёж		
<i>Детали</i>						
A3	1		21БР.ОТМП.324.70.00.001	Державка	1	
A4	2		21БР.ОТМП.324.70.00.002	Пластина опорная	1	
A4	3		21БР.ОТМП.324.70.00.003	Винт	1	
A4	4		21БР.ОТМП.324.70.00.004	Прихват	1	
A4	5		21БР.ОТМП.324.70.00.005	Пластина режущая	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
	6			Винт М2 ГОСТ17475-80	1	
21БР.ОТМП.324.70.00.000						
Изм. Лист		№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Пелехосов				
Проб.		Козлов				
Н.контр.		Козлов				
Утв.		Логинов				
<b>Резец расточной</b>					Лит.	Лист
						1
					ТГУ, ИМ зр. ТМДЗ-16018	
					Формат А4	