

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)

Проектирование технологических процессов  
(направленность (профиль) / специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления штока поршня бурового насоса

Обучающийся	<u>Р.О. Дорошкевич</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

## Аннотация

В выпускной квалификационной работе проектируется технологический процесс изготовления штока поршня бурового насоса.

Цель работы: разработать технологию изготовления штока поршня бурового насоса, которая позволит изготавливать годовую программу изготовления деталей заданного качества и обеспечит минимальные затраты на изготовление.

Во введении обоснована актуальность темы и сформулирована цель работы. В первом разделе работы проведен анализ исходных данных, определен тип производства и его характеристики. На основе этого сформулированы основные задачи работы. Во втором разделе выбран метод получения заготовки, проведено ее проектирование. Для этого проведено экономическое сравнение возможных методов получения заготовок, определены маршруты обработки поверхностей, определены припуски на обработку и характеристики заготовки. Проведено проектирование технологии изготовления и технологических операций. Для этого спроектирован маршрут изготовления детали и план ее изготовления, выбрано технологическое оборудование и средства технологического оснащения, определены режимы выполнения операций и их технологическое нормирование. В третьем разделе предложены технические мероприятия по совершенствованию технологического процесса. Для этого выполнено проектирование патрона и метчика, что позволило сократить время выполнения операций. В четвертом разделе проведен анализ безопасности выполнения спроектированного технологического процесса и предложены мероприятия по устранению выявленных недостатков. В пятом разделе произведена экономическая оценка предлагаемого технологического процесса и технических решений по его совершенствованию. Работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка включает 63 страниц. Графическая часть состоит из 7 листов формата А1.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных и постановка задач работы.....	5
1.1 Функции и условия эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ детали на технологичность.....	6
1.3 Определение типа производства и его характеристик.....	8
1.4 Постановка задач.....	10
2 Проектирование технологического процесса.....	11
2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование.....	11
2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали.....	18
2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса.....	19
2.4 Проектирование технологических операций.....	21
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	25
3.1 Проектирование патрона.....	25
3.2 Проектирование метчика.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	40
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	42
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	62

## Введение

Нефть и газ остаются одним из главных источников дохода государственного бюджета нашей страны. Добыча данных полезных ископаемых сложный с технической точки зрения процесс, требующий применения разнообразного оборудования. Эффективность данного оборудования зависит от его технических характеристик и его технического состояния.

В нефтегазодобывающей промышленности для проведения ремонтных работ скважин, таких как разбуривание пробок, бурение вторых стволов и других работ, где необходимо обеспечить циркуляцию технологических жидкостей широко применяются поршневые насосы. Это объясняется простотой их конструкции, обеспечивающей компактность, надежность и высокие эксплуатационные показатели.

Одна из самых ответственных деталей в конструкции такого насоса это шток, который испытывает значительные нагрузки и при этом является ответственной деталью выход из строя которой может привести не только к выходу насоса из строя, но и к серьезным техногенным последствиям. Избежать этого возможно путем тщательной проработки конструкции детали и строгого соблюдения всех требований к качеству изготовления поверхностей детали.

Не менее важным является обеспечение минимальной стоимости изготовления как насоса в целом, так и его частей. Решение данной задачи возможно только путем применения оптимальных технологических решений, назначенных с учетом особенностей типа производства и технологических возможностей конкретного производства.

Цель работы: разработать технологию изготовления штока поршня бурового насоса, которая позволит изготавливать годовую программу изготовления деталей заданного качества и обеспечит минимальные затраты на изготовление.

## **1 Анализ исходных данных и постановка задач работы**

### **1.1 Функции и условия эксплуатации детали**

Рассматриваемый в работе шток является деталью бурового насоса. Функции детали заключаются в передаче поступательного движения от кривошипно-шатунного механизма, соединенного с одним концом штока, к поршню, соединенного с другим концом штока.

Узел работает следующим образом. Вращательное движение от двигателя преобразуется в поступательное движение штока кривошипно-шатунным механизмом. В результате происходит рабочее движение поршня.

Эксплуатация штока может проходить в самых различных климатических условиях. Поэтому на деталь возможно влияние различных внешних факторов, таких как высокие и низкие температуры, повышенная влажность, частый контакт с водой, контакт с химически активными веществами, применяемыми для получения буровых растворов. Воздействие данных факторов может привести к возникновению коррозии, разрушению и нарушению структуры поверхностного слоя и, как следствие этого, преждевременному износу поверхностей и выходу детали из строя. Также в процессе эксплуатации на деталь воздействуют механические сжимающие и растягивающие нагрузки циклического знакопеременного характера, что обусловлено служебным назначением детали. Постоянное воздействие данных нагрузок существенно сокращает срок службы детали. В ряде случаев возможно резкое изменение направления и увеличение величины нагрузки, что характерно при пуске насоса. Такое изменение нагрузки резко снижает срок службы детали, а в ряде случаев может привести к выходу ее из строя.

Особенности конструкции штока и физические принципы его работы, связанные с трением на контактирующих поверхностях штока и направляющих, а также ограниченная смазка данных поверхностей,

обуславливают появление повышенного износа и возможного преждевременного их выхода из строя.

## **1.2 Анализ детали на технологичность**

Технологичность детали определяется следующими критериями: «технологичность материала, технологичность конструкции детали, технологичность механической обработки» [6].

«Технологичность материала определяется его химическим составом и физико-механическими свойствами» [24]. Шток изготовлен из силумина ГОСТ 2685-75. «Химический состав: от 10% до 13% кремний, 1% железо, остальное алюминий и другие примеси в незначительном количестве. Механические свойства: предел текучести 970 МПа, предел прочности 220 МПа, относительное удлинение 9%, линейная усадка 1,3%, твердость по шкале Бринелля 220 единиц» [24].

Данные характеристики материала предполагают его хорошую обрабатываемость резанием. Кроме того данный материал обладает хорошими пластическими и литейными свойствами, что определяет выбор метода получения заготовки в пользу методов получения пластическим деформированием и литьем, которые являются производительными и позволяют получить достаточно точные заготовки с хорошей внутренней структурой материала, без пор, раковин и других невидимых дефектов.

Технологичность конструкции детали определяется формой и размерами поверхностей, их взаимным расположением, а также количеством точных поверхностей.

Контур детали сформирован поверхностями вращения. Наиболее сложным по форме элементом является внутренняя ступенчатая поверхность. Все поверхности могут быть получены при помощи типовых методов обработки, таких как точение, фрезерование, сверление и так далее. Следует учесть, что в случае необходимости механической обработки внутреннего

контура данная операция может оказаться достаточно трудоемкой и увеличит конечную стоимость детали.

Размеры поверхностей детали и их взаимное расположение позволяет получать их при помощи стандартных средств технологического оснащения, что существенно снизит стоимость механической обработки.

Для того чтобы выявить точные поверхности и определить их количество необходимо классифицировать поверхности детали по назначению [1]. Эскиз детали с номерами поверхностей приведен на рисунке 1. Приведем классификацию поверхностей данной детали. «Исполнительная поверхность 1, 7, 9, 11; основные конструкторские базы 1, 2, 6; вспомогательные конструкторские базы 6, 7, 12, 13; свободные все оставшиеся поверхности» [1].

Из приведенной классификации следует, что количество точных ответственных поверхностей, которыми являются исполнительные поверхности, основные конструкторские базы и вспомогательные конструкторские базы, относительно невелико.

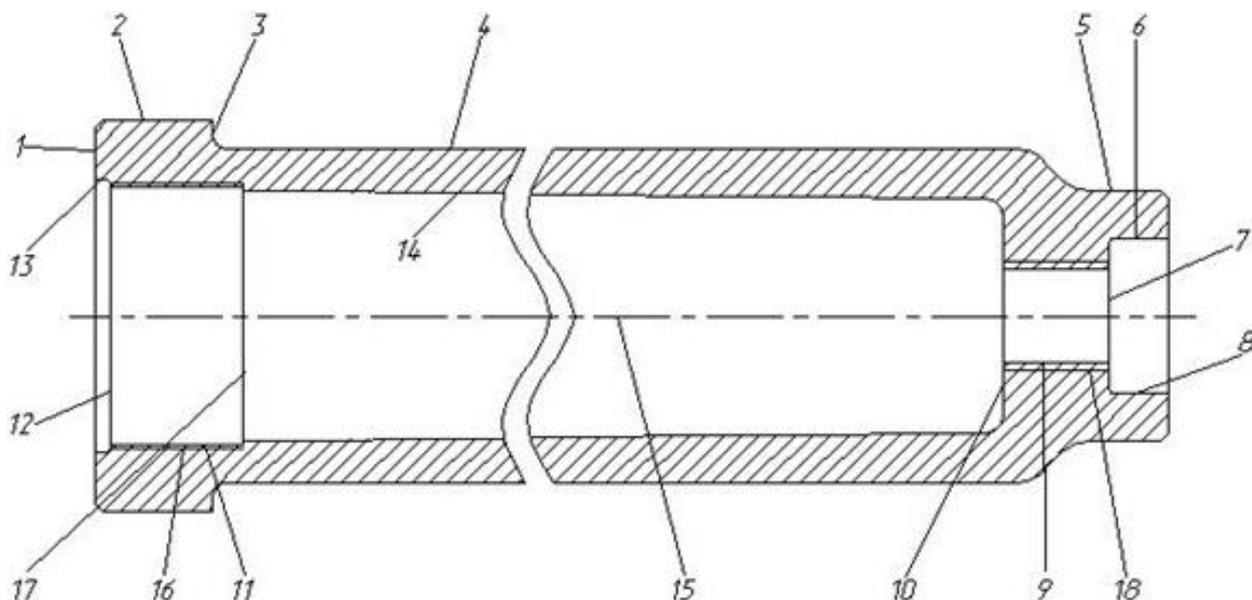


Рисунок 1 – Эскиз штока

Технологичность механической обработки определяется точностью,

шероховатостью и твердостью поверхностей детали, а также базированием и возможностью его реализации.

Достижение необходимой твердости поверхности детали может быть достигнуто стандартными методами термической обработки. Точность и шероховатость поверхностей могут быть получены без применения специального оборудования и средств технологического оснащения, что позволяет применять при проектировании стандартные и ранее применяемые технологические решения. Базирование заготовки на операциях механической обработки может быть осуществлено с соблюдением принципов единства и постоянства баз как путем применения естественных, так и созданием искусственных технологических баз на основе типовых схем базирования. Реализация данных схем базирования может быть осуществлено с применением стандартных станочных приспособлений.

Анализ на технологичность позволяет признать рассматриваемую деталь технологичной, так как по всем основным критериям технологичности она имеет удовлетворительные показатели.

### **1.3 Определение типа производства и его характеристик**

«Тип механообрабатывающего производства определяется годовой программой выпуска изделий и его массой» [10]. «При массе детали равной 2,06 кг и годовой программе ее выпуска равной 7000 штук в год тип производства соответствует среднесерийному» [10].

Характеристик среднесерийного типа производства определяем согласно данным [12]:

- «групповая форма организации техпроцесса» [12];
- выпуск деталей партиями;
- предпочтительна последовательная стратегия разработки техпроцесса, допускается циклическая и линейная;
- применимые методы получения заготовок штамповка, прокат или

- литье в зависимости от свойств материала заготовки и ее формы;
- назначение методов обработки поверхностей исходя из условия обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат;
  - припуски на обработку назначаются для точных поверхностей расчетно-аналитическим методом, для не ответственных поверхностей статистическим;
  - маршрут изготовления детали разрабатывается на основе типовых маршрутов;
  - технология изготовления разрабатывается в маршрутном и маршрутно-операционном виде;
  - операции проектируются исходя из принципа экстенсивной концентрации переходов;
  - «точность обработки достигается методом работы на настроенном оборудовании, на финишных операциях возможно применение систем активного контроля» [12];
  - режимы резания назначаются с применением расчетно-аналитических методов и нормативов;
  - нормирование выполняется расчетным методом и на основе статистических норм;
  - предпочтительно применение универсального оборудования, оснащенного CNC-системами;
  - предпочтительно применение универсальных, стандартных и стандартизированных станочных приспособлений, режущих инструментов и средств контроля;
  - основные производственные рабочие должны обладать высокой квалификацией со средним разрядом от четвертого;
  - производственные участки формируются по групповому принципу.

## 1.4 Постановка задач

Приведенные ранее данные, с учетом цели работы, позволяют сформулировать следующие задачи работы.

На первом этапе необходимо выбрать метод получения заготовки и провести ее проектирование. Для этого необходимо провести экономическое сравнение возможных методов получения заготовок, определить маршруты обработки поверхностей, определить припуски на обработку и характеристики заготовки. Затем необходимо провести проектирование технологии изготовления и технологических операций. Для этого необходимо спроектировать маршрут изготовления детали и план ее изготовления, выбрать технологическое оборудование и средства технологического оснащения, определить режимы выполнения операций и их технологическое нормирование. На следующем этапе необходимо предложить технические мероприятия по совершенствованию технологического процесса, что позволит сократить время выполнения соответствующих операций. Далее необходимо провести анализ безопасности выполнения спроектированного технологического процесса и предложить мероприятия по устранению выявленных недостатков. После этого необходимо произвести экономическую оценку предлагаемого технологического процесса и технических решений по его совершенствованию.

В первом разделе работы проведен анализ исходных данных, определен тип производства и его характеристики. На основе этого, с учетом цели работы, сформулированы ее основные задачи.

## 2 Проектирование технологического процесса

### 2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование

Согласно характеристикам типа производства, применимые методы получения заготовок штамповка, прокат или литье в зависимости от свойств материала заготовки и ее формы.

Анализ материала детали на технологичность показал, что данный материал обладает хорошими пластическими и литейными свойствами, что определяет выбор метода получения заготовки в пользу методов получения пластическим деформированием и литьем, которые являются производительными и позволяют получить достаточно точные заготовки с хорошей внутренней структурой материала, без пор, раковин и других невидимых дефектов. «Выбор одного из возможных вариантов произведем путем сравнения экономических затрат на получение деталей из данных заготовок по методике» [5].

«Общие затраты определяются по формуле:

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

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

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

$i$  – индекс варианта получения заготовки» [5].

«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» [5].

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

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

где  $M_d$  – масса детали, кг;

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

При выполнении расчетов принимаем индекс 1 для штамповки, индекс 2 для литья.

«Масса детали принимается по чертежу детали. Выполняем расчеты.

$$M_{з1} = 2,06 \cdot 1,05 = 2,16 \text{ кг.}$$

$$M_{з2} = 2,06 \cdot 1,03 = 2,12 \text{ кг} \text{» [5].}$$

«Стоимость получения заготовки по формуле (2) равна.

$$C_{з1} = \frac{20000 \cdot 2,16}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 42,51 \text{ р.}$$

$$C_{з2} = \frac{20000 \cdot 2,16}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 34,77 \text{ р} \text{» [5].}$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

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

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

$K_{имi}$  – коэффициент использования материала;

$K_o$  – коэффициент обрабатываемости материала» [5].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

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

Выполняем расчеты.

$$K_{им1} = \frac{2,06}{2,16} = 0,95.$$

$$K_{им2} = \frac{2,06}{2,12} = 0,97.$$

«Стоимость механической обработки по формуле (4) равна.

$$C_{обр1} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,95} - 1\right) \cdot 2,06}{1,0} = 4,3 \text{ р.}$$

$$C_{обр2} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,97} - 1\right) \cdot 2,06}{1,0} = 2,6 \text{ р.} \gg [5].$$

Общие затраты по формуле (1) составят.

$$C_1 = 42,51 + 4,30 = 46,81 \text{ р.}$$

$$C_2 = 34,77 + 2,6 = 37,37 \text{ р.}$$

Расчеты показали, что метод получения заготовки литьем в кокиль имеет лучшие экономические показатели. Следовательно, дальнейшее проектирование заготовки будем производить для данного метода.

Для формирования контура заготовки необходимо определить припуски на обработку поверхностей, предварительно составив маршруты их обработки.

Согласно характеристикам типа производства, назначение методов обработки поверхностей производится исходя из условия обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат с использованием данных [2]. При назначении маршрутов обработки поверхностей учитывается их форма, точность размеров и шероховатость поверхности. Определенные согласно данной методике маршруты обработки поверхностей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Форма поверхности	Точность размера	Шероховатость, мкм	Последовательность обработки
1	плоская	10	1,25	фрезерование, точение, точение чистовое, точение тонкое
2	цилиндрическая	6	12,5	точение, точение чистовое, точение тонкое
3	плоская	12	12,5	точение
4	цилиндрическая	12	12,5	точение
5	цилиндрическая	12	12,5	точение
6	плоская	12	12,5	фрезерование
7	плоская	10	1,6	сверление, зенкерование
8	цилиндрическая	6	1,25	сверление, зенкерование
9	цилиндрическая	10	6,3	сверление, зенкерование
10	плоская	14	12,5	отливка
11	цилиндрическая	10	6,3	сверление, зенкерование
12	плоская	10	2,5	сверление, зенкерование
13	цилиндрическая	6	1,25	сверление, зенкерование
14	цилиндрическая	14	12,5	сверление, зенкерование
16	винтовая	10	3,2	резьбонарезание
17	плоская	12	12,5	сверление, зенкерование
18	винтовая	10	3,2	резьбонарезание

По имеющимся маршрутам обработки поверхностей назначаются припуски на обработку. Для точной поверхности диаметром 50 мм с отклонениями ( ${}^0_{+0,016}$ ) используется расчетно-аналитический метод [20].

«Минимальный припуск определяется из выражения:

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

где  $a$  – глубина дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

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

$i$  – текущий переход;

$i - 1$  – предыдущий переход» [20].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,25^2 + 0^2} = 0,55 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,12 + \sqrt{0,25^2 + 0^2} = 0,37 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,072 + \sqrt{0,25^2 + 0^2} = 0,097 \text{ мм.}$$

«Максимальный припуск для каждого перехода рассчитывается по формуле:

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

где  $Td_i$  – поле допуска выполняемого размера, мм;

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

$$\begin{aligned} \ll z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,550 + 0,5 \cdot (0,620 + 0,250) = \\ &= 0,890 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,370 + 0,5 \cdot (0,250 + 0,100) = \\ &= 0,545 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_2 + Td_3) = 0,097 + 0,5 \cdot (0,100 + 0,039) = \\ &= 0,167 \text{ мм} \gg [20]. \end{aligned}$$

«Средний припуск для каждого перехода рассчитывается по формуле:

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

$$\ll z_{ср1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (0,890 + 0,550) = 0,720 \text{ мм.}$$

$$z_{ср2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,545 + 0,370) = 0,458 \text{ мм.}$$

$$z_{ср3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,167 + 0,097) = 0,132 \text{ мм} \gg [20].$$

«Минимальный диаметр рассчитывается по формуле:

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

«Максимальный диаметр рассчитывается по формуле:

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

«Средний диаметр рассчитывается по формуле:

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

«Выполняем расчеты.

$$d_{3 \text{ min}} = 50,000 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ max}} = 50,016 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{3 \text{ max}} + d_{3 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (50,016 + 50,000) = 50,008 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ min}} = d_{3 \text{ min}} + 2 \cdot z_{3 \text{ min}} = 50,016 + 2 \cdot 0,097 = 50,210 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ max}} = d_{2 \text{ min}} + Td_2 = 50,210 + 0,100 = 50,310 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{2 \text{ max}} + d_{2 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (50,310 + 50,210) = 50,260 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ min}} = d_{2 \text{ min}} + 2 \cdot z_{2 \text{ min}} = 50,310 + 2 \cdot 0,370 = 51,050 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ max}} = d_{1 \text{ min}} + Td_1 = 51,050 + 0,250 = 51,300 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{1 \text{ max}} + d_{1 \text{ min}}) = 0,5 \cdot (51,300 + 51,050) = 51,175 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ min}} = d_{1 \text{ min}} + 2 \cdot z_{1 \text{ min}} = 51,300 + 2 \cdot 0,550 = 52,400 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ max}} = d_{0 \text{ min}} + Td_0 = 52,400 + 0,620 = 53,020 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ ср}} = 0,5(d_{0 \text{ max}} + d_{0 \text{ min}}) = 0,5(53,020 + 52,400) = 52,710 \text{ мм} \gg [20].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{\text{min}} = d_{0 \text{ min}} - d_{3 \text{ max}}. \quad (12) \gg [20]$$

$$2z_{\text{min}} = 52,400 - 50,016 = 2,384 \text{ мм.}$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{\text{max}} = 2z_{\text{min}} + Td_0 + Td_3. \quad (13) \gg [20]$$

$$2z_{\text{max}} = 2,384 + 0,620 + 0,016 = 3,020 \text{ мм.}$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14) \gg [20]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,384 + 3,020) = 2,702 \text{ мм.}$$

Для не ответственных поверхностей припуски определяются статистическим методом [19], точность которого приемлема в условиях среднесерийного типа производства. Полученные величины суммарных припусков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Припуски на обработку на обработку поверхностей

Номер поверхности	Переход	Минимальный припуск на сторону, мм	Максимальный припуск на сторону, мм
1	фрезерование	0,45	0,81
	точение чистовое	0,15	0,61
	точение тонкое	0,06	0,10
2	точение	0,9	1,34
	точение чистовое	0,3	0,45
	точение тонкое	0,15	0,18
3	точение	0,4	0,71
4	точение	0,9	1,44
5	точение	0,9	1,34
6	фрезерование	0,45	0,81
7	сверление	0,4	0,69
	зенкерование	0,12	0,27
8	сверление	1,00	1,24
	зенкерование	0,25	0,34
9	сверление	0,8	1,04
	зенкерование	0,20	0,25
11	сверление	1,00	1,35
	зенкерование	0,25	0,32
12	сверление	0,4	0,55
	зенкерование	0,12	0,27
13	сверление	1,00	1,35
	зенкерование	0,25	0,32
17	сверление	0,4	0,55
	зенкерование	0,12	0,27

Параметры заготовки определяются по данным [8]: «степень точности поверхности 14, класс точности массы 10, класс размерной точности 9, ряд припусков 7, сдвиг не более 1,0 мм, эксцентricность отверстий не более 1,0

мм» [8]. Полученные значения параметров заготовки, а также допуски на выполнение размеров заготовки, определенные по данным [8] представлены на чертеже заготовки в графической части данной работы.

## **2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали**

Исходя из характеристик среднесерийного типа производства, маршрут изготовления детали разрабатывается на основе типовых маршрутов [1, 15]. Маршрут изготовления детали формируется на основе маршрутов обработки поверхностей. При формировании маршрута изготовления детали следует учитывать, что в одну операцию объединяются поверхности, имеющие одинаковые методы обработки.

Сформированный согласно данным рекомендациям маршрут изготовления детали приведен ниже.

На 005 операции подготавливаются чистовые технологические базы. Для этого обрабатываются торцы 1, 6, а также выполняются центровые фаски.

На операции 010 чернового точения обработаются поверхность 2.

На операции 015 чернового точения обработаются поверхности: 4, 5.

На операции 020 чистового точения обработаются поверхности: 1, 2.

На операции 025 чистового точения обработаются поверхности: 1, 2.

На сверлильных операциях 030 и 035 обрабатываются отверстия поверхности 7, 8, 9.

На резьбонарезной операции 040 нарезается резьба на поверхности 18.

На сверлильных операциях 045 и 050 обрабатываются отверстия поверхности 11, 12, 13, 17.

На резьбонарезной операции 055 нарезается резьба на поверхности 16.

На операции моечной 060 выполняется мойка детали от смазочно-охлаждающей жидкости и оставшейся на детали стружки.

На операции контрольной 065 выполняется контроль поверхностей

детали согласно карте контроля.

Затем для каждой операции разрабатываем схему базирования на основе рекомендаций [18]. Базирование заготовки на операциях механической обработки может быть осуществлено с соблюдением принципов единства и постоянства баз как путем применения естественных, так и созданием искусственных технологических баз на основе типовых схем базирования. Спроектированные теоретические схемы базирования приведены на плане обработки.

Операционные размеры и технические требования на выполнение операций назначаются по методике и данным [18]. На основании полученных данных формируется план изготовления детали. Результаты проектирования плана изготовления приведены на листе графической части работы. Технология изготовления разрабатывается в маршрутном и маршрутно-операционном виде, то есть в виде маршрутной карты и операционных карт с картами эскизов. Полученная технологическая документация приведена в приложении А данной пояснительной записки.

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

Решение задачи по выбору средств оснащения технологического процесса основано на анализе характеристик типа производства, размеров поверхностей детали и их взаимного расположения, точности и шероховатости поверхностей, реализации принятых схем базирования.

Исходя из характеристик среднесерийного типа производства следует применять универсальное оборудование, оснащенное CNC–системами, универсальные, стандартные и стандартизированные станочные приспособления, режущих инструментов и средств контроля. Применение специальных средств оснащения допустимо, если это позволяет устранить серьезные технические недостатки технологического процесса и повышает его экономическую эффективность.

Размеры поверхностей детали и их взаимное расположение позволяют получать их при помощи стандартных средств технологического оснащения, что существенно снизит стоимость механической обработки. Точность и шероховатость поверхностей могут быть получены без применения специального оборудования и средств технологического оснащения, что позволяет применять при проектировании стандартные и ранее применяемые технологические решения.

Реализация принятых схем базирования может быть осуществлена с применением стандартных станочных приспособлений.

Более подробно методика выбора оборудования и средств технологического оснащения приведены в литературе [6]. Модели оборудования, тип и параметры станочных приспособлений, наименование и типоразмеры режущего инструмента и контрольных инструментов и приспособлений, выбранные по справочным данным и каталогам [4, 11, 14, 20, 21, 22], приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства оснащения технологического процесса

Операция	Станки	Режущие инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
005 Фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный XZK8230	фрезы торцевые ГОСТ 1092-69 Ø100, зенковка Ø35	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80 калибр контроля центрального отверстия	тиски самоцентрирующие
010 Токарная	токарно-винторезный TNC-10	резец контурный ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80	патрон кулачковый специальный
015 Токарная	токарно-винторезный TNC-10	резец контурный ГОСТ 18879-73	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78	патрон кулачковый специальный
020 Токарная	токарно-винторезный TNC-10	резец контурный ГОСТ 18879-73	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78	патрон поводковый ГОСТ 8742-75
025 Токарная	токарно-винторезный TNC-10	резец контурный ГОСТ 18879-73	микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78	патрон поводковый ГОСТ 8742-75

Продолжение таблицы 3

Операция	Станки	Режущие инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
030 Сверлильная	вертикально-сверлильный В-1850FN/400	сверло-цековка специальное	калибр	скальчатый кондуктор ГОСТ 8522-70
035 Сверлильная	вертикально-сверлильный В-1850FN/400	зенкер комбинированный специальный	калибр	скальчатый кондуктор ГОСТ 8522-70
040 Сверлильная	вертикально-сверлильный В-1850FN/400	метчик М14х1,5	шагомер, калибр резьбовой	скальчатый кондуктор ГОСТ 8522-70
045 Сверлильная	вертикально-сверлильный В-1850FN/400	сверло-цековка специальное	калибр	скальчатый кондуктор ГОСТ 8522-70
050 Сверлильная	вертикально-сверлильный В-1850FN/400	зенкер комбинированный специальный	калибр	скальчатый кондуктор ГОСТ 8522-70
055 Сверлильная	вертикально-сверлильный В-1850FN/400	метчик М33х1,5 ГОСТ9150-81	шагомер, калибр резьбовой	скальчатый кондуктор ГОСТ 8522-70

Приведенные в таблице 3 сведения по выбранным средствам технологического оснащения заносим в технологическую документацию, приведенную в приложении А, в план изготовления и технологические наладки, приведенные в графической части работы, кроме того эти данные используются дальнейшем для проектирования технологических операций.

#### 2.4 Проектирование технологических операций

Технологические операции проектируются на основе разработанного ранее плана изготовления исходя из условия обеспечения принципа экстенсивной концентрации переходов. При проектировании технологических операций следует учитывать, что в условиях среднесерийного производства точность обработки достигается методом работы на настроенном оборудовании, на финишных операциях возможно применение систем активного контроля. Важным вопросом при

проектировании операций является определение режимов резания и выполнение нормирования.

Режимы резания в условиях среднесерийного типа производства назначаются с применением расчетно-аналитических методов и нормативов [21]. Данные методики позволяют получить необходимую точность расчетов. Нормирование выполняется расчетным методом на основе статистических норм [9, 16].

«Скорость резания для операций лезвийной обработки определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (15)$$

где  $C_V$  – постоянная определяемая видом обработки;

$K_V$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

$T$  – период стойкости инструмента, мин;

$t$  – глубина резания, мм.;

$S$  – подача, мм/об;

$m, x, y$  – показатели степеней, учитывающие условия резания» [21].

«Частота вращения шпинделя инструмента или заготовки определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (16)$$

где  $d$  – диаметр обработки, мм» [21].

«Исходя из технических характеристик оборудования, определяется фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (17) \gg [21]$$

Далее выполняем нормирование операций технологического процесса.

«Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (18)$$

где  $L_{p.x.}$  – длина рабочего хода, мм;

$S$  – подача, мм/об» [9].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{p.x.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (19)$$

где  $l_1$  – длина врезания, мм;

$l_{рез}$  – длина резания, мм;

$l_2$  – длина перебега, мм» [9].

Результаты расчетов режимов резания на операции технологического процесса и их нормирование приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Операция	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин
005	1	0,12	198	630	55	0,06
	2	0,15	21	1000	6	0,04
010	1	0,6	314	2000	205	0,5
015	1	0,6	314	2000	18	0,1
020	1	0,2	126	2000	18	0,15
025	1	0,06	216	2000	18	0,6
030	1	0,5	57	1800	30	0,3
035	1	0,3	63	2000	30	0,18
040	1	1,5	11	350	15	0,15
045	1	0,75	39	350	23	0,13
050	1	0,8	40	350	23	0,13
055	1	1,5	20	200	23	0,16

Приведенные в таблице 4 режимы резания на технологические операции и нормы на их выполнение заносим в технологическую документацию, приведенную в приложении А, в план изготовления и технологические наладки, приведенные в графической части работы.

Во втором разделе работы выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование. Для этого проведено экономическое сравнение возможных методов получения заготовок, определены маршруты обработки поверхностей, определены припуски на обработку и характеристики заготовки. Проведено проектирование технологии изготовления и технологических операций. Для этого спроектирован маршрут изготовления детали и план ее изготовления, выбрано технологическое оборудование и средства технологического оснащения, определены режимы выполнения операций и проведено их технологическое нормирование.

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Проектирование патрона

В ходе анализа средств технологического оснащения, была выявлена необходимость проектирования механизированных приспособлений на токарных операциях. Это объясняется отсутствием на данных операциях механизированных приспособлений, что приводит к увеличению времени на снятие и установку заготовок. Устраним данный недостаток путем проектирования механизированного приспособления с использованием методики и данных [3, 22, 23]. При этом необходимо предусмотреть возможность использования данного патрона для изготовления других деталей, входящих в номенклатуру производства.

Эскиз выполнения токарной операции приведен на рисунке 2.

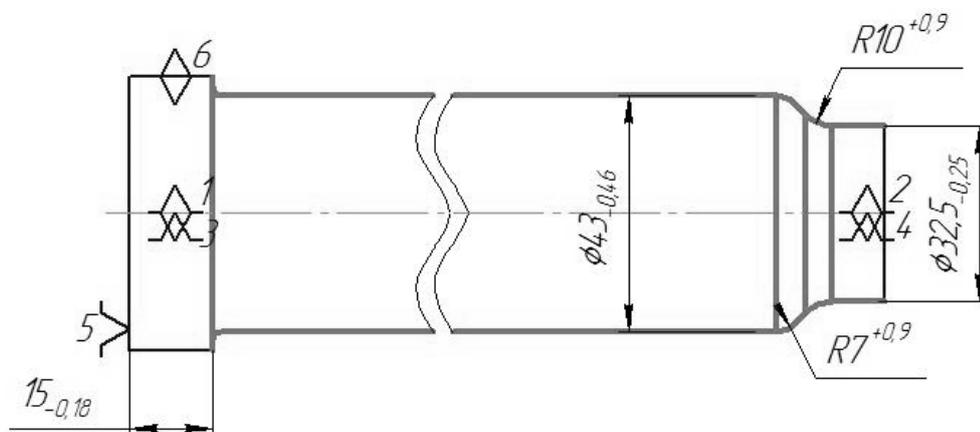


Рисунок 2 – Эскиз токарной операции

Силовой расчет приспособления основан на обеспечении равновесия системы сил закрепления и резания. Для этого составим схему закрепления, приведенную на рисунке 3.

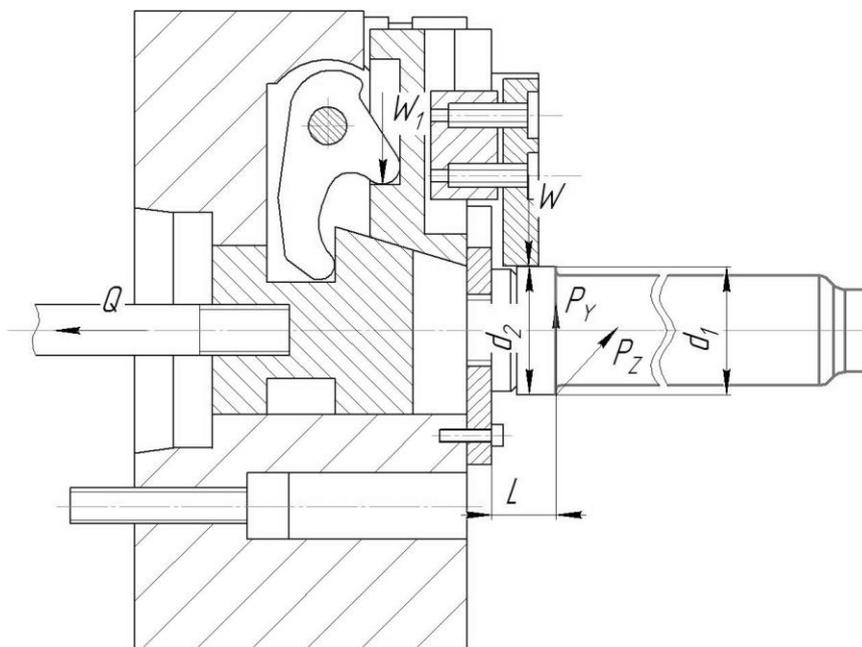


Рисунок 3 – Расчетная схема закрепления заготовки

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

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

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

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

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

где  $W$  – сила зажима, Н;

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

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

«Сила зажима, которую необходимо создать определяется из условия

необходимости обеспечения равенства данных моментов и составит:

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

где  $K$  – коэффициент запаса» [3].

Составляющая силы резания  $P_z$  определяется по формуле:

$$\langle P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (23)$$

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» [3].

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

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (24)$$

где:  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент состояния обрабатываемой поверхности;

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

$K_3$  – коэффициент прерывистости процесса резания;

$K_4$  – коэффициент стабильности усилия зажима;

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

Выполняем расчеты.

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,2^{0,9} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 314^{-0,15} \cdot 0,9 = 1080 \text{ Н.}$$

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

$$W = \frac{1080 \cdot 53}{0,3 \cdot 53} \cdot 1,8 = 6480 \text{ Н.}$$

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

$$M_{P_{P_Y}} = P_Y \cdot l, \quad (25)$$

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

«Уравновешивающий его момент силы зажима равен:

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

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

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (27) \gg [3]$$

«Составляющая силы резания  $P_Y$  определяется по формуле:

$$P_Y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (28)$$

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» [3].

Выполняем расчеты.

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 1,2^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 314^{-0,3} \cdot 0,9 = 484 \text{ Н.}$$

$$W = \frac{3 \cdot 484 \cdot 18}{2 \cdot 0,3 \cdot 53} \cdot 2,52 = 1381 \text{ Н.}$$

Из двух полученных сил зажима дальнейшие расчеты проводим для наибольшего значения.

«Усилие зажима на постоянных кулачках вследствие конструктивных особенностей зажимного механизма отличается от расчетного и определяется по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (29)$$

где  $l$  – вылет кулачка, мм;

$H$  – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

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

$$W_1 = \frac{6480}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 8443 \text{ Н.}$$

«Усилие на приводе рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (30)$$

где  $i_c$  – передаточное отношение зажимного механизма» [3].

При использовании в конструкции приспособления рычажного зажимного механизма из опыта проектирования [3] оптимальным является использование передаточного отношения равного 2,5.

Выполняем расчет усилия зажима на приводе.

$$Q = \frac{8443}{2,5} = 3378 \text{ Н.}$$

«С целью обеспечения механизации процесса закрепления в конструкции приспособления применим гидравлический привод, диаметр поршня которого определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (31)$$

где  $d$  – диаметр штока, мм;

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

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 3378}{1,0} + 30^2} = 73 \text{ мм.}$$

«С целью применения в конструкции стандартного гидравлического привода округляем значение диаметра поршня до ближайшего большего стандартного, которое составляет 80 мм» [3].

Спроектированный патрон должен отвечать требованиям по точности установки в нем заготовки. Для ее определения составим расчетную размерную схему (рисунок 4) и по ней выведем формулу для определения погрешности установки в патроне.

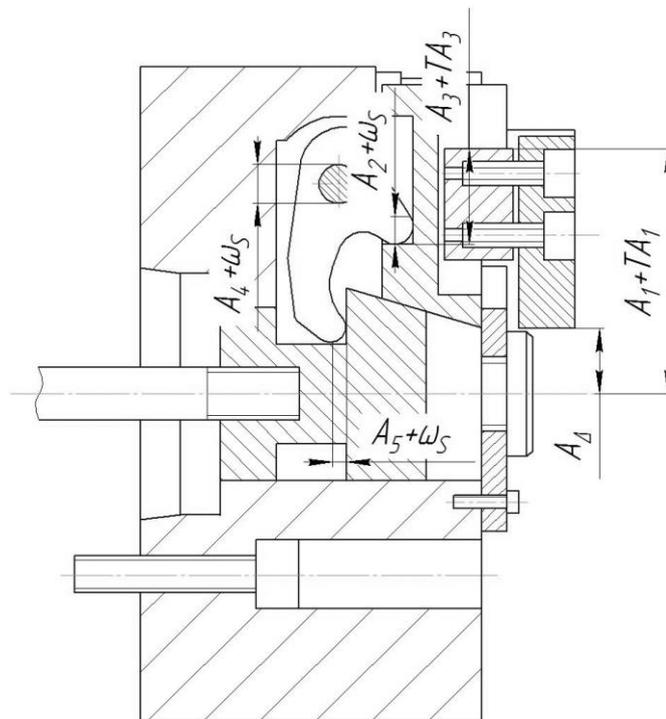


Рисунок 4 – Размерная схема рычажного патрона

«Исходя из схемы, погрешность установки в приспособлении составит:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (32)$$

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» [3].

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

«Данное значение необходимо сравнить с допустимой погрешностью для данной операции, которая составляет 30% от минимального поля допуска на размер, выполняемый на операции. В данном случае это значение составляет 0,09 мм. Следовательно, точность приспособления соответствует необходимой точности» [3].

Конструкция приспособления подробно представлена на листе графической части работы и в спецификациях (Приложение Б).

Спроектированное приспособление позволяет решить проблему механизации процесса закрепления и раскрепления заготовок на токарных операциях и, как следствие, сократить вспомогательное время их выполнения.

### 3.2 Проектирование метчика

Одна из проблем спроектированного технологического процесса заключается в замятии резьбы на резьбонарезной операции, которую в базовом технологическом процессе предполагается производить при помощи стандартного метчика. Причина этого заключается в особенностях обрабатываемого материала. Спроектируем метчик, учитывающий данные физико-механические особенности обрабатываемого материала и

обеспечивающий при этом шероховатость поверхности 2,5 мкм и точность 10Н. Расчеты проводим по рекомендациям [17].

Исходя из диаметра нарезаемой резьбы, метчик выполняется с тремя зубьями и прямыми стружкоотводными канавками диаметром 14 мм, с радиусами скруглений 7,35 мм и 2,8 мм, что соответствует профилю номер 6.

«Диаметр сердцевины метчика рассчитывается по формуле:

$$d_c = 0,4 \cdot d, \quad (33)$$

где  $d$  – диаметр резьбы, мм» [17].

$$d_c = 0,4 \cdot 14 = 5,6 \text{ мм.}$$

«Главный угол в плане при нарезании резьбы в сквозном отверстии рассчитывается по формуле:

$$tg\varphi = \frac{a \cdot z}{P}, \quad (34)$$

где  $a$  – толщина срезаемого слоя, ммю;

$z$  – число зубьев;

$P$  – шаг резьбы, мм» [17].

$$tg\varphi = \frac{0,11 \cdot 3}{1,5} = 0,22 \text{ мм.}$$

Отсюда определяем, что главный угол в плане должен быть равен 12 градусов 4 минуты.

«Длина заборной части метчика определяется по формуле:

$$l_2 = (4 \dots 6) \cdot P. \quad (35)» [17]$$

$$l_2 = (4 \dots 6) \cdot 1,5 = 6 \dots 9 \text{ мм.}$$

Принимаем значение длины заборной части метчика равной 8 мм.

«Длина калибрующей части определяется по формуле:

$$l_1 = l_3 - l_2, \quad (36)$$

где  $l_3$  – длина рабочей части, мм» [17].

$$l_1 = 30 - 8 = 22 \text{ мм.}$$

С целью обеспечения снижения трения на калибрующей части в процессе работы инструмента, ее выполняют с обратной конусностью. В данном случае она должна составлять 0,3 мм на 100 мм длины.

Принимаем следующие параметры хвостовика: диаметр 10,20 мм, радиус галтели 4,5 мм, длина лапки 7 мм.

Конструкцию метчика следует сделать сборной, то есть режущую часть выполнить из быстрорежущей стали, а хвостовик из конструкционной легированной, что снизит стоимость метчика. Соединение режущей части метчика с хвостовиком выполним сваркой трением. «Расстояние от переднего торца до места сварки определяется по формуле:

$$l_4 = l_3 + 11. \quad (37)» [17]$$

$$l_4 = 30 + 11 = 41 \text{ мм.}$$

«Общая длина метчика определяется по формуле:

$$L = l_2 + l_7 + l_{\text{изд}} + l_0 + l_6, \quad (38)$$

где  $l_2$  – длина заборной части, мм.;

$l_7$  – величина выхода калибрующей части метчика из изделия, мм.;

$l_{\text{изд}}$  – длина нарезаемой резьбы, мм.;

$l_0$  – расстояние от вспомогательного инструмента до изделия, мм.;

$l_6$  – длина вхождения метчика во вспомогательный инструмент, мм» [17].

$$L = 8 + 3 + 30 + 14 + 18 = 73 \text{ мм.}$$

Определяем геометрию режущей части метчика исходя из физико-

механических свойств материала детали: передний угол 30 градусов, задний угол пять градусов.

«Величина затылка режущего зуба определяется по формуле:

$$K = b \cdot tg\alpha, \quad (39)$$

где  $b$  – ширина зуба, мм.;

$\alpha$  – задний угол, град» [17].

$$K = 3 \cdot tg5^\circ = 0,26 \text{ мм.}$$

Конструкция спроектированного метчика и его основные параметры, включая точность исполнения размеров и допуски на них, приведены на рабочем чертеже метчика в графической части работы.

В третьем разделе работы предложены технические мероприятия по совершенствованию технологического процесса. Для этого выполнено проектирование самоцентрирующих тисков и метчика. Проектирование самоцентрирующих тисков позволило решить проблему реализации принятой на данной операции схемы базирования и обеспечить механизацию процесса закрепления. В результате было снижено вспомогательное время на данной операции и обеспечена стабильность сил закрепления. Проектирование метчика позволило решить проблему замятия резьбы во время обработки.

## **4 Безопасность и экологичность технического объекта**

### **4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта**

В работе рассмотрен технологический процесс изготовления штока поршня бурового насоса. В процессе изготовления детали выполняются следующие операции: фрезерно-центровальная, токарные, сверлильные.

В технологическом процессе используются следующие станки: фрезерно-центровальный XZK8230, токарно-винторезный TNC-10, вертикально-сверлильный В-1850FN/400.

В технологическом процессе используются следующие средства технологического оснащения: тиски самоцентрирующие, патрон трехкулачковый, патрон поводковый ГОСТ 8742-75, скальчатый кондуктор ГОСТ 8522-70.

В технологическом процессе используются следующие инструменты: фрезы торцевые ГОСТ 1092-69, зенковка, резец контурный ГОСТ 18879-73, сверло-цековка специальное, зенкер комбинированный специальный, метчик M14x1,5, метчик M33x1,5 ГОСТ9150-81.

Исполнителями технологического процесса являются операторы станков с числовым программным управлением, станочники широкого профиля.

### **4.2 Идентификация профессиональных рисков**

Рассмотрим возможные профессиональные риски для основных исполнителей технологического процесса, то есть операторов станков с числовым программным управлением, станочников широкого профиля, шлифовщиков. При проведении идентификации учтем положения 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» [6].

Полученные данные приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
станки: фрезерно-центровальный ХЗК8230, токарно-винторезный ТНС–10, вертикально-сверлильный В–1850FN/400	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [6]	«падение с высоты, падение предметов» [6]
	«движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [6]	«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от неполадок или повреждения систем управления» [6]
	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [6]	«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [6]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [6]	«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [6]
	«производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной» [6]	«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [6]

Продолжение таблицы 5

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
	«среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [6]	
	«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации» [6]	«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [6]
	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [6]	«физические перегрузки» [6]
	«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [6]	«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [6]

Представленные в таблице 5 риски являются наиболее вероятными для основных исполнителей рассматриваемого технологического процесса.

#### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью обеспечения выявленных профессиональных рисков разработаем методы и средства их снижения. При разработке данных мероприятий учтем положения 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» [6].

Полученные данные приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«падение с высоты, падение предметов» [6]	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [6]	использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда
«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания от неполадок или повреждения систем управления» [6]	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [6], «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [6]	«соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [6], «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [6]
«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [6]	«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,» [6]	«устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и» [6]

Продолжение таблицы 6

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
	«специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	«приемам выполнения работ; использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [6]
«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [6]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [6]
«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [6]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [6]
«использование ручных механизмов, приводящих к различному неврологическим или» [6]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда,» [6]	«своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой» [6]

Продолжение таблицы 6

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
сосудистым расстройствам	«а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	«крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик; установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [6]
физические перегрузки	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [6]	«проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [6]

Соблюдение описанных выше мероприятий позволит обеспечить снижение влияния профессиональных рисков на основных исполнителей рассматриваемого технологического процесса.

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

С целью обеспечения эффективной системы обеспечения пожарной безопасности при выполнении рассматриваемого технологического процесса проведем классификацию потенциального пожара.

По виду используемого горючего материала класс D пожары, связанные с воспламенением и горением металлов.

Опасные факторы потенциального пожара: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах).

Категория пожароопасности помещения ВЗ помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б

Определим технические средства обеспечения пожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения огнетушители: ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100. Мобильные средства пожаротушения мотопомпа пожарная. Средства пожарной автоматики пожарный извещатель ИП-212-141. Пожарное оборудование пожарный щит класса ЩП-А. Пожарные сигнализация, связь и оповещение оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк-220, программно-аппаратный комплекс «Стрелец-мониторинг». Индивидуальные средства защиты для операторов станков с числовым программным управлением, станочников широкого профиля, шлифовщиков не предусмотрено действующими нормативными документами.

В целях предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, осуществляются следующие мероприятия: разрабатываются инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации, проводится инструктаж по пожарной безопасности. Каждый работник, зафиксировавший негативную ситуацию, которая может привести к возникновению пожаров, обязан уведомить об этом своего

непосредственного руководителя работ.

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

К негативным экологическим факторам, возникающим при выполнении рассматриваемого технологического процесса относятся нижеследующие.

Загрязнение гидросферы остатками масла, смазочно-охлаждающих жидкостей, смазочных материалов, частиц абразива и мелкой стружки. Загрязнение литосферы металлическим ломом, стружкой, промышленным мусором, отработанными маслами и смазочно-охлаждающими жидкостями. Загрязнение атмосферы в виде образования незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли. Количество данных выбросов мало, следовательно, ими можно пренебречь.

Мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, а также основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации промышленных отходов прописаны в ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [6].

С целью снижения и устранения загрязнения гидросферы применяются технические средства по очистке сточных вод, которые должны соответствовать ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» [6].

Выполнение раздела позволило идентифицировать профессиональные риски, действующие на работников, разработать организационно-технические мероприятия по снижению выявленных рисков, провести анализ пожарной и экологической безопасности выполнения технологического процесса.

## 5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел, являющийся завершающим разделом бакалаврской работы. Поэтому его основной целью является экономическое обоснование целесообразности предлагаемых изменений в технологический процесс изготовления детали.

Для подтверждения экономической целесообразности предложенных совершенствований, необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений (рисунок 5).

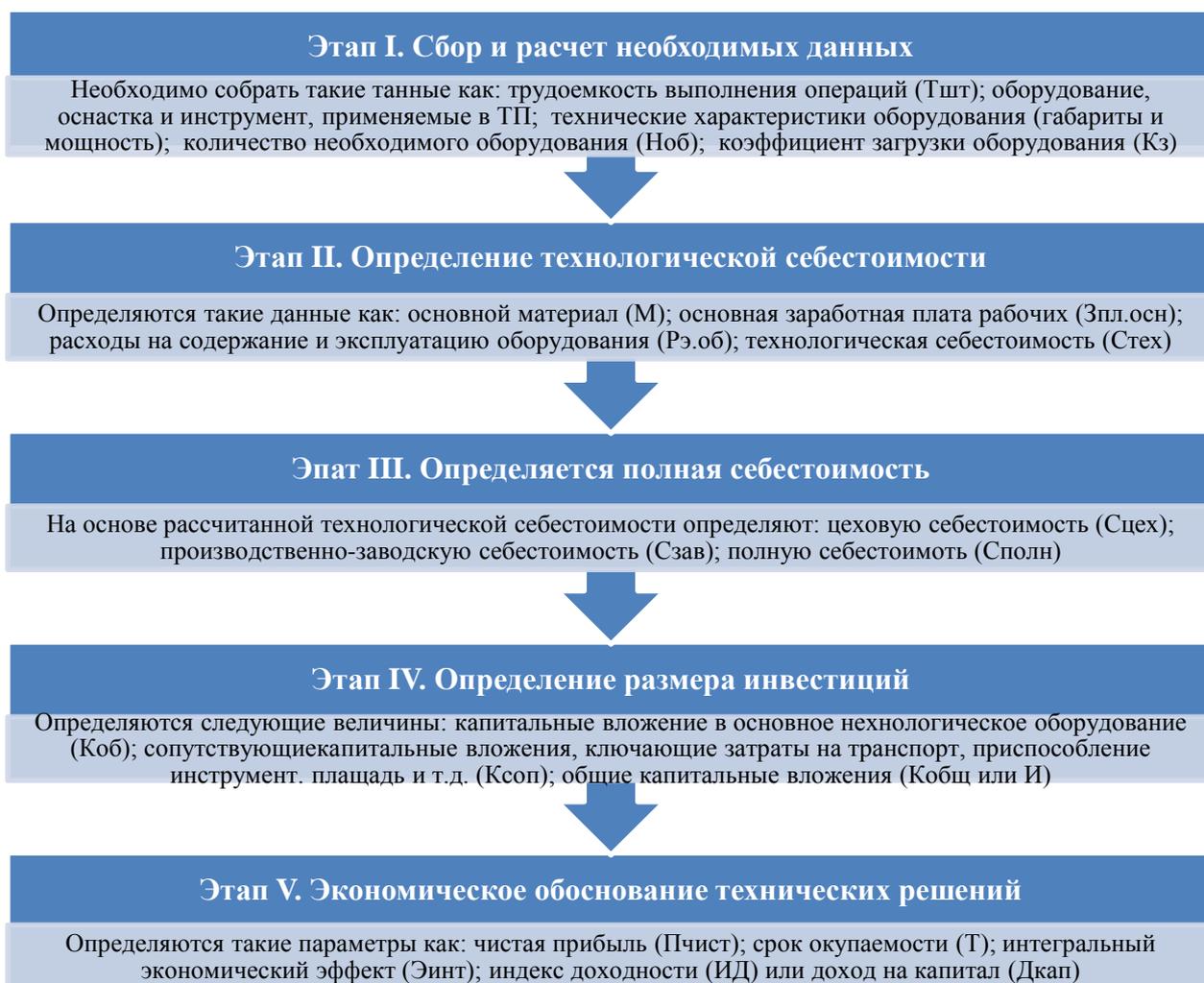


Рисунок 5 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 5, алгоритм предполагает выполнение пяти этапов, каждый из которых имеет обязательные расчеты ряда параметров. Подробная методика расчета этих параметров представлена в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [13].

Далее согласно описанному алгоритму необходимо провести описание каждого этапа и выполнение соответствующих расчетов.

Этап I. Сбор и расчет необходимых данных. Этот этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

В качестве исходных данных представим краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали в виде рисунка 6.

<p align="center"><b>Базовый вариант технологического процесса 005, 010 и 040 операций</b></p>	<p align="center"><b>Проектный вариант технологического процесса 005, 010 и 040 операций</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Операция 005.</b> На фрезерно-центровальном станке, модель МР-77 выполняется фрезерование торцов и сверление центровых фасок. <i>Инструмент</i> – фрезы торцовые Ø100 мм, ТТ8К6 ГОСТ 1092-69; зенковка Ø 35мм, Р6М5. <i>Приспособление</i> – призмы и прихват с ручным зажимом.</li> <li>• <b>Операция 010.</b> На токарном станке с ЧПУ, модель 1М63БФ101, выполняется точение шеек и торцов. <i>Инструмент</i> – резец контурный, ВК4. <i>Приспособление</i> – токарный 3-х кулачковый патрон.</li> <li>• <b>Операция 040.</b> На вертикально-сверлильном станке, модель 2Н118 выполняется нарезание резьбы. <i>Инструмент</i> – метчик М14×1,5, Р6М5. <i>Приспособление</i> – тиски самоцентрирующие, пневматические.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Операция 005.</b> На фрезерно-центровальном станке, модель МР-77 выполняется фрезерование торцов и сверление центровых фасок. <i>Инструмент</i> – фрезы торцовые Ø100 мм, ТТ8К6 ГОСТ 1092-69; зенковка Ø 35мм, Р6М5. <i>Приспособление</i> – тиски самоцентрирующие с механическим ключом.</li> <li>• <b>Операция 010.</b> На токарно-винторезном станке с ЧПУ, модель 16К20Ф3, выполняется точение шеек и торцов. <i>Инструмент</i> – резец контурный, ВК4 с напылением. <i>Приспособление</i> – токарный 3-х кулачковый патрон.</li> <li>• <b>Операция 040.</b> На вертикально-сверлильном станке, модель 2Н118 выполняется нарезание резьбы. <i>Инструмент</i> – метчик М14×1,5 с измененной геометрией режущей части, Р6М5. <i>Приспособление</i> – тиски самоцентрирующие, пневматические.</li> </ul>

Рисунок 6 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 6, изменениям подвергается модель оборудования и применяемый инструмент. Так как в процессе предложенного технического решения материал и способ получения заготовки не изменены, поэтому в дальнейшем, расчеты, применяемые для определения стоимости материалов, будут исключены. Это связано с тем, что в обоих вариантах расходы на материалы останутся одинаковыми и на конечный результат расчетов влияния не окажут.

Этап II. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

Применение необходимой методики, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel, позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов, как по данному этапу, так и по всем последующим.

Результаты выполнения этапа II представлены на рисунке 7.

Анализируя рисунок 7 можно сделать вывод о том, что в проектируемом варианте все расходы представленных параметров снижаются. Такие изменения позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 33,8%.

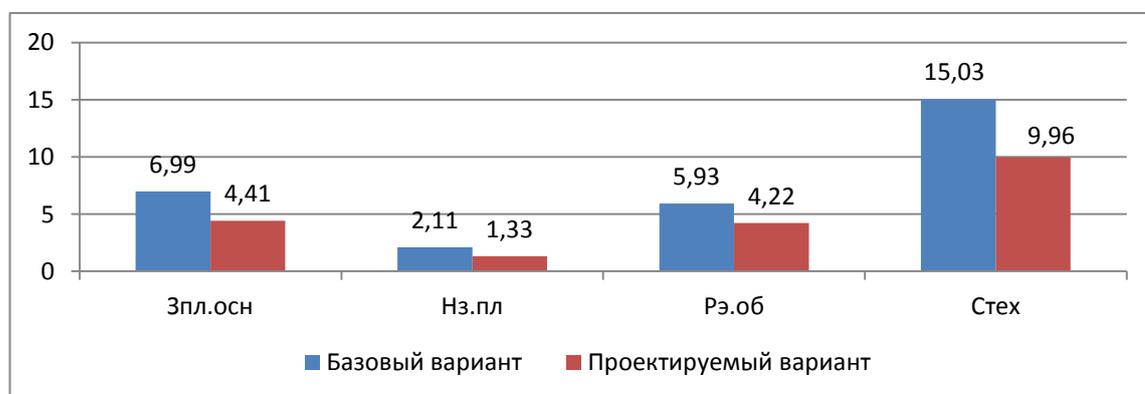


Рисунок 7 – Формирование технологической себестоимости 005, 010 и 040 операций по вариантам, руб.

Этап III. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая, производственная и полная.

Результаты выполнения этапа III представлены на рисунке 8. Анализируя методику расчета полной себестоимости, можно сказать, что основой для ее определения является величина технологической себестоимости. Поэтому, чтобы показать связь между перечисленными видами себестоимости, на этом рисунке представлены все их виды.

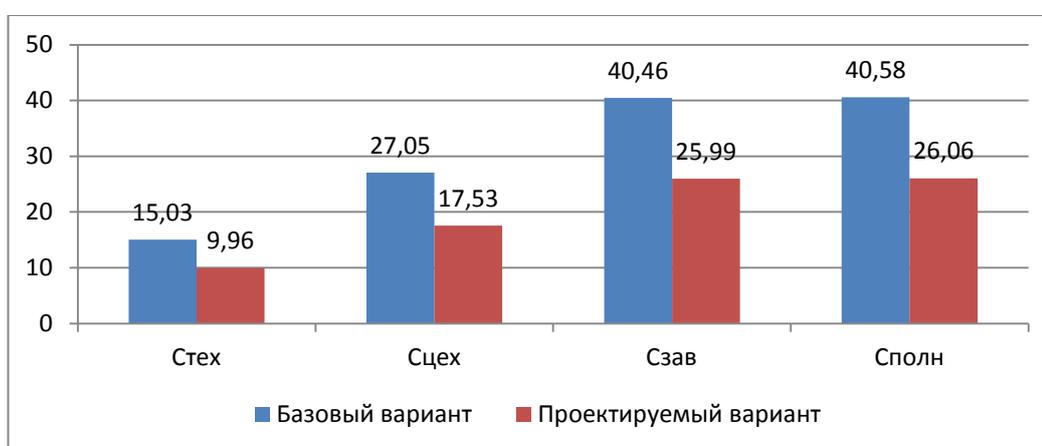


Рисунок 8 – Формирование полной себестоимости 005, 010 и 040 операций по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 8, все значения в проектируемом варианте, также имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость 005, 010 и 040 операций проектируемого процесса уменьшилась на 14,52 рубля, что составляет 35,78%.

Этап IV. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса.

Результаты выполнения этапа IV представлены на рисунке 9.

Как видно из рисунка 9, инвестиции потребуются на: закупку оборудования ( $K_{OB}$ ); доставку и монтаж оборудования ( $K_M$ ); проектирование ( $Z_{ПР}$ ), приспособление ( $K_{ПР}$ ), инструмент ( $K_{И}$ ), производственную площадь

( $K_{Э.пл}$ ); корректировку управляющей программы ( $K_A$ ) и незавершенное производство ( $НЗП$ ). Учитывая размеры перечисленных параметров, общий объем инвестиций ( $I$ ) составит 232106,75 рублей.

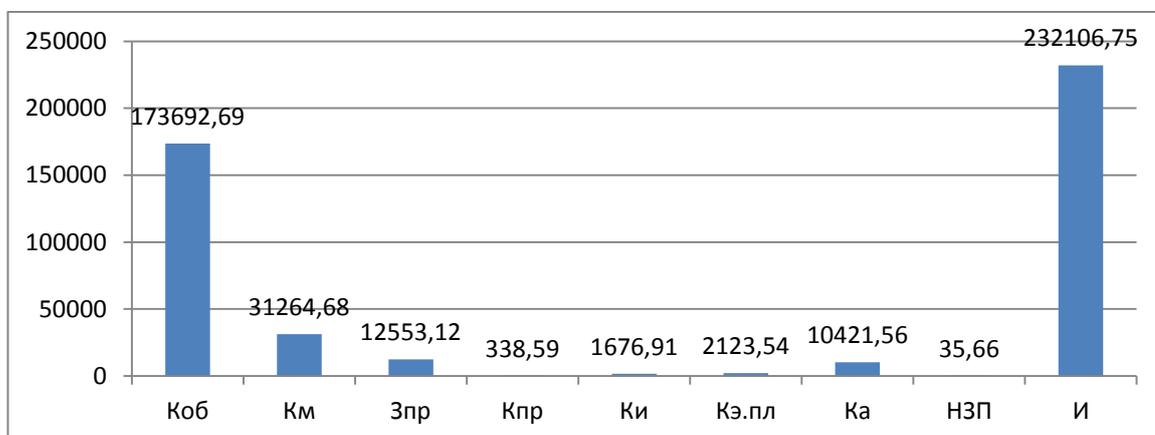


Рисунок 10 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененных 005, 010 и 040 операций, руб.

Этап V. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых технических решений.

Из всех перечисленных параметров данного этапа, описанных в рисунке 5 (алгоритм определения экономической эффективности технологических решений), наибольший интерес для итоговых выводов представляют величина интегрального экономического эффекта.

Согласно проведенным расчетам, с учетом размера прибыли на заданную программу выпуска и размера инвестиций, интегральный экономический эффект составит 26570,82 рубля при 4 годах окупаемости инвестиций. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение. В данном разделе произведена экономическая оценка предлагаемого технологического процесса и технических решений по его совершенствованию.

## Заключение

Тема данной выпускной квалификационной работы является актуальной, что обосновано широким применением поршневых насосов в нефтегазодобывающей промышленности для проведения ремонтных работ скважин, таких как разбуривание пробок, бурение вторых стволов и других работ, где необходимо обеспечить циркуляцию технологических жидкостей.

Цель работы, которая заключается в разработке технологии изготовления штока поршня бурового насоса, которая позволит изготавливать годовую программу изготовления деталей заданного качества и обеспечит минимальные затраты на изготовление, была достигнута благодаря решению задач, сформулированных на основе анализа исходных данных, и характеристик типа производства. Технологические задачи включали в себя выбор метода получения заготовки и ее проектирование. Для этого проведено экономическое сравнение возможных методов получения заготовок, определены маршруты обработки поверхностей, определены припуски на обработку и характеристики заготовки. Также проведено проектирование технологии изготовления. Для этого спроектирован маршрут изготовления детали и план ее изготовления, выбрано технологическое оборудование и средства технологического оснащения, определены режимы выполнения операций и их технологическое нормирование. Технические задачи по совершенствованию технологического процесса включали в себя проектирование самоцентрирующих тисков и метчика, что позволило сократить время выполнения токарных операций и решить проблему замятия резьбы во время обработки. В ходе решения задач обеспечения безопасности на производстве проведен анализ безопасности выполнения спроектированного технологического процесса и предложены мероприятия по устранению выявленных недостатков. Также решены задачи экономической оценки предлагаемого технологического процесса и технических решений по его совершенствованию.

## 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: 07.04.2022).
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: 10.04.2022).
3. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 21.04.2022).
4. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 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: 02.03.2022).
6. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
7. 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.
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. Гузеев В. И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364 с.

10. Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 19.04.2022).

11. Клименков С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. – 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 28.04.2022).

12. Ковшов А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

13. 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: 06.05.2022).

14. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. – 520 с.

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: 08.04.2022).

16. 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: 12.04.2022).

17. 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. –ISBN 978-5-8114-1632-5. –Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 29.04.2022).

18. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

19. 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. Высш. шк. 2007 г.

20. 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.

21. 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.

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

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

24. Химический состав и физико-механические свойства Силумина [Электронный ресурс]. – URL: <https://sert-service.ru/splav-al2-gost-2685-75/> (дата обращения: 03.04.2022).



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	Тпоэ	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоэ	Тшт
А 19	XX XX XX	015	4110	Токарная												
Б 20	381101	Токарный	TNC-10	3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1				0,45
О 21	Точить последовательно поверхности 3, 4, 5 $15 \pm 0,09$ ; $\phi 43 \pm 0,23$ ; $\phi 32 \pm 0,12$ .															
Т 22	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ОСТ 2И10.1-83 ВК4;															
23	393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 160-80.															
24																
А 25	XX XX XX	020	4110	Токарная												
Б 26	381101	Токарный	TNC-10	3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1				0,34
О 27	Точить поверхности 1, 2 $215,08 \pm 0,04$ ; $\phi 50,167^{+0,033}$															
Т 28	396110 Патрон поводковый ГОСТ 8742-75; 392871 Центр вращающийся Г ОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный ОСТ 2И10.1-83 ВК4; 393410 Микрометр МК50 ГОСТ 6507-78.															
29																
30																
А 31	XX XX XX	025	4110	Токарная												
Б 32	381101	Токарный	TNC-10	3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1				0,82
О 33	Точить поверхности 1, 2 $21 \pm 0,04$ ; $\phi 50^{+0,016}$															
Т 34	396110 Патрон поводковый ГОСТ 8742-75; 392871 Центр вращающийся Г ОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный ОСТ 2И10.1-83 ВК4; 393410 Микрометр МК50 ГОСТ 6507-78.															
35																
36																
А 37	XX XX XX	030	4120	Сверлильная												
Б 38	381213	Сверлильный	B-1850FN/400	3	18632	422	1P	1	1	1	1200	1				0,76
О 39	Сверлить поверхности 7, 8, 9 в размер $207,7^{+0,15}$ ; $\phi 19,7 \pm 0,016$ ; $\phi 13,77 \pm 0,021$ .															
Т 40	396171 Приспособление специальное; 391801 Сверло-цековка специальная Р6М5;															
41	393110 Калибр гладкий.															
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 69	XX	XX	XX	035	4120 Сверлильная															
Б 70	381213	Сверлильный В-1850FN/400	3	18632	422	1Р	1	1	1	1200	1									0,41
О 71	Зенкеровать поверхности 7, 8, 9 в размер $207^{+0,15}$ ; $\phi 20^{+0,012}$ ; $\phi 14^{+0,021}$ .																			
Т 72	396171 Приспособление специальное; 391801 Зенкер-зенковка специальный Р6М5;																			
73	393110 Калибр гладкий.																			
74																				
А 75	XX	XX	XX	040	4120 Сверлильная															
Б 76	381213	Сверлильный В-1850FN/400	3	18632	422	1Р	1	1	1	1200	1									0,38
О 77	Нарезать резьбу выдерживая размер М14х1,5.																			
Т 78	396171 Приспособление специальное; 391801 Метчик специальный Р6М5;																			
79	393110 Калибр резьбовой.																			
80																				
А 81	XX	XX	XX	045	4120 Сверлильная															
Б 82	381213	Сверлильный В-1850FN/400	3	18632	422	1Р	1	1	1	1200	1									0,36
О 83	Сверлить поверхности 11, 12, 13, 17 в размер $32,71^{+0,031}$ ; $213,2^{+0,075}$ ; $\phi 34,71^{+0,031}$ ; $196^{+0,075}$ .																			
Т 84	396171 Приспособление специальное; 391801 Сверло-цековка специальное Р6М5;																			
85	393110 Калибр гладкий.																			
86																				
А 87	XX	XX	XX	050	4120 Сверлильная															
Б 88	381213	Сверлильный В-1850FN/400	3	18632	422	1Р	1	1	1	1200	1									0,36
О 89	Зенкеровать поверхности 11, 12, 13, 17 в размер $33^{+0,031}$ ; $213^{+0,075}$ ; $\phi 35^{+0,016}$ ; $196^{+0,075}$ .																			
Т 90	396171 Приспособление специальное; 391801 Зенкер-зенковка специальный Р6М5;																			
91	393110 Калибр гладкий.																			
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	4120	Сверлильная													
Б 95	381213	Сверлильный В-1850FN/400	3	18632	422	1Р	1	1	1	1200	1						0,4
О 96	Нарезать резьбу выдерживая размер М33х1,5.																
Т 97	396171 Приспособление специальное; 391801 Метчик специальный Р6М5;																
98	393110 Калибр резьбовой.																
99																	
А 100	XX XX XX	060	Маячная														
101																	
А 102	XX XX XX	065	Контрольная														
103																	
104																	
105																	
106																	
107																	
108																	
109																	
110																	
111																	
112																	
113																	
114																	
115																	
116																	
МК																	



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.118-82		Форм 1		
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
Разраб.	Дорошкевич			ТГУ										
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП										
Н.контр.				Шток						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	005
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД			
Фрезерно-центральная		Силумин ГОСТ 2685-75		HB 70	166	2,06	φ50х213			2,12	1			
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тa	Тb	Тгв	Тшт	СОЖ						
XZK8230				0,1			0,5	Ужинал-1						
				п	и	л	т	и	с	п	v			
01	1. Установить заготовку													
Т 02	396131 Приспособление специальное; 391830 Фреза насадная ГОСТ 9304-69 ТТ8К6; 391690 Зенковка													
03	ГОСТ 21584-76 Р6М5.													
0 04	2. Фрезеровать торцы: 1,6 выдерживая размеры согласно эскиза.													
Р 05	1				0,63		0,12		630		198			
0 06	3. Зенкеровать фаски: выдерживая размеры согласно эскиза.													
Р 07	1				2		0,15		1000		21			
08	4. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.													
09														
10														



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.118-82		Форм 1		
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
Разраб.	<i>Дорошкевич</i>			<i>ТГУ</i>										
Проверил	<i>Козлов</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>										
Н.контр.				<i>Шток</i>						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД				
<i>Токарная</i>		<i>Силумин ГОСТ 2685-75</i>		<i>HВ 70</i>	<i>166</i>	<i>2,06</i>	<i>φ50х213</i>		<i>2,12</i>	<i>1</i>				
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т <sub>а</sub>	Т <sub>б</sub>	Т <sub>в</sub>	Т <sub>шт</sub>	СОЖ						
<i>TNC-10</i>				<i>0,1</i>			<i>0,45</i>	<i>Украина-1</i>						
				п	и	л	т	и	с	п	у			
<i>01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>													
<i>Т.ш.</i>	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ОСТ 2И10.1-83 ВК4;</i>													
<i>02</i>	<i>2. Точить пов. 4, 5 выдерживая размеры согласно эскиза.</i>													
<i>Р.с.</i>		<i>1</i>					<i>1,27</i>		<i>0,6</i>	<i>2000</i>	<i>314</i>			
<i>03</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>													
<i>04</i>														
<i>05</i>														
<i>06</i>														
<i>07</i>														
<i>08</i>														
<i>09</i>														
<i>10</i>														



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
Разраб.	Дорошкевич			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.				Шток					Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
												040
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Сверлильная		Силумин ГОСТ 2685-75		НВ 70	166	2,06	φ50х213			2,12	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т <sub>а</sub>	Т <sub>б</sub>	Т <sub>гв</sub>	Т <sub>шт</sub>	СОЖ				
В-1850FN/400				0,26			0,42	Укринал-1				
		пш	о или в	Л	т	и	с	п	у			
01	1. Установить заготовку											
Т.ин	396171 Приспособление специальное; 391801 Метчик специальный Р6М5;											
02	2. Нарезать резьбу выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р.ин	1 1,5 1,5 350 11											
03	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												



