

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 штока привода приспособления для  
фрезерных работ

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

Тольятти 2023

## Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассмотрен технологический процесс изготовления штока привода приспособления для фрезерных работ.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологии изготовления штока привода в условиях среднесерийного типа производства, которая обеспечит выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества с минимальными затратами.

Первый раздел работы направлен на формирование задач, решение которых позволило достичь заявленной цели. Для этого проведен анализ имеющихся данных. Проанализировано назначение, условия эксплуатации и технологичность детали, а также характеристики типа производства.

Второй раздел работы направлен на формирование технологии изготовления детали в соответствии с «типом производства и требованиями, предъявляемыми к детали. Для этого проведен выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, а также расчет режимов резания и нормирование» [9].

Третий раздел работы направлен на устранение недостатков технологии, вызванных техническими причинами. Для этого произведено проектирование трекулачкового патрона и резца для токарной операции.

Четвертый раздел работы направлен на обеспечение производственной и пожарной безопасности на технологическом участке.

Пятый раздел работы направлен на выявление экономических показателей технологического процесса.

«Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка состоит из 65 страниц, включает 6 таблиц и 9 рисунков. Графическая часть работы включает 7 листов формата А1» [9].

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ технологичности детали .....	6
1.3 Анализ характеристик типа производства.....	8
1.4 Формулировка задач работы.....	11
2 Разработка технологической части .....	12
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	12
2.2 Проектирование плана изготовления детали .....	20
2.4 Расчет режимов резания и нормирование .....	25
3 Проектирование специальных средств оснащения .....	28
3.1 Проектирование трехкулачкового патрона .....	28
3.2 Проектирование резца .....	34
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	37
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	39
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	41
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта .....	42
5 Экономическая эффективность работы .....	44
Заключение .....	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	63

## Введение

В конструкции станочных приспособлений с целью обеспечения их максимального быстродействия часто используются механизированные приводы, состоящие, как правило, из корпуса, поршня и штока, обеспечивающего соединение привода с исполнительным механизмом. В конструкции приспособлений, как правило, используются приводы стандартизированных типоразмеров. Кроме удешевления конструкции данное техническое решение позволяет обеспечить взаимозаменяемость, как отдельных деталей привода, так и всего механизма, что существенно увеличит ремонтпригодность конструкции и сократит эксплуатационные затраты.

Привода данной конструкции могут использоваться в самых различных станочных приспособлениях и работать в самых разнообразных условиях. Поэтому все детали входящие в конструкцию привода должны иметь достаточно серьезный запас по эксплуатационным характеристикам. Данные показатели закладываются на стадии конструирования как узлов в целом, так и отдельных механизмов и деталей входящих в конструкцию привода и обеспечиваются на стадии их изготовления. Кроме качественных показателей на стадии изготовления необходимо обеспечить минимизацию затрат на изготовление. Эффективность решения этой задачи зависит от объемов производства и уровня развития технологий на конкретном предприятии.

В данной работе необходимо спроектировать технологический процесс изготовления штока привода, входящего в состав приспособления для фрезерных работ.

Исходя из всего вышесказанного, цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологии изготовления штока привода приспособления для фрезерных работ в условиях среднесерийного типа производства, которая обеспечит выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества с минимальными затратами.

## **1 Анализ исходных данных**

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

Шток, рассматриваемый в данной работе, предназначен для передачи поступательного движения от поршня на исполнительный механизм. Шток устанавливается в крышке привода в отверстие по посадке. Шток соединяется с поршнем при помощи гайки, которая стопорится шайбой.

Нагрузки, действующие на деталь в процессе эксплуатации растягивающие. При этом данные нагрузки носят знакопеременный характер, а их величина в процессе работы может изменяться. Данные особенности рабочих нагрузок отразились на конструкции детали и требованиях к характеристикам поверхностей.

Условия эксплуатации детали зависят от назначения механизма, в котором используется привод. В данном случае привод используется в приспособлении для фрезерных работ, которое работает в закрытых помещениях. В условиях работы в закрытом производственном помещении, как правило, поддерживается определенный микроклимат и температурный фактор, а также наличие атмосферных осадков на деталь не воздействуют.

В тоже время на поверхности могут воздействовать технологические жидкости, используемые на данном производстве. В зависимости от состава и количества данных жидкостей они способны привести к повышенному износу поверхностей детали и их повреждению. Не менее важно воздействие вибраций, возникновение которых обусловлено особенностями технологического процесса фрезерования. Их величина и направление могут привести к возникновению дополнительных нагрузок и разрушению детали. Также возможно воздействие вибраций от находящегося рядом технологического оборудования и транспорта. Возможно попадание стружки, возникающей в процессе фрезерования, что может привести к повреждению рабочих поверхностей штока.

## 1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность является комплексной оценкой детали по критериям технологичности материала, конструкции и механической обработки.

«Сталь 40 ГОСТ1050-88 имеет следующий химический состав: углерод от 0,37% до 0,45%, кремний от 0,17% до 0,37%, марганец от 0,5% до 0,8%, никель до 0,25%, сера до 0,035%, фосфор до 0,035%, хром до 0,25%, медь до 0,3%, мышьяк до 0,08%, железо около 97%» [22]. «Механические характеристики: предел текучести 215 МПа, предел прочности 430 МПа, относительное удлинение после разрыва 7%, относительное сужение после разрыва 40%, твердость в состоянии поставки от 123 до 167 единиц по шкале Бринелля» [22].

Для получения заготовки можно использовать различные методы: прокат или штамповку. Целесообразность выбора одного из методов определяется формой детали и экономическими показателями. Обрабатываемость материала методами механической обработки характеризуется коэффициентом обрабатываемости, который для твердосплавного инструмента составляет 1,0, для быстрорежущего инструмента 1,0. Данные показатели являются хорошими с точки зрения обрабатываемости материала. Термическая обработка материала определяется требованиями к качеству поверхностного слоя детали и прежде всего требуемой твердостью. «В данном случае она может быть выполнена с использованием типовых технологий термической обработки, что существенно сократит затраты на изготовление детали» [9].

«Конструкция детали состоит из простых элементов, таких как цилиндры, плоскости и винтовые поверхности, образующие наружный ступенчатый контур. Следует отметить наличие таких конструктивных элементов на детали как фаски, канавки и пазы» [9]. Получение всех элементов детали возможно с применением стандартных методов обработки, что существенно снизит затраты на изготовление.

Технологичность механической обработки детали определяется характеристиками поверхностей, которые необходимо достигнуть. В данном случае присутствует достаточно точная поверхность шестого квалитета. Остальные поверхности имеют меньшие значения точности, но при этом есть ряд поверхностей имеющих высокие показатели шероховатости. С целью более точного определения количества поверхностей, которые требуют применения точных методов обработки, проведем их классификацию по назначению. «На рисунке 1 приведен эскиз детали и пронумерованы поверхности» [3].

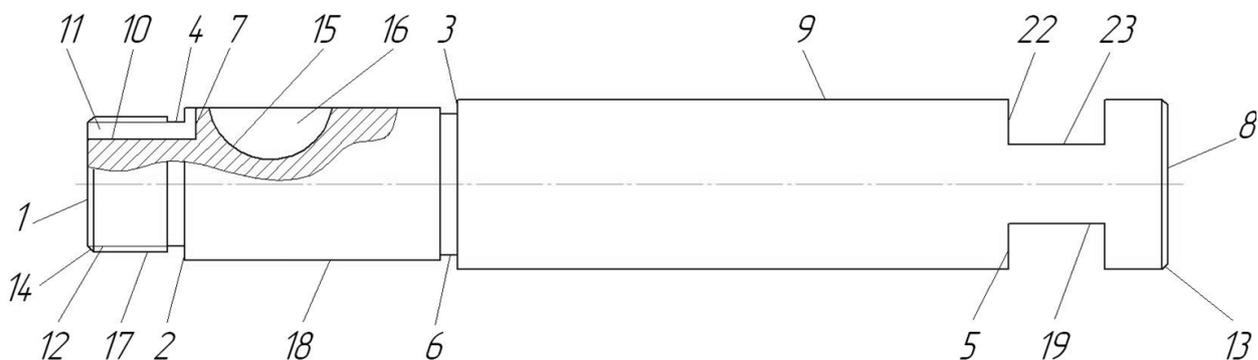


Рисунок 1 – Эскиз детали

«Классификация поверхностей: основная конструкторская база 9; вспомогательная конструкторская база 3, 10, 15, 18, 19; исполнительная поверхность 5, 12, 15; свободные поверхности все оставшиеся» [3].

Также следует учесть, что деталь подвергается термической обработке, поэтому после нее необходимо будет применить более дорогостоящие методы абразивной обработки. Все размеры соответствуют нормальному ряду чисел, а допуски и посадки стандартным значениям. Следует отметить, что для данной заготовки потребуется создание искусственных технологических баз в виде центровых отверстий. «Базирование заготовки на операциях механической обработки определяется ее формой. В данном случае форма заготовки позволяет в полной мере применить основные

принципы базирования и применить стандартные схемы базирования» [3], что позволит снизить припуски на обработку и повысит ее точность.

Из проведенного анализа сделаем следующие выводы относительно технологичности механической обработки. Технологию изготовления можно построить на стандартных методах обработки, таких как точение, шлифование, фрезерование и так далее. Исходя из точности обработки, формы поверхностей и предполагаемых схем базирования оборудование, режущие инструменты, станочные приспособления и средства контроля могут быть использованы стандартные, универсальные и нормализованные.

Проведенный анализ позволяет сделать заключение о высоких показателях технологичности детали и учесть ключевые особенности данной детали при проектировании технологии ее изготовления.

### **1.3 Анализ характеристик типа производства**

Тип производства является основой при проектировании технологии изготовления детали. Правильное его определение позволяет верно определить ключевые параметры техпроцесса, такие как, стратегия разработки техпроцесса, метод получения заготовки, принцип концентрации переходов на операциях, методы достижения точности обработки, тип используемого технологического оборудования, тип и характеристики средств технологического оснащения и другие параметры.

Существует несколько методик определения типа производства в зависимости от имеющейся информации. В данном случае применение точной методики не представляется возможным, поэтому применим «упрощенную методику, основанную на знании массы детали и ее годовой программе выпуска. Масса детали по чертежу детали составляет 1,18 кг. Годовая программа выпуска по заданию 8000 штук в год. Данные параметры соответствуют среднесерийному типу производства» [12].

«Далее приведем характеристики данного типа производства» [12].

Основная стратегия проектирования технологического процесса последовательная. В обоснованных случаях допускается применение линейной и циклической стратегий. Однако для их применения необходимо знание всей номенклатуры производства и наличия однотипных деталей. Предпочтительной является групповая не поточная форма организации техпроцесса, как наиболее прогрессивная для данного типа производства. Однако, в случае наличия больших групп однотипных деталей возможно применение групповой поточной формы организации техпроцесса, что положительно скажется на производительности производства. «Проектирование технологического процесса производится на основе типовых технологических процессов соответствующих групп деталей, что сокращает время проектирования и повышает его качество» [9]. «При этом маршруты обработки проектируются исходя из условия минимизации удельных затрат на обработку» [9]. Технологический процесс оформляется в виде подробной маршрутной карты с добавлением, в случае необходимости, на некоторые операции операционных карт с картами эскизов на их выполнение.

Заготовка выбирается исходя из формы детали и должна быть максимально приближена к ней. Также на выбор заготовки влияют свойства материала детали. Следует учесть, что заготовка оптимальной формы не всегда дает хорошие показатели в сочетании со стоимостью механической обработки, поэтому единственным верным решением при выборе заготовки является экономическое сравнение возможных вариантов.

Точность на технологических операциях достигается путем работы на настроенном оборудовании. Операции проектируются с учетом экстенсивной концентрации переходов и соблюдения принципов единства и постоянства баз на протяжении выполнения всего технологического процесса. Припуски на обработку поверхностей назначаются различными методами в зависимости от заданной точности обработки. Для точных поверхностей припуски рассчитываются по соответствующей методике, для менее

ответственных поверхностей допускается определять припуски с применением статистических данных. Это позволяет получить требуемую точность определения припусков без потери времени на проектирование технологии изготовления. Режимы резания и нормирование операций выполняются в зависимости от степени ответственности операции и ее сложности. Допускается применение опытно-статистического и расчетно-аналитического метода. Первый применим для черновых операций, второй для операций окончательной обработки.

Технологическое оборудование должно отвечать требованиям гибкости, производительности и надежности. Наиболее приемлемо применение станков оснащенных системами числового управления, универсальных станков, станков полуавтоматов. Допускается применение специализированных станков.

Станочные приспособления должны отвечать требованиям быстродействия, механизации, надежности, иметь возможность быстрой переналадки на выпуск нового типоразмера детали. Предпочтительно применение стандартизированных и универсальных станочных приспособлений.

Режущий инструмент должен обеспечивать необходимую точность и производительность операций, а также обладать высокой стойкостью. Предпочтительно применение стандартного режущего инструмента.

Средства контроля должны обеспечивать требуемую точность и производительность контроля. Предпочтительно применение универсальных средств контроля с цифровой индикацией получаемых данных для их дальнейшего использования в системе контроля и адаптивных системах управления оборудованием. Допускается применение специальных средств контроля типа калибров.

Возможно применение специальных средств технологического оснащения в случае экономического обоснования данного решения.

## 1.4 Формулировка задач работы

Сформулируем основные задачи работы. «В первую очередь необходимо сформировать технологию изготовления детали в соответствии с типом производства и требованиями, предъявляемыми к детали. Для этого необходимо провести выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, а также расчет режимов резания и нормирование. Затем необходимо устранить недостатки технологии, вызванные техническими причинами. Для этого необходимо произвести проектирование специальных средств технологического оснащения для ряда операций» [9]. Также необходимо обеспечить производственную и пожарную безопасность на технологическом участке. С целью подтверждения правильности принятых технических решений необходимо выявить экономические показатели технологического процесса.

Данный раздел работы позволил сформировать задачи, решение которых направлено на достижение заявленной цели. «Для этого проведен анализ имеющихся данных. Проанализировано назначение, условия эксплуатации и технологичность детали, а также характеристики типа производства» [9].

## 2 Разработка технологической части

### 2.1 Выбор и проектирование заготовки

В соответствии с анализом типа производства заготовка выбирается исходя из формы детали и должна быть максимально приближена к ней. Также на выбор заготовки влияют свойства материала детали. Анализ свойств материала показал, что для получения заготовки можно использовать различные методы: литье, прокат или штамповку. Метод получения заготовки литьем в данном случае будет иметь заведомо худшие показатели, чем остальные, так как требует замены материала на более дорогой литейный аналог, поэтому выбор необходимо производить из двух оставшихся методов получения заготовки. Следует учесть, что заготовка оптимальной формы не всегда дает хорошие показатели в сочетании со стоимостью механической обработки, поэтому единственным верным решением при выборе заготовки является экономическое сравнение возможных вариантов.

«Сравнение выполним по суммарным затратам на изготовление детали:

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

где  $C_{zi}$  – стоимость получения заготовки, руб.;

$C_{обри}$  – стоимость механической обработки, руб.;

$i$  – индекс варианта получения заготовки» [10].

«Стоимость получения заготовки рассчитывается по формуле:

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

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

$M_{zi}$  – масса заготовки, кг;

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

$K_T$  – коэффициент, определяемый необходимой точностью заготовки;

$K_{сл}$  – коэффициент, определяемый сложностью получения заготовки» [10].

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

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

где  $M_d$  – масса детали, кг;

$K_p$  – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [10].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной отрезкой из проката, 2 для заготовки, полученной штамповкой в закрытых штампах» [10].

$$M_{з1} = 1,18 \cdot 1,21 = 1,43 \text{ кг.}$$

$$M_{з2} = 1,18 \cdot 1,13 = 1,33 \text{ кг.}$$

«Стоимость получения заготовки по формуле (2) равна.

$$C_{з1} = \frac{21000 \cdot 1,43}{1000} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 28,41 \text{ р.}$$

$$C_{з2} = \frac{18500 \cdot 1,33}{1000} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,1 = 43,9 \text{ р.}» [10].$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

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

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

$K_{имi}$  – коэффициент использования материала;

$K_o$  – коэффициент обрабатываемости материала» [10].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{им}i} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}. \quad (5) \gg [10]$$

«Выполняем расчеты.

$$K_{\text{им}1} = \frac{1,18}{1,43} = 0,8.$$

$$K_{\text{им}2} = \frac{1,18}{1,33} = 0,87 \gg [10].$$

«Стоимость механической обработки по формуле (4) равна.

$$C_{\text{обр}1} = \frac{150 \cdot \left(\frac{1}{0,8} - 1\right) \cdot 0,98}{0,9} = 36,75 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр}2} = \frac{150 \cdot \left(\frac{1}{0,87} - 1\right) \cdot 0,98}{0,9} = 21,97 \text{ р.} \gg [10].$$

«Общие затраты по формуле (1) составят.

$$C_1 = 28,41 + 36,75 = 65,16 \text{ р.}$$

$$C_2 = 43,90 + 21,79 = 65,69 \text{ р.} \gg [10].$$

«Расчеты показали, что метод получения заготовки отрезкой из проката имеет лучшие экономические показатели. Следовательно, для получения заготовки принимаем данный метод» [10].

«На первом этапе проектирования заготовки определяем припуски на обработку поверхностей» [10]. Анализ типа производства показал, что припуски на обработку поверхностей назначаются различными методами в зависимости от заданной точности обработки. Для точных поверхностей припуски рассчитываются по расчетно-аналитической методике, для менее ответственных поверхностей допускается определять припуски с применением статистических данных. Это позволяет получить требуемую точность определения припусков без потери времени на проектирование технологии изготовления. В любом случае необходимо определить маршруты обработки поверхностей.

«В ходе анализа типа производства было установлено, что маршруты обработки проектируются исходя из условия минимизации удельных затрат на обработку исходя из материала детали и требуемых характеристик

точности обработки и свойств поверхностного слоя» [13]. «Результаты разработки маршрутов обработки поверхностей приведены в таблице 1» [13].

Таблица 1 – Результаты разработки маршрутов обработки поверхностей

Номер поверхности	Шероховатость $Ra$ , мкм	Квалитет точности	Маршрут обработки
1	14	12,5	переход однократного фрезерования и термообработка
2	14	12,5	последовательно два перехода точения и термообработка
3	14	12,5	последовательно два перехода точения, термообработка и переход однократного шлифования
4	14	12,5	переход точения чистового и термообработка
5	10	2,5	переход однократного фрезерования и термообработка
6	14	12,5	переход точения чистового и термообработка
7	14	12,5	переход однократного фрезерования и термообработка
8	14	12,5	переход однократного фрезерования и термообработка
9	6	0,4	последовательно два перехода точения, термообработка, последовательно два перехода шлифования и переход полирования
10	12	6,3	переход однократного фрезерования и термообработка
11	9	3,2	переход однократного фрезерования и термообработка
12	10	6,3	переход нарезания резьбы и термообработка
13	14	12,5	переход точения чистового и термообработка
14	14	12,5	переход точения чистового и термообработка
15	12	6,3	переход однократного фрезерования и термообработка
16	9	3,2	переход однократного фрезерования и термообработка
17	10	6,3	последовательно два перехода точения и термообработка
18	10	3,2	последовательно два перехода точения, термообработка и переход однократного шлифования
19	12	6,3	переход однократного фрезерования и термообработка

«Имея маршруты обработки поверхностей, определяем припуски на их обработку. Для расчета припусков поверхности диаметром  $30k6_{+0,002}^{0,015}$  мм применяем расчетно-аналитический метод» [20].

«Минимальные значения припусков определяются по формуле:

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

где  $a$  – глубина суммарного дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

$\varepsilon$  – погрешности установки заготовки на операции, мм;

$i$  – индекс текущего перехода;

$i - 1$  – индекс предыдущего перехода» [20].

«Максимальные значения припусков определяются по формуле:

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

где  $Td_i$  – допуски на выполнение размера на текущем переходе, мм;

$Td_{i-1}$  – допуск на выполнение размера на предыдущем переходе, мм» [20].

«Средние значения припусков определяются по формуле:

$$z_{срi} = 0,5 \cdot (z_{i\max} + z_{i\min}). \quad (8) \gg [20]$$

«Выполняем расчеты припусков.

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

$$z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,252 \text{ мм.}$$

$$z_{3\min} = a_{\text{ТО}} + \sqrt{\Delta_{\text{ТО}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,030^2 + 0,012^2} = 0,263 \text{ мм.}$$

$$z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,007^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм.}$$

$$z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (0,9 + 0,25) = 1,176 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,252 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = 0,427 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,263 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,062) = 0,374 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,062 + 0,013) = 0,202 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,176 + 0,601) = 0,889 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,427 + 0,252) = 0,340 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,374 + 0,263) = 0,319 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,202 + 0,164) = 0,183 \text{ мм} \gg [20].$$

«Минимальное значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [20]$$

«Максимальное значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (10) \gg [20]$$

«Среднее значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i \max} + d_{i \min}). \quad (11) \gg [20]$$

«Для перехода предшествующего термической обработке минимальный размер определяется по формуле:

$$d_{(TO-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (12) \gg [20]$$

«Выполняем расчеты операционных размеров.

$$d_{4min} = 30,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 30,015 \text{ мм.}$$

$$d_{4cp} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (30,015 + 30,002) = 30,0085 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 30,002 + 2 \cdot 0,164 = 30,330 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 30,330 + 0,062 = 30,392 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (30,392 + 30,330) = 30,361 \text{ мм.}$$

$$d_{TO min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 30,330 + 2 \cdot 0,263 = 30,856 \text{ мм.}$$

$$d_{TO max} = d_{TO min} + Td_{TO} = 30,856 + 0,160 = 31,016 \text{ мм.}$$

$$d_{TO cp} = 0,5 \cdot (d_{TO max} + d_{TO min}) = 0,5(31,016 + 30,856) = 30,936 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO min} \cdot 0,999 = 30,856 \cdot 0,999 = 30,830 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 30,830 + 0,100 = 30,930 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (30,930 + 30,830) = 30,880 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 30,930 + 2 \cdot 0,252 = 31,434 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 31,434 + 0,250 = 31,684 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (31,684 + 31,434) = 31,559 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 31,684 + 2 \cdot 0,601 = 32,886 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 32,886 + 0,900 = 33,786 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(33,786 + 32,886) = 33,336 \text{ мм} \gg [20].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (13) \gg [20]$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (14) \gg [20]$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15)» [20]$$

«Выполняем расчет общих припусков.

$$2z_{min} = 33,946 - 30,012 = 3,946 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 3,946 + 0,900 + 0,013 = 4,859 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,946 + 4,859) = 4,4025 \text{ мм}» [20].$$

«Припуски на остальные поверхности, определенные с применением статистических данных представлены в таблице 2» [15].

Таблица 2 – Припуски на обработку поверхностей

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1, 8	1	1,8	2,61
2	1	1,8	2,58
	2	0,8	1,09
3	1	1,8	2,58
	2	0,8	1,09
	3	0,4	0,52
5	1	3	3,59
10	1	0,7	1,29
11	1	3	3,59
15	1	0,7	1,29
16	1	3	3,59
17	1	1,1	1,52
	2	0,25	0,40
18	1	1,1	1,52
	2	0,25	0,40
	3	0,30	0,38
19	1	0,7	1,29

«После определения припусков необходимо определить параметры заготовки» [5]. В качестве заготовки выбран прокат. В таком случае диаметр проката выбирается по максимальному диаметру заготовки. Принимаем диаметр проката равным  $33 \pm 0,6$  мм [5]. Результаты проектирования заготовки приведены в графической части работы.

## 2.2 Проектирование плана изготовления детали

«Этап проектирования плана изготовления во многом определяет эффективность проектируемого технологического процесса и его экономические показатели» [9]. «В соответствии с анализом типа производства основная стратегия проектирования технологического процесса последовательная» [9]. Предпочтительной является групповая не поточная форма организации техпроцесса, как наиболее прогрессивная для данного типа производства. Проектирование технологического процесса производится на основе типовых технологических процессов соответствующих групп деталей, что сокращает время проектирования и повышает его качество.

«План изготовления детали проектируем в соответствии с рекомендациями» [14]. «Маршрут изготовления детали проектируется на основе типовых маршрутов» [7], [17], [23]. При этом операции формируются путем объединения в них одинаковых методов обработки поверхностей, определенных на этапе формирования маршрутов обработки поверхностей, приведенных в таблице 1. «Результаты определения маршрута изготовления детали приведены в таблице 3» [9].

Таблица 3 – Маршрут изготовления

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
005 Фрезерно-центровальная	фрезерование, сверление	1, 8, 20, 21
010 Токарная	точение	2, 3, 18, 17
015 Токарная	точение	9
020 Токарная	точение, резьбонарезание	2, 3, 4, 6, 12, 14, 17, 18
025 Токарная	точение	9
030 Фрезерная	фрезерование	7, 10
035 Фрезерная	фрезерование	15, 16
040 Фрезерная	фрезерование	5, 19, 22, 23
045 Термическая	термическая обработка	все
050 Центрошлифовальная	шлифование	20, 21

### Продолжение таблицы 3

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
055 Торцекруглошлифовальная	шлифование	3, 18
060 Круглошлифовальная	шлифование	9
065 Круглошлифовальная	шлифование	9
070 Круглошлифовальная	шлифование	9
075 Круглошлифовальная	шлифование	9
080 Моечная	мойка	все
085 Контрольная	контроль	все

Операционные размеры разрабатываются исходя из принятых схем базирования и должны соответствовать методу достижения точности обработки на настроенном оборудовании

Технические требования на выполнение операций зависят от средней точности достижимой с применением конкретного метода обработки и назначаются в соответствии с рекомендациями [14].

В соответствии с анализом типа производства полученный технологический процесс оформляется в виде подробной маршрутной карты с добавлением, в случае необходимости, на некоторые операции операционных карт с картами эскизов на их выполнение. Разработанная технологическая документация представлена в приложении А «Технологическая документация».

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

В соответствии с анализом типа производства технологическое оборудование должно отвечать требованиям гибкости, производительности и надежности. Предпочтительно применение станков оснащенных системами числового управления, универсальных станков, станков полуавтоматов. Допускается применение специализированных станков.

При выборе станочных приспособлений следует учесть, что они

должны отвечать требованиям быстродействия, механизации, надежности, иметь возможность быстрой переналадки на выпуск нового типоразмера детали. Предпочтительно применение стандартизированных и универсальных станочных приспособлений.

При выборе режущих инструментов следует учесть, что они должны обеспечивать необходимую точность и производительность операций, а также обладать высокой стойкостью. Предпочтительно применение стандартного режущего инструмента.

При выборе средств контроля следует учесть, что они должны обеспечивать требуемую точность и производительность контроля. Предпочтительно применение универсальных средств контроля с цифровой индикацией получаемых данных для их дальнейшего использования в системе контроля и адаптивных системах управления оборудованием. Допускается применение специальных средств контроля типа калибров.

Возможно применение специальных средств технологического оснащения в случае экономического обоснования данного решения.

Конкретные типы, марки, модели и наименования средств технологического оснащения принимаем по данным источников [2], [8], [16], [18], [19].

«Результаты оформлены в таблице 4» [9].

Таблица 4 – Результаты выбора средств технологического оснащения

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Инструменты	Средства контроля
005 Фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный MP-71M	призмы установочные, осевой упор, тиски самоцентрирующие	фрезы торцевые ГОСТ 1695-80 Ø40 BK8, сверло центровочное А 6,3 ГОСТ 14952-80 P6M5	штангенциркуль ГОСТ 160-80, калибр контроля центровочного отверстия
010 Токарная	токарно-винторезный 16K20Ф3	центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ	резец контурный специальный Т5К10	штангенциркуль ГОСТ 160-80

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Инструменты	Средства контроля
–	–	ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-73	–	–
015 Токарная	токарно-винторезный 16К20	центр подпружиненный ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-73,	резец проходной специальный Т5К10	штангенциркуль ГОСТ 160-80
020 Токарная	токарно-винторезный 16К20Ф3	центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	резец контурный специальный Т30К4, резец канавочный ОСТ 2.И10.1-83 Т5К10, резец резьбовой ОСТ 2.И10.1-83 Т15К6	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, калибр
025 Токарная	токарно-винторезный 16К20	центр подпружиненный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	резец контурный специальный Т30К4	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, калибр
030 Фрезерная	шпоночно-фрезерный 692М	призмы установочные, осевой упор, приспособление специальное	фреза концевая ГОСТ 8237-85 Р6М5	шаблон
035 Фрезерная	горизонтально-фрезерный 6Р80Г	призмы установочные, осевой упор, приспособление специальное	фреза дисковая ГОСТ 6648-78 Р6М5	шаблон
040 Фрезерная	горизонтально-фрезерный 6Р80Г	призмы установочные, осевой упор, делительная головка, приспособление специальное	фреза дисковая ГОСТ 6648-78 Р6М5	шаблон
045 Термическая	закалочная печь	–	–	–
050 Центрошлифовальная	центрошлифовальный 3922	центр неподвижный ГОСТ 8742-75,	головка шлифовальная алмазная АГК	калибр контроля центрального

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Инструменты	Средства контроля
–	–	тиски самоцентрирующие	ГОСТ2447-82	отверстия
055 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Б153Т	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	круг шлифовальный тип 1-300x50x127 23А46М6V ГОСТ Р 52781-2007	скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75
060 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	круг шлифовальный тип 1-300x50x127 23А46М6V ГОСТ Р 52781-2007	скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75.
065 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	круг шлифовальный тип 1-300x50x127 25А80К7V ГОСТ Р 52781-2007	скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75
070 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	круг шлифовальный тип 1-300x50x127 24А80К8V ГОСТ Р 52781-2007	скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75
075 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3В151А	центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	круг полировальный М25	скоба рычажная СР-80 ГОСТ 11098-75
080 Моечная	моечная машина	–	–	–
085 Контрольная	контрольный стол	–	–	средства комплексного контроля

Выбранные средств технологического оснащения оптимальны с точки зрения их использования в условиях среднесерийного производства. Однако, после нормирования технологического процесса возможен пересмотр результатов их выбора в пользу средств оснащения с большей степенью

механизации и автоматизации и, в случае необходимости, проектирование специальных средств технологического оснащения.

Приведенные в таблице 4 данные по выбору средств технологического оснащения заносятся в технологическую документацию, представленную в приложении А «Технологическая документация».

## 2.4 Расчет режимов резания и нормирование

«В соответствии с результатами анализа типа производства режимы резания и нормирование операций выполняются в зависимости от степени ответственности операции и ее сложности» [9]. Допускается применение опытно-статистического [19] и расчетно-аналитического метода [6]. Первый применим для черновых операций, второй для операций окончательной обработки.

В результате расчета режимов резания должны быть определены подача, скорость резания, частота вращения.

Нормирование выполняется по следующей методике [6].

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{обс} + T_{п} \quad (16)$$

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

$T_b$  – вспомогательное время выполнения операции, мин;

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

$T_{п}$  – время на личные потребности, мин» [6].

«Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n}, \quad (17)$$

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

$S$  – подача, мм/об» [6].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (18)$$

где  $l_1$  – длина врезания, мм;

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

$l_2$  – длина перебега, мм» [6].

«В таблице 5 отражены результаты определения режимов резания и нормирования технологических операций» [6].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
005	1	0,04	12,5	630	14	0,56
	2	0,15	60	630	30	0,32
010	1	0,32	161	1900	70	0,12
015	1	0,32	185	1900	127	0,21
020	1	0,12	161	1900	70	0,31
	2	0,04	45	630	1,5	0,06
	3	0,04	45	630	1,3	0,05
	4	1,5	48	630	53	0,24
025	1	0,17	179	1900	127	0,39
030	1	(0,08)	37	630	19	0,15
035	1	(0,10)	30	250	10	0,1
040	1	(0,10)	30	250	29	0,24
	2	(0,10)	30	250	29	0,24
050	1	0,8	15	300	0,2	0,25
055	1	0,009	26	300	0,46	0,2
060	1	0,019	18	200	126	1,03
065	1	0,016	23	250	126	1,36
070	1	0,010	26	320	126	0,81
075	1	2,5	30	100	126	0,7

Анализируя полученные данные, приходим к выводу о том, что время на выполнение токарных операций несколько завышено по сравнению с аналогичными токарными операциями. Следовательно, требуется выявить причины данного недостатка и провести модернизацию данных операций.

«Приведенные в таблице 5 данные по определению режимов резания и нормирования технологических операций заносятся в технологическую документацию, представленную в приложении А «Технологическая документация», а также на чертежи технологических наладок» [9].

Данный раздел работы позволил сформировать технологию изготовления детали в соответствии с «типом производства и требованиями, предъявляемыми к детали. Для этого проведен выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, а также расчет режимов резания и нормирование» [9].

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование трехкулачкового патрона

Нормирование операций технологического процесса показало, что время на выполнение токарных операций несколько завышено по сравнению с аналогичными токарными операциями. Одна из причин этого заключается в увеличенном вспомогательном времени операции, что объясняется отсутствием механизации процесса закрепления. Спроектируем самоцентрирующие тиски с механизированным приводом. Для этого используем методику [21].

Схема операции приведена на рисунке 2.

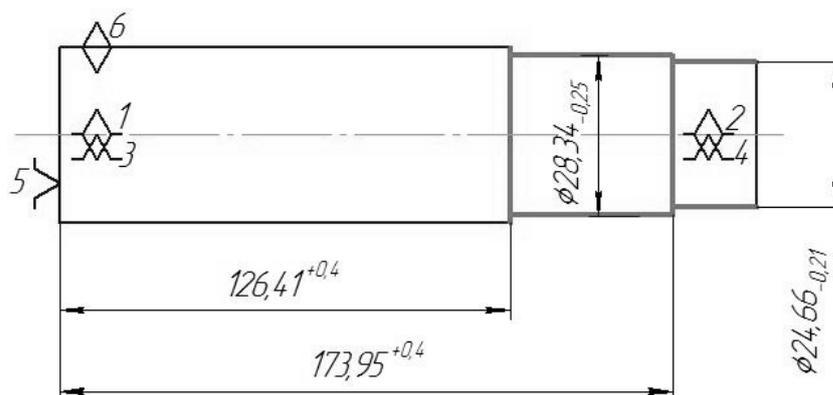


Рисунок 2 – Операционный эскиз

Силовой расчет приспособления основан на обеспечении равновесия системы сил закрепления и резания. Для этого составим схему закрепления (рисунок 3).

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

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

где  $d_1$  – обрабатываемый диаметр, мм» [21].

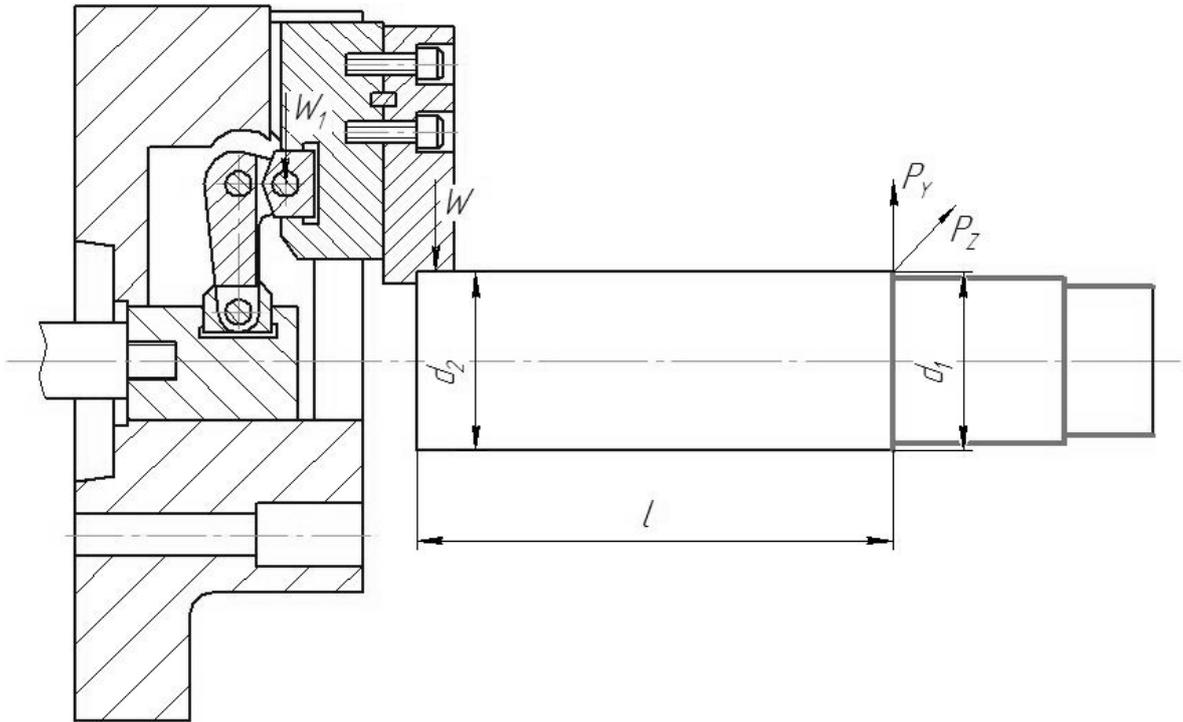


Рисунок 3 – Расчетная схема закрепления

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

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

где  $W$  – сила зажима, Н;

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

$d_2$  – диаметр закрепления, мм» [21].

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

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

где  $K$  – коэффициент запаса» [21].

Составляющая силы резания  $P_Z$  определяется по формуле:

$$\langle P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (22)$$

где  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – коэффициент и показатели степеней, характеризующие фактические условия выполнения операции;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$V$  – скорость резания, м/мин;

$K_p$  – коэффициент условий обработки» [21].

«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» [21].

Выполняем расчеты.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 3,18^{0,9} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 130^{-0,15} \cdot 0,9 = 1237 \text{ Н.}$$

$$K = 1,5 \cdot 1,68 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,52.$$

$$W = \frac{1237 \cdot 28}{0,3 \cdot 35} \cdot 2,52 = 2785 \text{ Н.}$$

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

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

где  $l$  – плечо приложения силы, мм» [21].

«Уравновешивающий его момент силы зажима равен:

$$M_{3_{PY}} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3}. \quad (25)» [21]$$

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

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (26)» [21]$$

«Составляющая силы резания  $P_Y$  определяется по формуле:

$$P_Y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (27)$$

где  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – коэффициент и показатели степеней, характеризующие

фактические условия выполнения операции;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$V$  – скорость резания, м/мин;

$K_p$  – коэффициент условий обработки» [21].

Выполняем расчеты.

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 3,18^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 130^{-0,3} \cdot 0,9 = 547 \text{ Н.}$$

$$W = \frac{3 \cdot 547 \cdot 85}{2 \cdot 0,3 \cdot 35} \cdot 2,52 = 3720 \text{ Н.}$$

Дальнейшие расчеты приспособления выполняются по наибольшему значению найденной силы.

«Усилие зажима на постоянных кулачках вследствие конструктивных

особенностей зажимного механизма отличается от расчетного и определяется по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (28)$$

где  $l$  – вылет кулачка, мм;

$H$  – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

$f_1$  – коэффициент трения в направляющих» [21].

$$W_1 = \frac{3720}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 4847 \text{ Н.}$$

«Усилие на приводе рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (29)$$

где  $i_c$  – передаточное отношение зажимного механизма» [21].

Выполняем расчет усилия зажима на приводе.

$$Q = \frac{4847}{2,5} = 1939 \text{ Н.}$$

«Данное усилие развивает гидравлический цилиндр диаметр которого определяется уравнением:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (30)$$

где  $d$  – диаметр штока поршня, мм;

$P$  – давление в гидросистеме, МПа» [21].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1939}{0,5}} = 72 \text{ мм.}$$

«С целью применения в конструкции стандартного гидравлического привода округляем значение диаметра поршня до ближайшего большего

стандартного, которое составляет 80 мм» [21].

Для расчета точности приспособления составим его размерную схему, приведенную на рисунке 4.

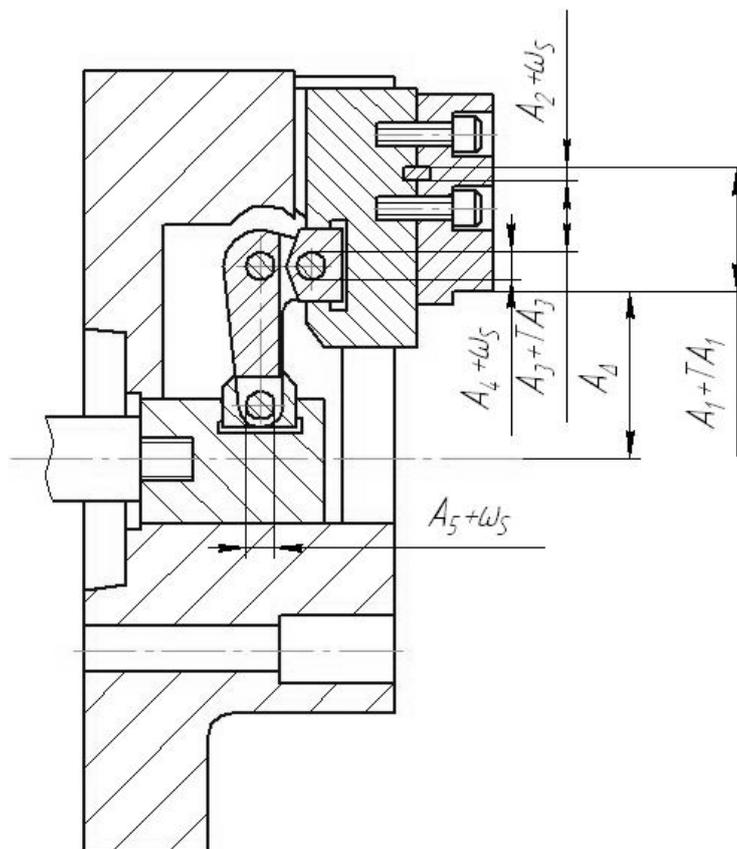


Рисунок 4 – Расчетная размерная схема патрона

«Исходя из схемы, погрешность установки в приспособлении составит:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (31)$$

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;

$\Delta_5$  – колебание зазора в сопряжении  $A_5$ , мм» [21].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

«Приспособление обеспечивает заданную точность обработки, если погрешность установки в нем меньше либо равна 0,3 от допуска на самый точный размер операции. В данном случае требуемая точность составляет 0,026 мм, то есть условие выполнено» [21].

Конструктивно приспособление представляет собой силовой привод и зажимной механизм. Основными элементами силового привода являются поршень и шток. Основными элементами зажимного механизма являются рычаги, оси, тяга и кулачки. Весь механизм находится в корпусе. «Подробно конструкция приспособления приведена на листе графической части работы и описана в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [9].

### 3.2 Проектирование резца

Дальнейшее совершенствование токарной операции и сокращение времени на ее выполнение возможно путем применения более интенсивных режимов резания, что приведет к снижению стойкости инструмента и качества обработки. Для этого необходимо спроектировать резец, который позволит увеличить режимы резания без снижения стойкости и качества обработки. «Проектирование резца произведем по методике» [1].

«Исходя из физико-технологических параметров материала обрабатываемой заготовки, а также необходимости обеспечения заданных параметров операции в качестве материала режущей пластины выбираем твердый сплав Т30К4» [1].

«Для того, чтобы определить параметры державки резца рассчитывается площадь сечения стружки по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (32)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об» [1].

$$F = 1,245 \cdot 0,15 = 0,20 \text{ мм}^2.$$

«Исходя из полученного значения, выбираем следующие параметры державки: длина державки 125 мм, поперечное сечение квадратной со стороной 20 мм» [1].

Устранение недостатков используемого реза возможно путем изменения системы крепления режущей пластины к державке. Предлагается применить схему крепления при которой пластина поджимается к державке при помощи рычага один конец которого контактирует с зажимным винтом. Винт имеет специальную канавку, которая входит в контакт с одним из концов рычага. При закручивании винт воздействует на рычаг, который другим своим концом, на котором установлена режущая пластина, поджимает ее к державке [1]. Дополнительным преимуществом данной схемы крепления является снижение времени на раскрепление и закрепление режущей пластины.

Ключевым силовым элементом в данной схеме крепления является винт, диаметр которого определяется по формуле:

$$\langle D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (33)$$

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

$\sigma_d$  – максимально допустимое напряжение, МПа» [1].

«Усилие от сил резания при обработке рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (34)$$

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

$$Q_1 = \frac{425}{0,7} = 608 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 608}{\pi \cdot 650}} = 1,09 \text{ мм.}$$

«Полученное значение диаметра винта является минимально допустимым» [1]. С точки зрения технологичности изготовления сверла целесообразно выполнить диаметр хвостовика равным 5 мм.

«Подробно конструкция резца приведена на листе графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [1].

В данном разделе работы устранены недостатки токарной операции, которые приводили к значительному увеличению времени ее выполнения. Для этого произведено проектирование трехкулачкового самоцентрирующего патрона с механизированным приводом, что позволило сократить вспомогательное время на снятие и установку детали. Также спроектирован токарный резец с усовершенствованной системой крепления режущей пластины, конструкция которого позволяет применить более интенсивные режимы резания за счет увеличения жесткости крепления. Еще одним преимуществом спроектированной схемы крепления режущей пластины является снижение времени на снятие и установку режущей пластины.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Описание конструктивно-технологических характеристик спроектированной технологии механической обработки штока привода приспособления для фрезерных работ, с целью упрощения ее дальнейшего использования, представим в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Описание конструктивно-технологических характеристик

Операции	Оборудование	Приспособления	Инструменты
фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный МР-71М	тиски самоцентрирующие	фрезы торцевые ГОСТ 1695-80, сверло центровочное ГОСТ 14952-80
токарные	токарно-винторезный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675–80	резец контурный специальный, резец канавочный, резец резьбовой
фрезерные	шпоночно-фрезерный 692М, горизонтально-фрезерный 6Р80Г	приспособление специальное	фреза концевая ГОСТ 8237-85, фреза дисковая ГОСТ 6648-78
шлифовальные	торцекруглошлифовальный 3Б153Т, круглошлифовальный 3М151, центрошлифовальный 3922, круглошлифовальный 3В151А	тиски самоцентрирующие, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ 2447-82, круг шлифовальный тип 1-300х50х127 23А46М6V ГОСТ Р 52781-2007, круг шлифовальный тип 1-300х50х127 24А80К8V ГОСТ Р 52781-2007, круг полировальный М25

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

Выполнение указанных выше работ осуществляется станочниками

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

## **4.2 Идентификация профессиональных рисков**

Профессиональные риски, возникающие в ходе выполнения рассматриваемого технологического процесса могут привести к различным негативным последствиям для исполнителей работ как в текущем, так и в последующих периодах. В связи с этим необходимо провести идентификацию данных рисков. Выполнение данной процедуры основано на ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и Приказа Минтруда № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда» [4].

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

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

могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека, производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума, производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации, монотонность труда, тяжесть трудового процесса, производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [4].

«В результате действия данных опасных и вредных производственных факторов возможно возникновение следующих опасностей и рисков: груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту, транспортное средство, в том числе погрузчик, подвижные части машин и механизмов, воздействие на кожные покровы смазочных масел, материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру, повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума, воздействие общей вибрации, физические перегрузки, электрический ток» [4].

### **4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков**

На следующем этапе разработаем методы и средства снижения профессиональных рисков на основе приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» [4].

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

блокировок, герметизирующих и других элементов; обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты; проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения; внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [4].

В качестве методов и средств снижения профессиональных рисков предлагается применить нижеследующие: «соблюдение эргономических характеристик рабочего места» [4]; «обеспечение безопасных условий труда» [4]; «соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима» [4]; «применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [4]; «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, специальных рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [4]; «допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда; проведение инструктажа на рабочем месте» [4]; «устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты» [4]; «организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ» [4]; «использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [4]; «применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств,

уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [4]; «применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [4]; «своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик» [4]; «установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [4]; «соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха» [4]; «организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [4]; «изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [4].

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

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

Пожарная безопасность в данном случае должна рассматриваться с точки зрения ее обеспечения в производственном корпусе где выполняется технологический процесс изготовления. Суть данного мероприятия заключается в определении технических противопожарных средств и разработке соответствующих противопожарных мероприятий. Для этого применяется методика, которая основана на классификации пожаров по виду горючих материалов. «В данном случае возможные пожары связаны с воспламенением и горением металлов, то есть относятся к классу D» [4].

Далее необходимо определить опасные факторы данного класса пожаров: «пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)» [4].

Ориентируясь на полученные данные, предлагается выполнение следующих мероприятий: «инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; инструктаж по пожарной безопасности» [4]. Также предлагается использовать технические средства пожаротушения: «огнетушители ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100; мотопомпа пожарная «Shibauga»; пожарный извещатель ИП-212-141; пожарный щит класса ЩП-А; оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк-220» [4].

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

Экологическая безопасность рассматриваемого технологического определяется соответствующими негативными факторами, возникающими в ходе его выполнения. В данном случае эти факторы определяются в основном обрабатываемыми материалами, используемыми технологическими жидкостями и физическими особенностями технологических операций. В результате анализа приходим к следующим выводам. К негативным факторам, оказывающим влияние на гидросферу и литосферу, относятся: «масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и стружки, металлический лом, мусор промышленный» [4]. К негативным факторам, оказывающим влияние на атмосферу, относят: пары смазочно-охлаждающей жидкости, абразивная пыль, возникающая в процессе шлифования. Заметим, что количество паров смазочно-охлаждающей жидкости незначительно и их содержание в большинстве случаев не превышает предельно допустимой концентрации.

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

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

## 5 Экономическая эффективность работы

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

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

Предложенные изменения технологического процесса и результаты представлены на рисунке 5.

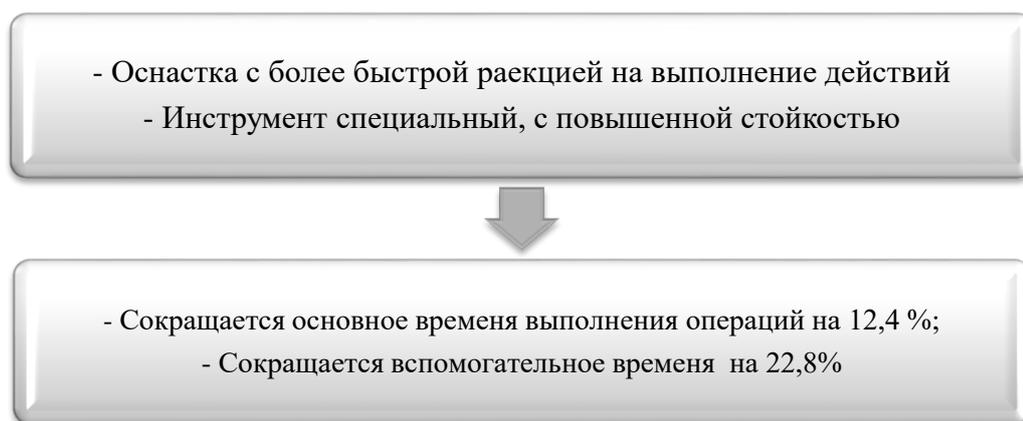


Рисунок 5 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 5, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а

также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 6.

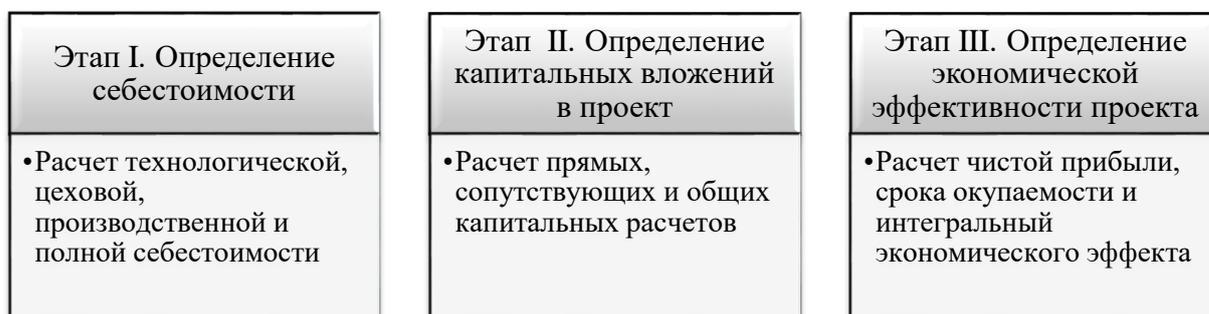


Рисунок 6 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 6 расчеты и методики для их проведения [11] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления продукции двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 7.

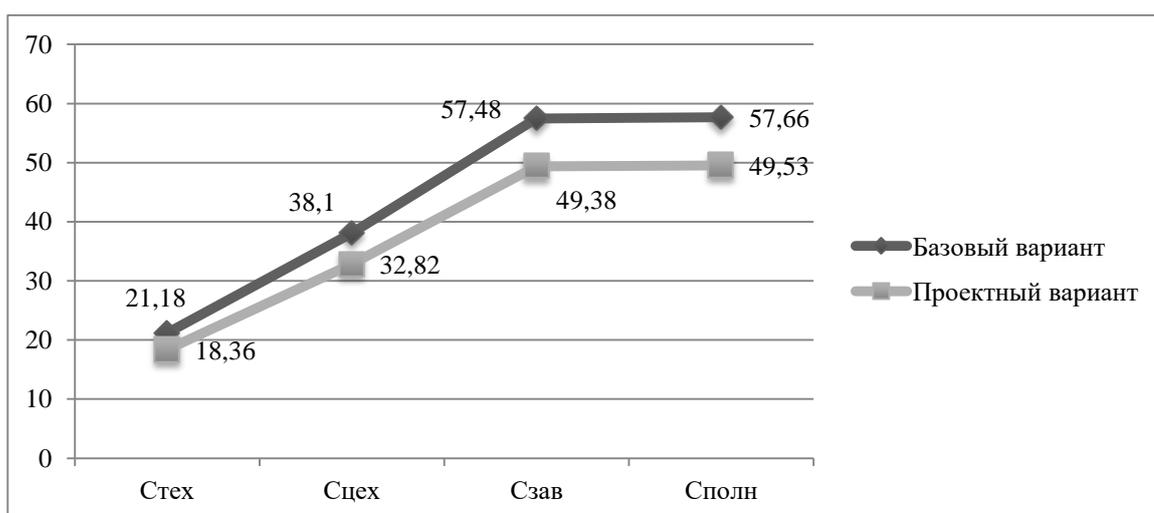


Рисунок 7 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 7 видно, что технологическая ( $C_{ТЕХ}$ ), цеховая ( $C_{ЦЕХ}$ ), производственная ( $C_{ЗАВ}$ ) и полная ( $C_{ПОЛН}$ ) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектном варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство после предложенных совершенствований на 14,1 %.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 8 видно, что прямые капитальные вложения отсутствуют, это связано с тем, что предложенные совершенствования не коснулись изменения применяемого оборудования. Соответственно, общие капитальные вложения складываются только из значений, которые входят в сопутствующие капитальные вложения.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности проекта представлены на рисунке 9.



Рисунок 9 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 9, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, так как это принесет предприятию экономический эффект в размере 19387,08 руб.

На данном этапе работы выявлены экономические показатели технологического процесса. Расчеты показали, что интегральный экономический эффект положительный, что позволяет сделать выводы об эффективности принятых технических решений.

## Заключение

Анализируя результаты выполнения данной выпускной квалификационной работы, приходим к следующим выводам.

На первом этапе выполнения работы были сформулированы ее задачи, решение которых необходимо для достижения заявленной цели. «Для этого проанализировано назначение, условия эксплуатации и технологичность детали, а также характеристики типа производства» [9].

«На следующем этапе выполнения работы сформирована технология изготовления детали. Для этого проведен выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, а также расчет режимов резания и нормирование» [9].

Далее проведено устранение недостатков технологии, вызванных техническими причинами. Для этого произведено проектирование трехкулачкового самоцентрирующего патрона и резца для токарной операции.

Следующий этап работы направлен на обеспечение производственной и пожарной безопасности на технологическом участке. В результате чего выявлены все источники опасностей и предложены мероприятия по их устранению.

На заключительном этапе работы выявлены экономические показатели технологического процесса, которые позволяют сделать выводы об эффективности принятых технических решений.

Из сказанного следует, что в результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технология изготовления штока привода приспособления для фрезерных работ, «которая в условиях среднесерийного типа производства способна обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества с минимальными затратами» [9]. Таким образом, цель работы достигнута.

## Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов: монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 05.09.2023).
2. Богомолова, С. А. Метрология и измерительная техника: технические требования к средствам измерений: учебник / С. А. Богомолова, И. В. Муравьева. – Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 172 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1248043> (дата обращения: 07.09.2023).
3. 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.
4. 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.
5. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – Введ. 2006 –12 –07. –М.: Стандартиформ, 2010. – 7 с.
6. Грубый С. В. Расчет режимов резания для операций механической обработки: учебное пособие / С. В. Грубый. – Москва; Вологда : Инфра – Инженерия, 2021. – 200 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833110> (дата обращения: 15.09.2023).
7. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 224 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 05.09.2023).
8. 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: 05.09.2023).

9. 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: 24.09.2023).

10. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М, 2019. – 269 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 29.09.2023).

11. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб. –метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти.: ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 12.10.2023).

12. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5 –е изд., стер. – Санкт –Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 11.09.2023).

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

14. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 06.09.2023).

15. 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.

16. Сибикин М. Ю. Технологическое оборудование. Металлорежущие станки: учебник / М.Ю. Сибикин. – 2–е изд., перераб. и доп. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2021. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1288990> (дата обращения: 29.09.2023).

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

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

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

22. Химический состав и физико-механические стали 40 [Электронный ресурс]. – URL: [https://metallichekiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/40?ysclid](https://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40?ysclid) (дата обращения: 29.08.2023).

23. Ямников А. С. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / А. С. Ямников, А. А. Маликов; под ред. А. С. Ямникова. – Москва; Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 252 с – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168516> (дата обращения: 24.09.2023).

## Приложение А

### Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Диаметр																
Вязкость																
Плотность																
Разработал	Осипов		ТГУ Кафедра ОТМП													
Проверил	Козлов															
Утвердил	Лагинов		Шток													
Н. контр.	Козлов															
M01	Сталь 40 ГОСТ 1050-84															
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ						
M02	12	166	118к2	1		Q8	32	φ33x197	1	143к2						
A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа						
B	Код, наименование операции					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
A03	XX	XX	XX	000	Заготовительная											
B04	381765 Фрезерно-отрезной 8A631															
O5																
A06	XX	XX	XX	005	4269 Центровально-подрезная											
B07	381631 Центровально-подрезной МР-71МЗ, 17845 312 1Р 1 1 1 1200 1															
O 08	Подрезать торцы: пов. 1, 8 в размер 190 <sup>+0,20</sup> , сверлить отверстия: пов. 20, 21 в размер φ4 <sup>+0,043</sup> .															
T 09	396131 Тиски машинные специальные; 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 ВК8; 3961267 Сверло															
T 10	центровачное ГОСТ14.952-80 Р6М5, 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80; 39314.1 Калибр.															
11																
A 12	XX	XX	XX	010	4110 Токарная											
B 13	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,18															
O 14	Точить последовательно поверхности и торцы пов. 2, 3, 17, 18 φ24,6 <sup>-0,21</sup> ; φ28,3 <sup>-0,25</sup> ; 125,9 <sup>+0,4</sup> ; 174,36 <sup>+0,4</sup>															
T 15	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;															
T 16	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.															
MK																

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 19	XX	XX	XX	015	4110 Токарная											
Б 20	381101 Токарный 16К20					3	18217	312	1Р	1	1	1	1200	1		0,27
О 21	Точить пов. 9 в размер $\phi 31,935_{0,25}$ .															
Т 22	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец проходной ГОСТ 10043-83 Т5К10;															
Т 23	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.															
24																
А 25	XX	XX	XX	020	4110 Токарная											
Б 26	381101 Токарный 16К20Ф3					3	18217	312	1Р	1	1	1	1200	1		0,83
О 27	Точить последовательно поверхности и торцы пов. 2, 3, 4, 6, 14, 17, 18 $M24 \times 1,5$ ; $\phi 27,68_{-0,084}$ ; $125_{+0,12}$ ;															
О 28	$173,46_{+0,12}$ .															
Т 29	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392101 Резец															
Т 30	канавочный ОСТ 2.И10.1-83 Т5К10; 392101 Резец резьбовой ОСТ 2.И10.1-83.															
Т 31	393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.															
32																
А 33	XX	XX	XX	025	4110 Токарная											
Б 34	381101 Токарный 16К20					3	18217	312	1Р	1	1	1	1200	1		0,49
О 35	Точить пов. 9 в размер $\phi 31,249_{0,1}$ .															
Т 36	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392101 Резец															
Т 37	канавочный ОСТ 2.И10.1-83 Т5К10; 392101 Резец резьбовой ОСТ 2.И10.1-83.															
Т 38	393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.															
39																
А 40	XX	XX	XX	030	4262 Фрезерная											
Б 41	381631 Шпоночно-фрезерный 692М					3	18632	312	1Р	1	1	1	1200	1		0,21
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
0 69	Фрезеровать поверхности 7, 10, 11 в размер 16 <sup>+0,043</sup> , 20 <sup>+0,021</sup>																	
Т 70	396131 Приспособление специальное; 391820 Фреза концевая ГОСТ 8237-85 Р6М5;																	
Т 71	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.																	
72																		
А 73	XX XX XX 035 4262 Фрезерная																	
Б 74	381631 Горизонтально-фрезерный 6Р80Г 3 18632 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,15																	
0 75	Фрезеровать поверхности 15, 16 в размер R10 <sup>+0,052</sup> , 16 <sup>+0,043</sup> , 18 <sup>+0,021</sup>																	
Т 76	396131 Приспособление специальное; 391802 Фреза дисковая ГОСТ 6648-78 Р6М5;																	
Т 77	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.																	
78																		
А 79	XX XX XX 040 4262 Фрезерная																	
Б 80	381631 Горизонтально-фрезерный 6Р80Г 3 18632 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,3																	
0 81	Фрезеровать поверхности 5, 19, 22, 23 в размер 11 <sup>+0,035</sup> , 17 <sup>+0,035</sup> , 14 <sup>+0,016</sup>																	
Т 82	396131 Приспособление специальное; 391802 Фреза дисковая ГОСТ 6648-78 Р6М5;																	
Т 83	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393400 Калибр.																	
84																		
А 85	XX XX XX 045 Термическая																	
86																		
А 87	XX XX XX 050 4142 Центрошлифовальная																	
Б 88	381317 Центрошлифовальный 3922 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,31																	
0 89	Шлифовать поверхности: пов. 20, 21 в размер $\phi$ 4 <sup>+0,011</sup>																	
Т 90	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ12195-66; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;																	
Т 91	393120 Калибры.																	
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 94	XX	XX	XX	055	4130 Торцекруглошлифовальная													
Б 95	381311	Торцекруглошлифовальный	ЗБ153Т	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,26	
О 96	Шлифовать поверхность: пов. 3, 18 в размер $\phi 27_{-0,081}^{+0,12}$																	
Т 97	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																	
98																		
А 99	XX	XX	XX	060	4131 Шлифовальная													
Б 100	381311	Круглошлифовальный	ЗМ151	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					1,25	
О 101	Шлифовать поверхность 9 в размер $\phi 30,436_{-0,052}$																	
Т 102	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная																	
103																		
А 104	XX	XX	XX	065	4131 Шлифовальная													
Б 105	381311	Круглошлифовальный	ЗМ151	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					1,56	
О 106	Шлифовать поверхность 9 в размер $\phi 30,069_{-0,021}$																	
Т 107	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная																	
108																		
А 109	XX	XX	XX	070	4131 Шлифовальная													
Б 110	381311	Круглошлифовальный	ЗМ151	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					1,01	
О 111	Шлифовать поверхность 9 в размер $\phi 30,015_{-0,002}^{+0,015}$																	
Т 112	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная																	
113																		
А 114	XX	XX	XX	075	4131 Шлифовальная													
Б 115	381311	Круглошлифовальный	ЗВ151А	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,88	
О 116	Шлифовать поверхность 9 в размер $\phi 30,015_{-0,002}^{+0,015}$																	
МК																		



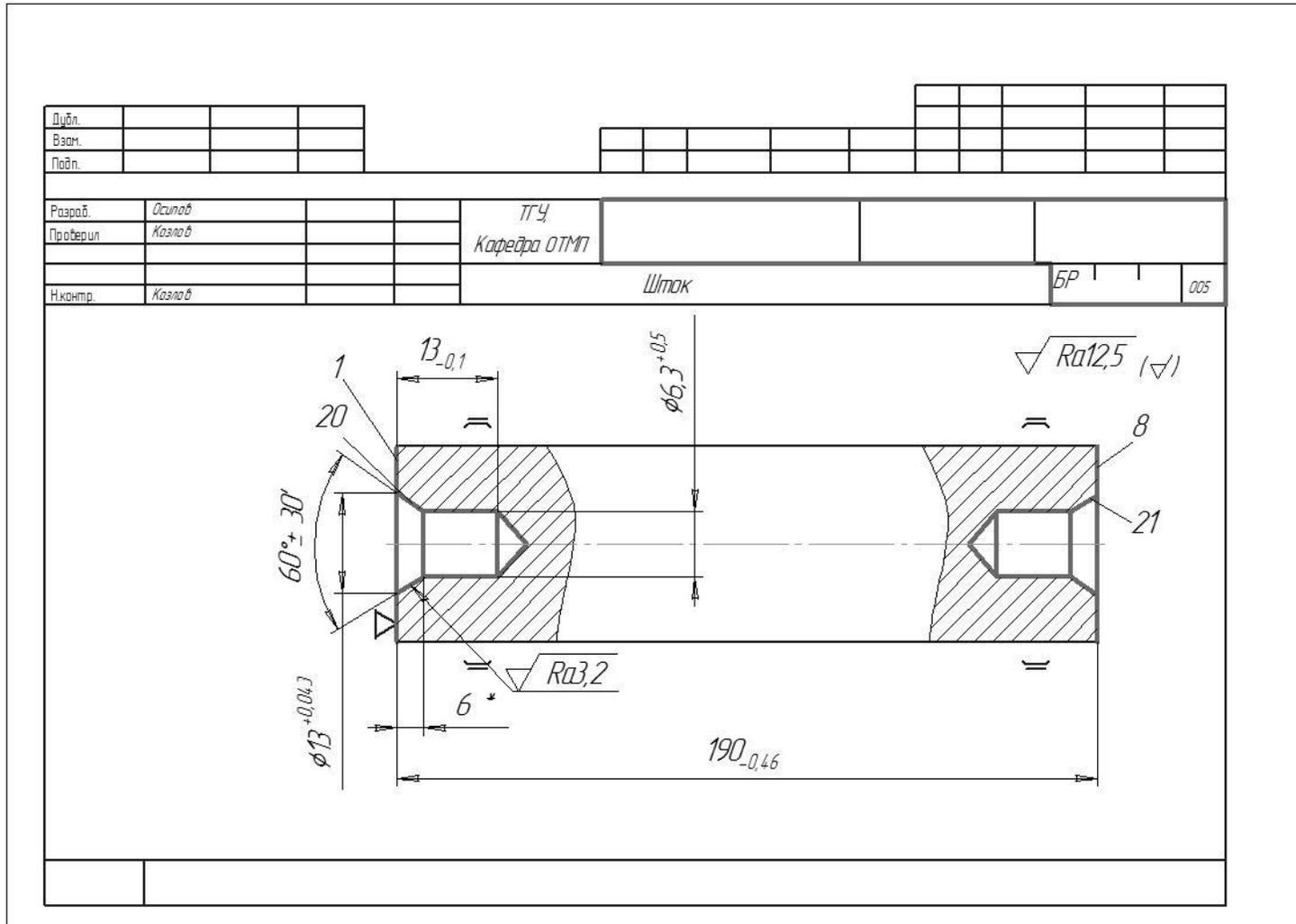
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Осипов												
Проверил	Козлов												
Н.контр.	Козлов												
Шток										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД		
Центрально-подрезная		Сталь 40 ГОСТ 1050-84		НВ 180	166	118кз	ø33x197			143кз	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	сок					
МФ-71М				0,88			11	Ужиднал-1					
		пи	о или в	L	t	i	s	п	v				
01	1. Установить заготовку												
T <sub>02</sub>	396131 Тиски машинные специальные; 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 ВК8; 3961267Сверло												
T <sub>03</sub>	центровочное ГОСТ14952-80 Р6М5.												
02	2. Точить последовательно поверхности и торцы: 1, 8, 20, 21 выдерживая размеры согласно эскиза												
P <sub>02</sub>	1				13		1,5	650	12,9				
P <sub>02</sub>	2				2		1,5	650	163,7				
T <sub>07</sub>	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
06													
08													
10													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



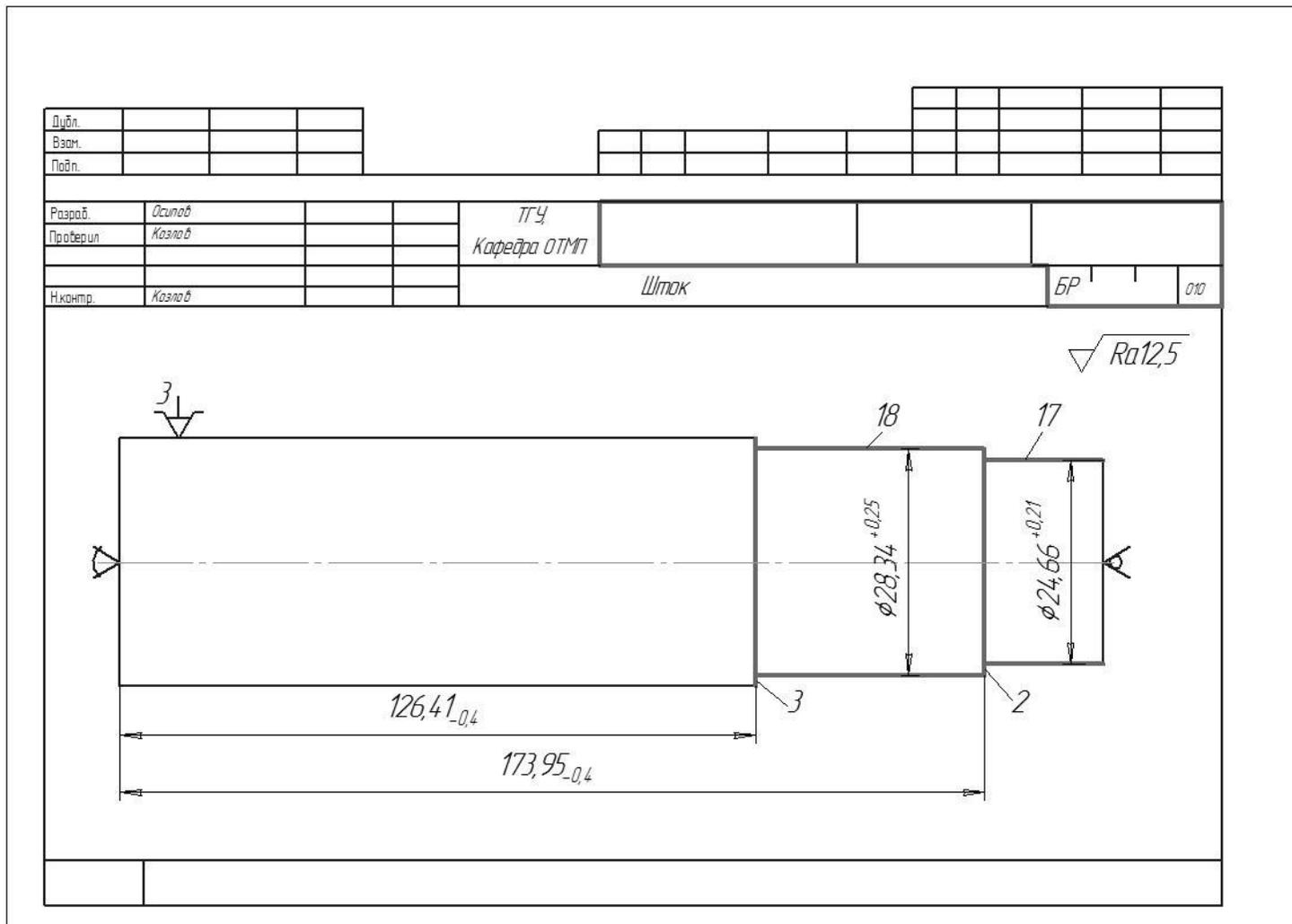
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1				
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Осипов													
Проверил	Козлов													
Н.контр.	Козлов									Шток	Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД			
Токарная		Сталь 40 ГОСТ 1050-84		HВ 180	166	1,18кз	ø33x197			14,3кз	1			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	сок						
16К20Ф3				0,12			0,18	Угринал-1						
		пи	о или в	L	t	i	s	п	v					
01	1. Установить заготовку													
T.02	396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10													
O.03	2. Точить последовательно поверхности и торцы: 2, 3, 17, 18 выдерживая размеры согласно эскиза.													
P.04	1				2,19		0,32	1900	161					
T.05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.													
06														
07														
08														
09														
10														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



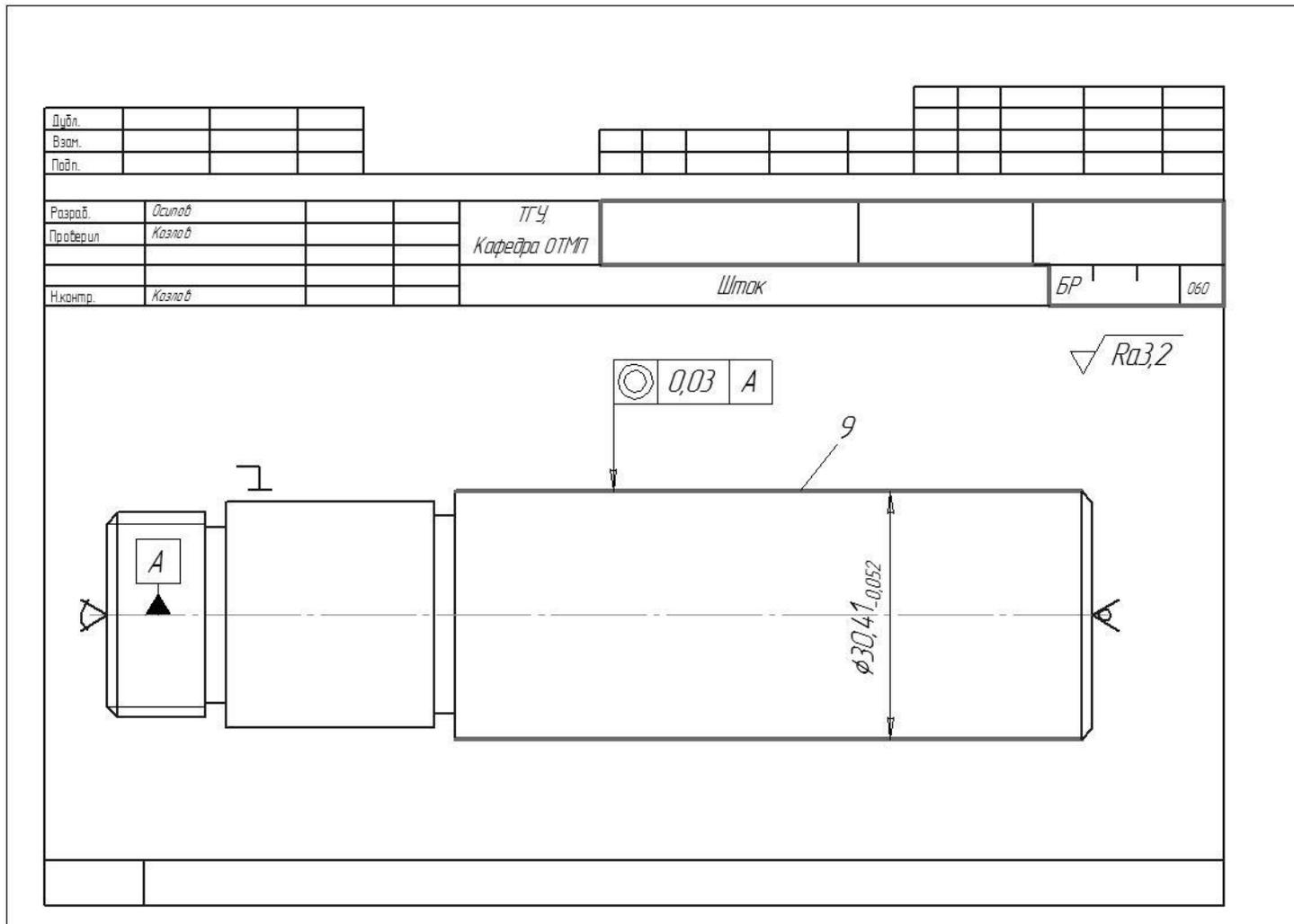
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1				
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Осипов													
Проверил	Козлов													
Н.контр.	Козлов									Шток	Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД			
Шлифовальная		Сталь 40 ГОСТ 1050-84		HRC 36	166	1,18кз	ø33x197			143кз	1			
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож						
ЗМ151				0,12			0,18	Угрюмол-1						
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v					
01	1. Установить заготовку													
Т.з.	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Круг шлифовальный специальный.													
02	2. Шлифовать пов. 9 выдерживая размеры согласно эскиза													
Р.з.	1 0,019 200 30													
Т.з.	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.													
06														
07														
08														
09														
10														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>					
A1		23.БР.ОТМП.035.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>					
А4	1	23.БР.ОТМП.035.65.00.001	Втулка	1	
А4	2	23.БР.ОТМП.035.65.00.002	Втулка	1	
А4	3	23.БР.ОТМП.035.65.00.003	Гидроцилиндр	1	
А4	4	23.БР.ОТМП.035.65.00.004	Корпус гидроцилиндра	1	
А4	5	23.БР.ОТМП.035.65.00.005	Корпус патрона	1	
А4	6	23.БР.ОТМП.035.65.00.006	Крышка цилиндра	1	
А4	7	23.БР.ОТМП.035.65.00.007	Ось	9	
А4	8	23.БР.ОТМП.035.65.00.008	Поршень	1	
А4	9	23.БР.ОТМП.035.65.00.009	Постоянный кулачок	3	
А4	10	23.БР.ОТМП.035.65.00.010	Пробка	3	
А4	11	23.БР.ОТМП.035.65.00.011	Рычаг	1	
А4	12	23.БР.ОТМП.035.65.00.012	Сменный кулачок	3	
А4	13	23.БР.ОТМП.035.65.00.013	Шток	1	
<u>Стандартные изделия</u>					
	14		Винт М8х25 ГОСТ 14475-80	8	
	15		Винт М8х30 ГОСТ 14475-80	6	
	16		Винт М14х120 ГОСТ 11738-84	3	
23.БР.ОТМП.035.65.00.000					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Осипов				
Проб.	Козлов				
Исполн.	Козлов				
Утв.	Логинов				
Патрон трехкулачковый самоцентрирующий			Лит. 1 Листов 2		
ТГУ, ИМ ТМдд-1801б			Формат А4		



**Продолжение Приложения Б**

Продолжение таблицы Б.1

	Перв. измен.	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Копировав	
										Строч. №
						<i>Документация</i>				
		A1			123.БР.ОТМП.035.70.00.000СБ	Сборочный чертеж				
						<i>Детали</i>				
		A4	1		23.БР.ОТМП.035.70.00.001	Винт специальный	1			
		A4	2		23.БР.ОТМП.035.70.00.002	Державка	1			
		A4	3		23.БР.ОТМП.035.70.00.003	Рычаг	1			
						<i>Стандартные изделия</i>				
				4		Опорная пластина ГОСТ 19086-80	1			
				5		Режущая пластина ГОСТ 19086-80	1			
<b>23.БР.ОТМП.035.70.00.000</b>										
Изм. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Резец токарный сборный</b>			Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Осипов								1
	Проб.	Козлов								
	Н.контр.	Козлов						ТГУ, ИМ ТМдд-1801б		
	Утв.	Логинов						Формат А4		