

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 обоймы-кулачка

Обучающийся

Д.Ф. Кузин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент В.А. Гуляев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.А. Боргардт

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

М.А. Кривова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Аннотация

В данной выпускной работе был рассмотрен технологический процесс изготовления детали под названием «обойма-кулачок».

Целью работы является комплексное изучение современных научно-технических достижений и передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии машиностроения, связанных с совершенствованием процессов механической обработки деталей.

Материалом для изготовления обоймы-кулачка служит сталь 40Х. Она позволяет получить достаточную прочность детали после изготовления и достичь относительно низкую стоимость предлагаемой технологии. В работе проведены изыскания по выявлению недостатков существующего технологического процесса. Для этого осуществлялся мониторинг производственных операций, анализировались временные затраты на выполнение каждой операции, а также фиксировались случаи возникновения дефектов после обработки. В результате анализа были выявлены следующие основные недостатки: высокая трудоемкость некоторых операций, недостаточная точность диагностики появления брака на ранних этапах обработки, а также недостаточный уровень автоматизации процессов механической обработки и контроля.

Результаты работы рекомендованы для рассмотрения и последующего внедрения. В рамках реализации предложенных мероприятий в разработке технической документации для модернизации производственного процесса внедрение предложенных решений позволит машиностроительному предприятию повысить качество изготавливаемых деталей, сократить сроки выполнения операций и укрепить свои позиции на рынке услуг в области машиностроения.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных и постановка задач работы.....	6
1.1 Анализ служебного назначения и технологичности детали.....	6
1.2 Формулировка задач работы.....	10
2 Технологическая часть	12
2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	12
2.2 Проектирование технологических операций	30
3 Проектирование средств технологического оснащения	32
3.1 Проектирование станочного приспособления	32
3.2 Проектирование инструментального оснащения	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта	37
5 Экономическая эффективность работы	43
Заключение	47
Список используемой литературы и используемых источников.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	51

Введение

Проведенный сравнительный анализ показывает наличие ряда общих тенденций в развитии технологий механической обработки обоймы-кулачка как в России, так и за рубежом: широкое внедрение автоматизированных систем управления производством; использование высокоточных обрабатывающих центров с ЧПУ; разработка новых видов режущего инструмента из сверхтвёрдых материалов; применение гибких производственных модулей; внедрение цифровых технологий проектирования и моделирования процессов; активное использование методов неразрушающего контроля качества [22]. В то же время имеются определённые различия. Для успешного моделирования процесса изготовления детали необходим комплексный подход, включающий использование современного программного обеспечения, высокопроизводительных вычислительных систем, баз данных материалов и обрабатывающего оборудования. Это позволяет: оптимизировать геометрию изделий, снизить количество брака за счет предварительного анализа процессов, ускорить разработку новых продуктов и технологий. В России большее внимание уделяется вопросам стандартизации процессов и унификации средств технологического оснащения для снижения себестоимости продукции. Зарубежные компании активно используют аддитивные технологии для изготовления сложных деталей малосерийного производства или прототипов [20]. В отечественной промышленности такие технологии пока применяются ограниченно – в основном для изготовления опытных образцов или мелких партий продукции. В вопросах контроля качества зарубежные предприятия чаще используют автоматизированные измерительные комплексы с возможностью интеграции результатов измерений в общую информационную систему предприятия. В России преобладают традиционные методы контроля с использованием ручных измерительных инструментов или простых контрольных приспособлений.

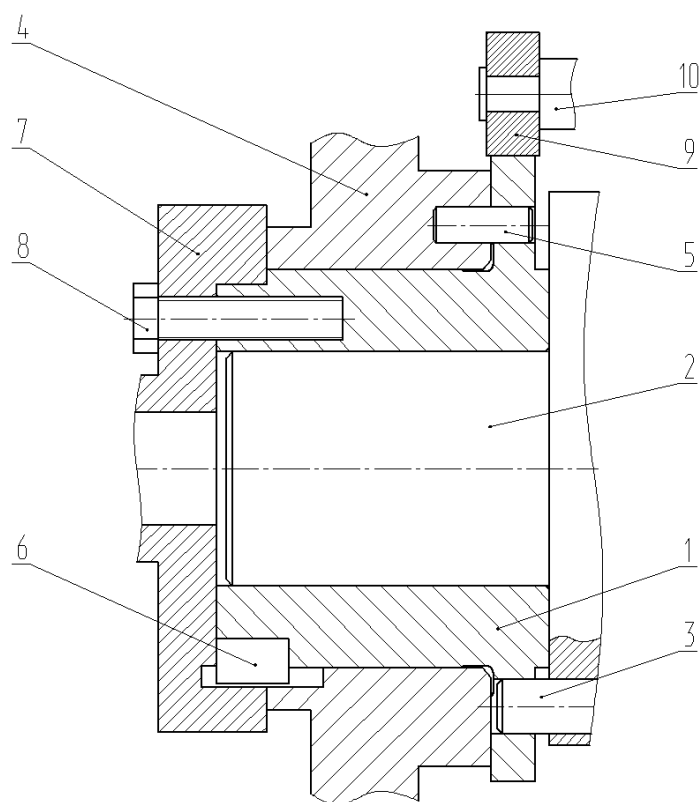
Проведённый литературный и патентный обзор свидетельствует о высокой степени инновационной активности в области совершенствования технологических процессов изготовления обоймы-кулачка. Ключевыми направлениями развития являются внедрение автоматизированных систем управления процессом обработки, разработка новых видов режущего инструмента из сверхтвёрдых материалов, создание многофункциональных станочных приспособлений и интеграция цифровых технологий проектирования и производства. Для повышения эффективности производства целесообразно использовать современные методы получения заготовок (литьё под давлением, горячая штамповка, селективное лазерное сплавление), применять высокоточные обрабатывающие центры с ЧПУ и специализированные средства технологического оснащения. Важным фактором успеха является внедрение систем автоматизированного контроля качества с возможностью интеграции результатов измерений в корпоративные информационные системы. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку адаптивных систем управления процессом резания с использованием методов искусственного интеллекта для прогнозирования износа инструмента и оптимизации режимов обработки в реальном времени. Перспективным направлением является также внедрение аддитивных технологий для изготовления прецизионных заготовок сложной конфигурации [18].

Таким образом, комплексное изучение современных научно-технических достижений и передового опыта позволяет сформулировать обоснованные предложения по совершенствованию технологического процесса изготовления обоймы-кулачка с целью повышения их качества, снижения себестоимости производства и обеспечения устойчивого конкурентного преимущества предприятия на рынке машиностроительной продукции.

1 Анализ исходных данных и постановка задач работы

1.1 Анализ служебного назначения и технологичности детали

Деталь «обойма-кулачок» позволяет осуществить заданный закон движения ведомого звена, согласно его геометрическим параметрам, при равномерном непрерывном вращательном движении ведущего звена механизма передачи движения. Часть передаточного механизма, в состав которого входит обойма-кулачок, показана на рисунке 1. Основная сложность при изготовлении обоймы-кулачка – это получение высокой точности профиля кулачка, от которого зависят скоростные параметры передаточного механизма в целом.



1 – обойма; 2 – вал; 3 и 5 – фиксирующие штифты; 4 – ступица; 6 – шпонка; 7 – фланец; 8 – крепежные болты; 9 – ролик; 10 – ось ролика

Рисунок 1 – Часть передаточного механизма

«Исходя из служебного назначения детали, определим материал сталь 40Х. Сталь 40Х» [20] – это коррозионно-стойкий сплав, с регламентированным содержанием легирующих добавок в составе (легированный). Относится к категории конструкционных металлов. Контролирует качество материала ГОСТ 4543-2016 (этот документ заменил ГОСТ 4543-71). Регламент определяет способ выплавки и переплавки, общие характеристики и форму выпуска металла. Характеристики стали 40Х зависят от ее состава. Преобладающие компоненты стандартно отражены в маркировке. Ее расшифровка будет следующей: цифра «40» указывает на вид главного химического элемента в металле. В данном случае это углерод. Его концентрация составляет 0,44% (это число округлено к целому, то есть к 0,40%, так как это вещество содержится в объеме от 0,36%). Этот компонент определяет главные эксплуатационные особенности сплава; – «Х» свидетельствует о наличии легирующей добавки. Она – второй главный химический элемент. В марке 40Х это хром. Концентрация элемента равна чуть более 1%. Такое количество указывает на повышенную стойкость к распространению коррозии. Этим свойством обладает микроструктура стали за счет хрома.

Этот металл имеет оптимальный показатель прочности. Он твердый, но не гибкий. Его особенность заключается в высокой устойчивости к коррозионному растрескиванию и воздействию агрессивной среды. Объясняется это высокой концентрацией хрома в составе. Главные физические свойства сплава в следующем: модуль упругости находится в пределах от 1,32 до 2,14 (МПа); расширение линейного типа (при температурном режиме в диапазоне плюс 20 градусов) составляет от 11,9 до 14,6 (1/Град); тепловая проводимость материала согласно испытаниям – минимум 26 и максимум 46 (Вт/м·Град); плотность стали 40Х в зависимости от общих условий равна 7430-7820 кг/м³; удельное значение теплоемкости при температурном режиме в плюс 20 градусов по Цельсию равно 466-664 (Дж);

электросопротивление (удельное значение) – от 210 до 1170 (Ом/м). Данные свойства получены в определенных испытательных и температурных условиях.

«Для соблюдения технических требований, указанных на чертеже детали в обязательном порядке необходимо провести систематизацию и классификацию всех поверхностей. Результат этой процедуры показан на рисунке 2.

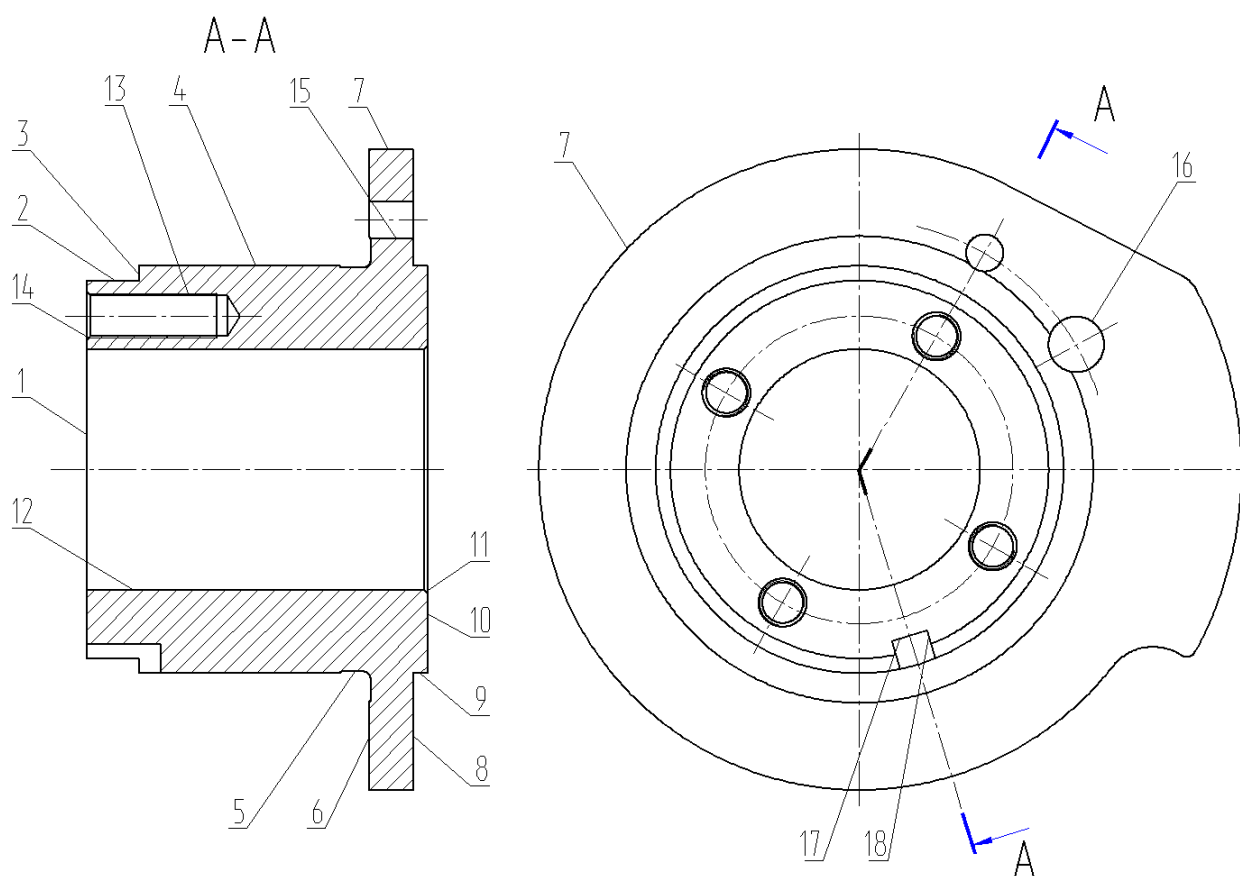


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

Основные конструкторские базы – поверхности 10 и 12.

Вспомогательные конструкторские базы – поверхности 1, 2, 4, 6, 13 и 17.

Исполнительные поверхности – поверхности 7, 15, 16 и 18.

Все остальные поверхности свободные» [5].

Оптимальный дизайн детали позволяет снизить возможные проблемы, связанные с производством и эксплуатацией, а также улучшить ее показатели эффективности и надежности, обеспечить удобство монтажа и обслуживания.

Необходимо не забывать про экономические аспекты анализа. Эффективность производственных процессов и производства в целом, снижение себестоимости и повышение конкурентоспособности, а также увеличение объемов производства без ущерба качества – все это имеет отношение к окупаемости и применяемости изделия.

Технологичность конструкции изделия – это свойства, позволяющие разумно использовать все виды ресурсов при конструировании, производстве, эксплуатации, ремонте, утилизации, переработки отходов сохраняя высокое качество. Улучшению технологичности детали и изделия должны подвергаться на всех этапах жизненного цикла. Технологичность оценивают качественной и количественной показателями. Качественную характеристику определяют материал, форма, качество поверхности и другие параметры. Оценку количественного показателя проводят по измеряемым числовым данным.

Таким образом, анализ технологичности детали должен быть комплексным и учитывать множество факторов, начиная с проектирования и заканчивая утилизацией. Такой подход позволит создать продукт, который будет не только надежным и эффективным, но и конкурентоспособным на рынке.

Размеры и размерные цепи на детали проставлены технологично, с едиными базами обработки и измерений, что позволяет обрабатывать деталь с минимальным количеством переустановок в процессе обработки и проводить простые измерения и не пересчитывать размеры при контроле. Деталь имеет достаточную жесткость, что позволяет обрабатывать плоскости за проход. Некоторые поверхности имеют некоторый угол относительно плоскостей баз, который не представляется возможным изменить без ущерба для работоспособности детали. Заданная геометрическая форма детали не способствует параллельной обработки поверхностей одновременно.

В зависимости от конкретной сферы применения детали, оценка технологичности имеет различные параметры и веса факторов. В любом случае всегда остается общая цель – максимально эффективное и оптимизированное

производство, в котором технологичность деталей имеет важное значение. Отверстия для крепежа расположены на одной плоскости это дает возможность сверлить их одновременно благодаря многошпиндельному сверлению. Минимальное количество типоразмеров отверстий имеет конструктивное обоснование. Габаритные и присоединительные размеры представленной детали не позволяют обрабатывать несколько деталей одновременно на одном станке, так как это требовало бы увеличения размеров оборудования и, в свою очередь, увеличения стоимости процесса изготовления. Технология получения заготовки через штамповку позволяет получать необходимую геометрическую форму заготовки.

Оценка технологичности детали базируется на целом ряде параметров и факторов. В первую очередь, необходимо учитывать сложность геометрической формы детали. Обработку детали с данной геометрической формой можно выполнить с применением стандартных процессов обработки, не применяя особых методов обработки, то есть деталь следует считать технологичной.

1.2 Формулировка задач работы

В работе необходимо достичь поставленную цель – это закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе обучения, а также приобретение практических навыков в области разработки технологических процессов механической обработки деталей на примере обоймы-кулачка, а также комплексное изучение современных научно-технических достижений и передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии машиностроения, связанных с совершенствованием процессов механической обработки деталей, «выбором и применением эффективных средств технологического оснащения, а также методов контроля качества.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи: провести анализ известных технологических процессов, методов получения заготовок, средств технологического оснащения; изучить

отечественный» [3] и зарубежный опыт организации и совершенствования производства аналогичных изделий; провести патентный поиск и анализ патентной документации по рассматриваемому объекту исследования с целью выявления существующих технических решений, а также определить направления для дальнейших исследований и разработок; сформировать обоснованные предложения по совершенствованию технологического процесса изготовления выбранной детали на основе полученных данных.

Показать технологичность выбранной детали. Провести проектирование заготовки, для чего выбрать способ ее получения на основе экономических сравнительных расчетов. Определить наличие, порядок и последовательность необходимых для изготовления детали технологических операций, то есть усовершенствовать базовый технологический процесс. Для выполнения операций определить маршрут и состав современных средств технологического оснащения. Для операций провести расчеты режимов резания и норм времени. Предложить все необходимые мероприятия по увеличению степени безопасности при реализации предлагаемой технологии, связанные с охраной труда и окружающей среды. Доказать экономическую эффективность предложений по «совершенствованию предлагаемого технологического процесса.

В представленном разделе показана технологичность детали в соответствии с ее служебным назначением и представлены предпосылки для совершенствования базового технологического процесса изготовления» [7].

2 Технологическая часть

2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

Определим тип производства. Тип производства – это классификационная категория производства, которая определяется по основным параметрам таким как: линейка продукции, такт выпуска, объем выпуска.

Разграничивают три типа производства: единичное, серийное и массовое. Классифицировать по категории возможно путем анализа годовой программы выпуска, общего объема производства продукции, а также по определению коэффициента закрепления операции.

В случае с деталью «обойма-кулачок» массой 5,59 кг, при годовом общем выпуске одного типоразмера деталей в количестве 5000 штук, можно сделать вывод о применении среднесерийного производства [2].

Рассмотрим два метода получения заготовки – прокат и штамповка» [2].

Прокат – это процесс пластической деформации формованных стальных частиц между вращающимися лопатками. Сила трения заставляет металл перемещаться по лезвию с заданной скоростью, а под действием давления, передаваемого лезвиями, инструменту придается необходимый крутящий момент.

Процесс штамповки на горизонтально-ковочной машине представляет собой сложное взаимодействие нескольких компонентов, обеспечивающее формирование поковки заданной формы. В основе процесса лежит штамп, состоящий из трёх основных частей: неподвижной матрицы, жёстко закреплённой в гнезде станины машины; подвижной матрицы, установленной на подвижной шейке, способной перемещаться относительно неподвижной; и, наконец, пуансонов, прочно зафиксированных в главном ползуне. Главный ползун, в свою очередь, отвечает за приведение в движение пуансонов, осуществляющих давление на металл. В процессе работы машины, пуансон,

двигаясь навстречу сомкнутым матрицам, заполняет полость между ними металлом прутка, формируя тем самым заготовку требуемой формы. Это движение происходит под воздействием значительного давления, обеспечивающего плотное заполнение полости и точное воспроизведение контура. После завершения рабочего хода, пуансон и подвижная матрица возвращаются в исходное положение, освобождая сформированную поковку из ручья штампа.

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах позволяет производить поковки массой от 0,1 до 100 кг с максимальным диаметром 315 мм. Этот метод является одним из наиболее производительных и рентабельных для определённых видов заготовок, с производительностью до 100 поковок в час.

При штамповке [8] «массу заготовки M_{III} определим по формуле

$$M_{III} = M_D \cdot K_P, \quad (1)$$

где M_D – масса детали, кг;

K_P равен 1,6.

$$M_{III} = 5,59 \cdot 1,6 = 8,94 \text{ кг.}$$

Для определения массы заготовки, полученной с помощью проката, используем формулу:

$$M_{III} = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где V – объем заготовки, мм³;

γ – плотность материала заготовки, кг/мм³» [14].

«Размеры заготовки при прокате будем определять по формулам:

$$d_{III} = d_D^{max}, \quad (3)$$

где d_D^{max} – максимальный диаметр заготовки» [14] равный 189,5 мм.

«Тогда

$$d_{\text{ПР}} = 189,5 \cdot 1,05 = 199 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{\text{Д}}^{\text{max}}$ равным 199 мм.

$$l_{\text{ПР}} = l_{\text{Д}}^{\text{max}}, \quad (4)$$

где $l_{\text{Д}}^{\text{max}}$ – максимальный линейный размер заготовки» [14] равный 92 мм.

«Тогда

$$l_{\text{ПР}} = 92 \cdot 1,05 = 96,6 \text{ мм}$$

Принимаем $l_{\text{Д}}^{\text{max}}$ равным 96.6 мм.

Тогда:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}}. \quad (5)$$

$$V = \frac{3,14}{4} \cdot 199^2 \cdot 96,6 = 3033240 \text{ мм}^3$$

Масса заготовки из проката будет

$$M_{\text{ПР}} = 3033240 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 23,81 \text{ кг} \gg [17].$$

«Оптимальный метод получения заготовки будем определять по минимальной себестоимости:

$$C_{\text{Д}} = C_3 + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}}, \quad (6)$$

где стоимость C_3 – заготовки;

$C_{\text{МО}}$ – механической обработки;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стружки.

При штамповке стоимость заготовки определяем по формуле:

$$C_3 = C_B \cdot M_{III} \cdot K_T \cdot K_{CL} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II}, \quad (7)$$

где C_B – цена 1 кг заготовки, руб./кг;

M_{III} – масса заготовки, кг;

Коэффициенты, которые учитывают:

K_T – точность;

K_{CL} – сложность;

K_B – массу;

K_M – материал;

K_{II} – серийность» [14].

«Примем C_B равным 11,20 руб./кг, K_T равным 1,0, K_{CL} равным 1,0, K_B равным 0,89, K_M равным 1,18 и K_{II} равным 1,0» [11].

«Тогда

$$C_3 = 11,20 \cdot 8,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 105,15 \text{ руб.}$$

Определим стоимость по формуле:

$$C_{MO} = (M_{III} - M_D) \cdot C_{UD} \quad (8)$$

где C_{UD} – цена 1 кг материала, руб./кг.

Удельные затраты:

$$C_{UD} = C_C + E_H \cdot C_K. \quad (9) \text{» [14]}$$

«Принимаем E_H равным 0,16, C_C равным 14,8 руб./кг и C_K равным 32,5 руб./кг.

$$C_{MO} = (8,94 - 5,59) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 67 \text{ руб.}$$

Так как C_{OTX} является возвратной величиной, то определяется по формуле

$$C_{OTX} = (M_{III} - M_D) \cdot C_{OTX} \quad (10) \text{» [14]}$$

« $C_{ОТХ}$ равна 0,35 руб./кг. Тогда

$$C_{ОТХ} = (8,94 - 5,59) \cdot 0,35 = 1,17 \text{ руб.}$$

Получим:

$$C_{Д} = 105,5 + 67 - 1,17 = 170,98 \text{ руб.}$$

Тогда стоимость заготовки из проката будет:

$$C_{ПР} = C_{МПР} \cdot M_{ПР} + C_{ОЗ}, \quad (11)$$

где $C_{МПР}$ – стоимость 1 кг материала примем равным 13,5 руб./кг;

$C_{ОЗ}$ – отрезка, руб.

$$C_{ОЗ} = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ШТ}}{60}, \quad (12)$$

где $C_{ПЗ}$ – рабочие затраты 30,2 руб./ч.

$T_{ШТ}$ определяется по формуле:

$$T_{ШТ} = T_0 \cdot \phi_K, \quad (13)$$

где T_0 – машинное время, мин;

ϕ_K – коэффициент, учитывающий оснастку.

Примем ϕ_K равным 1,5, а T_0 будем определять по формуле:

$$T_0 = 0,19 \cdot d_{ПР}^2 \cdot 10^{-3} \quad (14) \gg [14]$$

«Тогда окончательно получим:

$$T_0 = 0,19 \cdot 199^2 \cdot 10^{-3} = 7,60 \text{ мин.};$$

$$T_{ШТ} = 7,60 \cdot 1,5 = 11,40 \text{ мин.};$$

$$C_{ОЗ} = \frac{30,2 \cdot 11,40}{60} = 5,74 \text{ руб.};$$

$$C_{ПР} = 13,5 \cdot 23,81 + 5,74 = 327,17 \text{ руб.};$$

$$C_{MO} = (23,81 - 5,59) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5 = 364,40 \text{ руб.};$$

$$C_{OTX} = (23,81 - 5,59) \cdot 0,35 = 6,38 \text{ руб.}$$

$$\text{Тогда } C_D = C_3 + C_{MO} - C_{OTX} = 685,19 \text{ руб} \text{» [9].}$$

«Сравним варианты исходных заготовок. Для этого определим

$$K_{IM} = \frac{M_D}{M_3} \quad (15) \text{» [14]}$$

«При штамповке:

$$K_{IM} = \frac{5,59}{8,94} = 0,62.$$

При прокате:

$$K_{IM} = \frac{5,59}{23,81} = 0,23 \text{» [3].}$$

«Исходя из полученного результата, делаем вывод: штамповка выгоднее проката.

Определим годовой экономический эффект по формуле:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{Д_{пр}} - C_{Д_{ш}}) \cdot N_Г \quad (16)$$

где $C_{Д_{пр}}$ – стоимость детали, если заготовка получена прокатом;

$C_{Д_{ш}}$ – стоимость детали, если заготовка получена штамповкой»
[14].

$$\text{Тогда } \mathcal{E}_Г = (685,19 - 170,98) \cdot 5000 = 2076050 \text{ руб.}$$

«На следующем этапе проектирования для выбранного типа производства необходимо определить припуски на точные поверхности. Выбираем поверхность диаметром 110f7 мм. Воспользуемся расчетно-аналитическим методом определения припусков Расчетные данные с количественными показателями значений припусков на сторону показаны» [21] в «таблице 1.

Таблица 1 – Припуски

Переходы	Элементы, мкм			2Z min	Td/IT	Размеры, мм		Припуск, мм» [1]	
	Rz ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹			d ⁱ min	d ⁱ max	2Z min	2Z max
«первый	0,160	-	1,025	-	2,8 T3	113,677	116,477	-	-» [1]
«второй	0,050	0,440	0,062	-	0,540 13	110,726	111,266	5,211	5,211» [1]
«третий	0,025	0,100	0,041	2,24	0,140 h10	110,291	110,431	0,835	0,835» [1]
«четвертый	0,010	0,050	0,021	0,37	0,054 h8	110,062	110,116	0,315	0,315» [1]
«пятый	0,005	0,030	0,010	0,12	0,035 f7	109,929	109,964	0,152	0,152

На рисунке 3 показан эскиз спроектированной заготовки с применением данных таблицы 3.

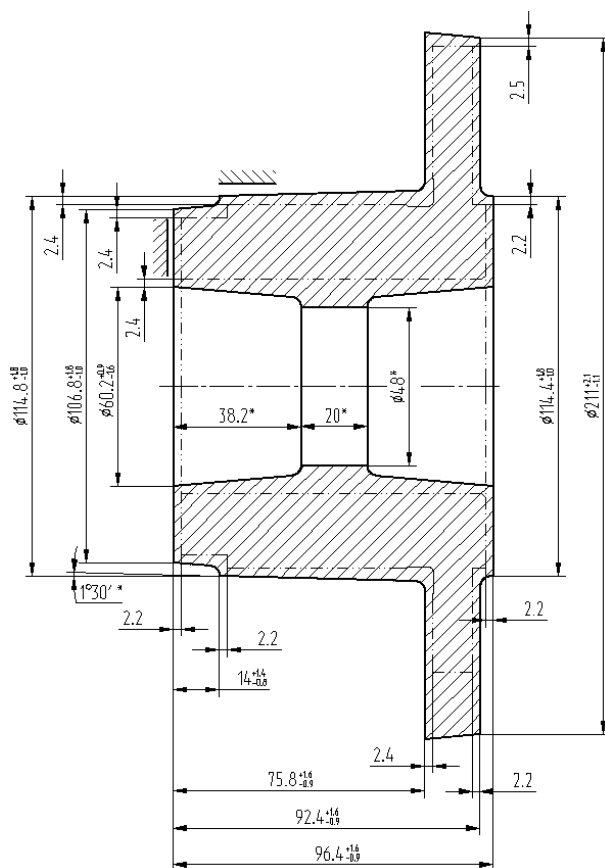


Рисунок 3 – Эскиз заготовки

Далее покажем в какой последовательности обрабатываются поверхности детали» [17].

Поверхность под номером 1, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 102 на 65 миллиметров и в линейном направлении 18,5 миллиметра, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра.

Поверхность под номером 2, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 102f7 миллиметров и в линейном направлении 14 миллиметров, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, промежуточной закалки, чернового шлифования на шлифовально-черновой операции 030, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, и чистового шлифования на шлифовально-чистовой операции 070, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности. При точении и шлифовании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 1,25 микрометра, по качеству точности» [16] от «тринадцатого квалитета до седьмого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,25 микрометра и седьмой квалитет точности. Припуск на сторону

устанавливается 1,1 миллиметра» [16] на 010 операции, 0,35 миллиметра на 020 операции, 0,10 миллиметра на 030 операции и 0,05 миллиметра на 070 операции.

Поверхность под номером 3, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 110 на 102 миллиметров и в линейном направлении 4 миллиметра, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра.

Поверхность под номером 4, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 112f7 миллиметров и в линейном направлении 14 миллиметров, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, промежуточной закалки, чернового шлифования на шлифовально-черновой операции 030, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, и чистового шлифования на шлифовально-чистовой операции 070, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности. При точении и шлифовании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 1,25 микрометра, по качеству точности» [16] от «тринадцатого квалитета до седьмого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,25

микрометра и седьмой квалитет точности. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра» [16] на 010 операции, 0,35 миллиметра на 020 операции, 0,10 миллиметра на 030 операции и 0,05 миллиметра на 070 операции.

Поверхность под номером 5, представляющая собой канавку с операционными размерами в радиальном направлении 8 миллиметров глубиной 0,5 миллиметра и в линейном направлении 8 миллиметров, выполняется в результате чистового точения на «токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до десятого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра» [16].

Поверхность под номером 6, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 206 на 110 миллиметров и в линейном направлении 48 миллиметров, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, промежуточной закалки, чернового шлифования на шлифовально-черновой операции» [16] 030, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, и чистового шлифования на шлифовально-чистовой операции 070, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности. При точении и шлифовании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 0,63 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до «восьмого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 0,63 микрометра и восьмой квалитет точности. Припуск на

сторону устанавливается 1,4 миллиметра» [16] на 005 операции, 1,1 миллиметра на 015 операции, 0,10 миллиметра на 030 операции и 0,05 миллиметра на 070 операции.

Поверхность под номером 7, представляющая собой фасонную поверхность с операционными размерами в радиальном направлении 173 на 103 миллиметра и в линейном направлении 12 миллиметров, выполняется в результате чернового фрезерования на «токарно-черновой операции 010, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового фрезерования на токарно-чистовой операции 020, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности, промежуточной закалки, чистового шлифования на кругло-шлифовальной операции 030, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности и полирования на кругло-шлифовальной операции 070, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности» [16]. При точении, шлифовании и полировании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 0,63 микрометра, по качеству точности от тринадцатого качества до «восьмого качества точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 0,63 микрометра и восьмой качество точности. Припуск на сторону устанавливается 1,4 миллиметра» [16] на 010 операции, 1,1 миллиметра на 020 операции, 0,10 миллиметра на 030 операции и 0,05 миллиметра на 070 операции.

Поверхность под номером 8, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 206 на 110 миллиметров и в линейном направлении 48 миллиметров, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности от тринадцатого качества до десятого качества

точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра» [16].

Поверхность под номером 9, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 110 миллиметров и в линейном направлении 4 миллиметра, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра.

Поверхность под номером 10, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 110 на 65 миллиметров и в линейном направлении 22,5 миллиметра, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра» [16].

Поверхность под номером 11, представляющая собой конус с операционными размерами в радиальном направлении 1 миллиметр с уклоном 45 градусов и в линейном направлении 1 миллиметр, выполняется в результате чистового растачивания на «токарно-чистовой операции 015, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности до десятого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра» [16].

Поверхность под номером 12, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 65Н7 миллиметров и в линейном направлении 92 миллиметра, выполняется в результате сверления на токарно-черновой операции 005, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности, «чернового растачивания на токарно-черновой операции 005, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового растачивания на токарно-чистовой операции 015, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чернового шлифования на внутри-шлифовальной операции 025, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на внутри-шлифовальной операции 065, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности» [16]. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 2,5 микрометра, по качеству точности от четырнадцатого квалитета до «седьмого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 2,5 микрометра и седьмой квалитет точности. Припуск на сторону устанавливается 1,4 миллиметра» [16] на 005 операции, 1,1 миллиметра на 015 операции, 0,10 миллиметра на 025 операции и 0,05 миллиметра на 065 операции.

Поверхность под номером 13, представляющая собой резьбу с операционными размерами в радиальном направлении M12 и в линейном направлении 38 миллиметров, выполняется в результате сверления на фрезерной операции 035, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, нарезания резьбы на фрезерной операции 035, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При сверлении и нарезании резьбы последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности от «тринадцатого качества до седьмого качества точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и седьмой качеству точности. Припуск на сторону устанавливается 0,35 миллиметра» [16].

Поверхность под номером 14, представляющая собой конус с операционными размерами в радиальном направлении 1 миллиметр с уклоном 45 градусов и в линейном направлении 1 миллиметр, выполняется в результате сверления на фрезерной операции 035 и 040, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности до тринадцатого «качества точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и тринадцатый качество точности. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра» [16].

«Поверхность под номером 15, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 10H7 миллиметров и в линейном направлении 12 миллиметров, выполняется в результате сверления на токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, зенкерования на токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, развертывания на токарно-чистовой операции

015, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на координатно-шлифовальной операции 075, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности» [16]. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 1,25 микрометра, по качеству точности от четырнадцатого квалитета до «седьмого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,25 микрометра и седьмой квалитет точности» [16]. Припуск на сторону устанавливается 0,05 миллиметров операции.

Поверхность под номером 16, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 15Н7 миллиметров и в линейном направлении 12 миллиметров, «выполняется в результате сверления на токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, зенкерования на токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, развертывания на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на координатно-шлифовальной операции 075, базируясь по 1 поверхности и 4 поверхности» [16]. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 1,25 микрометра, по качеству точности от четырнадцатого квалитета до «седьмого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,25 микрометра и седьмой квалитет точности» [16]. Припуск на сторону устанавливается 0,05 миллиметров операции.

Поверхность под номером 17, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 10 миллиметров и в линейном направлении 20 миллиметров, выполняется в результате чернового фрезерования на черновой фрезерной операции 035, базируясь по 1

поверхности и 4 поверхности, чистового фрезерования на чистовой фрезерной операции 040, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности до «тринадцатого качества точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и тринадцатый класс точности. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра» [16].

Поверхность под номером 18, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 8 миллиметров и в линейном направлении 20 миллиметров, выполняется в результате чернового фрезерования на черновой фрезерной операции 035, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности, чистового фрезерования на чистовой фрезерной операции 040, базирясь по 1 поверхности и 4 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности до «тринадцатого качества точности. В результате обработки устанавливается твердость 220 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и тринадцатый класс точности. Припуск на сторону устанавливается 1,1 миллиметра» [16].

Самые точные по техническим характеристикам поверхности получают на полировальной технологической операции 080.

При выборе средств технологического оснащения особое внимание было уделено изучению научных и нормативно-технических источников, посвящённых современным технологиям механической обработки деталей.

Применение роботизированных комплексов, аддитивных технологий, автоматизированных систем управления технологическим процессом – все это примеры инновационных подходов, которые повышают технологичность

детали. Обновление и внедрение новых методов производства помогает сократить цикл изготовления детали, уменьшить расходы и повысить качество конечного изделия, что влияет на себестоимость продукта и конкурентоспособность на рынке.

Механическая обработка детали осуществляется на токарных, фрезерных, сверлильных и расточных станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Это – «токарный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC, торце-внутришлифовальный полуавтомат 3K227B, кругло-шлифовальный полуавтомат 3T153F1, многоцелевой вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ СТЦ 50 (S500)» [16]. Использование ЧПУ позволяет автоматизировать процесс обработки, повысить точность и повторяемость размеров, снизить влияние человеческого фактора. Особое внимание уделяется выбору режимов резания: скорости резания, подачи, глубины резания и применяемого инструмента. Современные режущие инструменты изготавливаются из быстрорежущих сталей, твёрдых сплавов, керамических материалов и сверхтвёрдых композитов (PCBN, CBN), что обеспечивает высокую производительность обработки при сохранении требуемого качества поверхности. Изучение научной литературы позволило выявить ряд тенденций, характерных для развития данного направления: активное внедрение высокоточных обрабатывающих центров с ЧПУ; применение новых конструкционных материалов и износостойких инструментов; использование CAD/CAM/CAE-систем для оптимизации технологических процессов; распространение методов гибридной обработки (например, сочетание механической и лазерной обработки); повышение требований к качеству поверхности и точности обработки в условиях серийного и массового производства.

Для реализации предлагаемой последовательности обработки поверхностей детали и получения готового изделия необходим определенный состав средств технологического оснащения, который приведен в таблице 2.

Таблица 2 – СТО

«Операция	Приспособление	Режущий инструмент	Мерительный инструмент» [3]
005, 010, 015, 020	«патрон токарный ГОСТ 2675-80	проходной резец. пластина ромбическая Т15К6 ОСТ 2И.101-83. расточной резец.	калибр-скоба ГОСТ 18355-73. шаблон ГОСТ 2534-79. калибр-пробка ГОСТ 14827-69.
025, 030	патрон цанговый ГОСТ 17200-71	шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	калибр-пробка ГОСТ 14807-69. мерительное приспособление с индикатором.
035	специальное приспособление ГОСТ 12195-66. поворотный стол	концевая фреза ГОСТ 17026-71. центровочное сверло ГОСТ 14952-75. спиральное сверло ГОСТ 10903-77. зенкер с коническим хвостовиком ГОСТ 12489-71. машинная развертка ГОСТ 1672-80.	шаблон ГОСТ 2534-79. калибр-пробка ГОСТ 14827-69.
040		ступенчатое специальное сверло ОСТ 2И21-2-76. машинный метчик ГОСТ 3266-81. шпоночная фреза ГОСТ 9140-78.	
065	патрон мембранный ОСТ 3-3443-76.	шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	калибр-пробка ГОСТ 14807-69. мерительное приспособление с индикатором.
070	патрон цанговый ГОСТ 17200-71.	-	шаблон ГОСТ 2534-79.
075	специальное приспособление ГОСТ 12195-66.	-	калибр-скоба ГОСТ 18355-73. приспособление мерительное с индикатором. калибр-пробка ГОСТ 14807-69. шаблон ГОСТ 2534-79.
080	патрон ГОСТ 2675-80.	лента полировальная	микроинтерферометр МИИ-6» [4]

Более подробная информация находится в технологической документации, которая показана в приложении А в таблице А.1.

2.2 Проектирование технологических операций

«Расчет проведем для 010 токарной операции, где применяется оборудование – станок модели SAMAT-135NC токарно-винторезный. Инструмент выбираем из таблицы 4 – проходной резец с механическим креплением ОСТ 2.И.10.1-83, пластина T15K6, покрытие (Ti, Si)» [14]. Данные по режимам резания и нормам времени приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Режимы резания

«Операция	Переход	t, мм	S, мм/об.	V _т , м/мин	n _т , об./мин	n _{пр} об./мин	V _{пр} м/мин » [1]
«005	точение Ø111	2,0	0,5	146	420	420	146
	точение Ø208	2,0	0,5	146	220	220	146
	расточка Ø63,6	2,0	0,5	132	660	660	132
010	точение Ø103,4	2,0	0,5	146	450	450	146
	точение Ø111,4	2,0	0,5	146	420	420	146
	подрезка торца до Ø208	2,0	0,5	146	220	220	146
015	точение Ø110	0,5	0,25	344	1000	1000	344
	подрезка торца до Ø208	0,5	0,25	344	530	530	344
	расточка Ø64,56	0,5	0,25	310	1530	1530	310
020	точение Ø102,44	0,5	0,25	344	1070	1070	344
	точение Ø110,44	0,5	0,25	344	1000	1000	344
	подрезка торца до Ø208	0,5	0,25	344	530	530	344
025	шлифовка Ø64,86	0,15	4400 0,008	25	120	120	25
030	шлифовка Ø 110,14	0,15	1,25/0,35	25	70	70	25
035	фрезеровка Ø26	8	0,9	35	430	430	35
	фрезеровка Ø26	0,5	0,3	55	670	670	55
	центровка Ø4	2	0,08	24	1900	1900	24
	сверление Ø9	4,5	0,2	28	1000	1000	28
	сверление Ø14	7	0,3	32	730	730	32
	зенкеровка Ø9,7	0,35	0,4	16	520	520	16
	зенкеровка Ø14,7	0,35	0,5	18	390	390	18
	развертка Ø9,9	0,1	0,6	11	400	400	11
	развертка Ø14,9	0,1	0,6	12	260	260	12
040	фрезеровка паза Ø10	8	0,08	25	800	800	25
	сверление Ø11	5,5	0,25	30	870	870	30
	нарезка резьбы M12	1	1	8	210	210	8
065	шлифовка Ø65	0,07	5400 0,005	35	170	170	35
070	шлифовка Ø 110	0,07	1,0/0,25	35	100	100	35» [2]

Таблица 4 – Нормы времени (в минутах)

«Операция	T_0	T_B	$T_{оп}$	$T_{об,от}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	$n, \text{об./мин}$	$T_{шт-к}$
005	0,774	0,763	1,537	0,092	17	1,629	472	1,665
010	0,913	0,647	1,150	0,094	17	1,244		1,280
015	0,747	0,703	1,450	0,087	21	1,537		1,581
020	0,940	0,647	1,587	0,095	21	1,682		1,726
025	0,857	0,644	1,501	0,143	21	1,644		1,688
030	2,289	0,921	3,210	0,193	29	3,403		3,464
035	0,391	0,824	1,215	0,116	24	1,331		1,382
040	5,818	1,164	6,982	0,419	40	7,401		7,485
065	0,519	0,644	1,163	0,107	21	1,270		1,314
070	0,319	0,826	1,145	0,105	24	1,250		1,301
075	4,618	0,911	5,529	0,486	21	6,015		6,059
080» [8]	0,642	0,648	1,290	0,077	21	1,367		1,411

В разделе «показана технология изготовления детали. Экономически обоснован выбор метода получения заготовки. Приведена последовательность обработки всех поверхностей, составляющих деталь. Определен состав технологической обрабатывающей системы, которая включает в себе обрабатывающее оборудование, используемое станочное, инструментальное и мерительное оснащение. Подробные результаты по разделу показаны» [12] в Приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1.

3 Проектирование средств технологического оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Для «010 операции проведем расчет при выбранных параметрах обработки цангового патрона, а также его конструктивные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке» [6]. «Ранее при проектировании 010 операции получено значение главной составляющей силы резания 1250 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 4. Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил» [15].

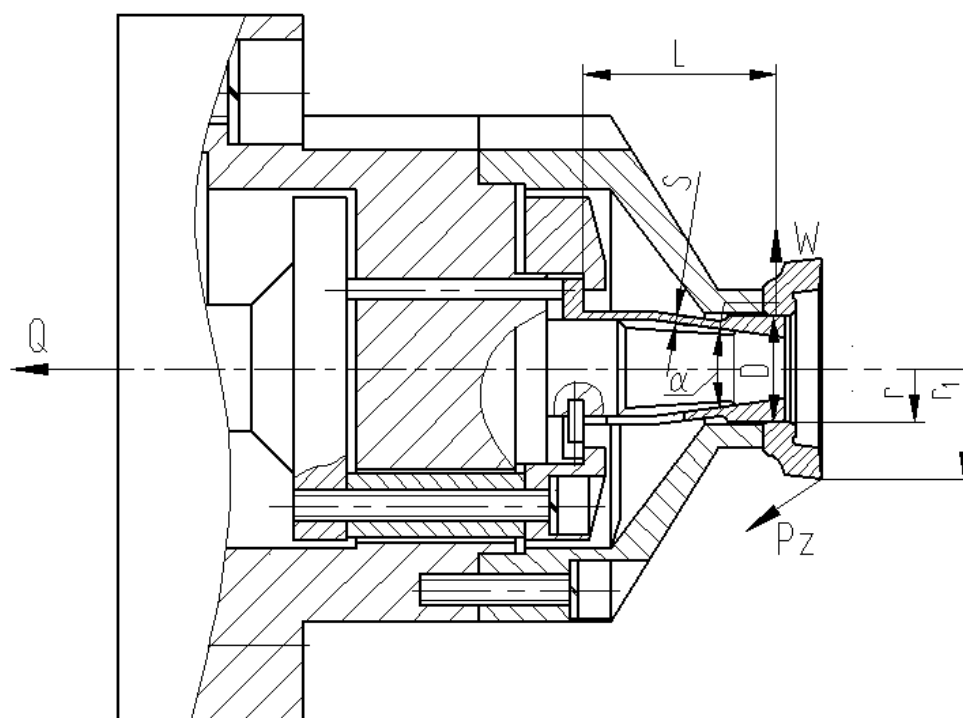


Рисунок 4 – Патрон

Проведем «расчет силы зажима заготовки.

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot r_2}{f \cdot r_1}, \quad (17)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

r_1 – радиус поверхности контакта равен 19,5 мм;

r_2 – радиус обрабатываемой поверхности равен 42 мм;

f – параметр подвижности для кулачков с кольцевыми канавками, который равен 0,16» [17].

«Коэффициент запаса K определим согласно [23] равным 2,16. Тогда сила зажима:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 92 \cdot 42}{0,16 \cdot 19,5} = 3096 \text{ Н.}$$

Далее определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки:

$$Q = K \cdot (W_z + W_1) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \phi\right), \quad (18)$$

где $K = 1,05$ » [9]; α – «угол конуса цанги;

ϕ – угол трения между цангой и втулкой;

W_1 – сила зажима лепестков цанги» [19].

Для «расчета силы зажима трех лепестков цанги используем выражение:

$$W_1 = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{\Delta \cdot s \cdot D^3}{L^3}, \quad (19)$$

где Δ – зазор между цангой и заготовкой;

s – толщина лепестка цанги;

D – диаметр лепестка цанги;

L – длина лепестка цанги» [4].

Соответственно получим:

$$W_1 = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 19,5^3}{36^3} = 191 \text{ Н.}$$

«Тогда получим:

$$Q = 1,05 \cdot (3096 + 191) \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{15^\circ}{2} + 5^\circ 50' \right) = 818 \text{ Н.}$$

Для обеспечения усилия в 818 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа» [10].

Определим «диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (20)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9» [15].

Тогда «получим:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{818}{0,4 \cdot 0,9}} = 55,7 \text{ мм.}$$

Согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее стандартное к расчетному значение для диаметра штока 80 мм» [11].

«Ход штока поршня определим по формуле:

$$h_{ш} = S_{ш} \cdot i_n, \quad (21)$$

где $S_{ш}$ – ход лепестков цанги;

i_n – передаточное число по перемещению.

$$S_{ш} = T + \Delta_{ГАР} + \Delta S_p, \quad (22)$$

где T – допуск на размер $\varnothing 19,5$ равен 0,084 мм;

$\Delta_{ГАР}$ – гарантированный зазор равен 0,1 мм;

ΔS_p – запас хода цанги равен 0,08 мм» [12].

Тогда «получим:

$$S_{II} = 0,084 + 0,1 + 0,08 = 0,26 \text{ мм};$$

$$i_n = \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \operatorname{ctg} 7,5^\circ = 7,6;$$

$$h_{uu} = 0,26 \cdot 7,6 = 1,976 \text{ мм}.$$

Принимаем ход лепестков цанги 2 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь» [11]. «Важную роль играет правильный выбор станочных приспособлений – базирующих устройств, установочных плит, тисков, патронов и других элементов оснастки. Современные тенденции предполагают широкое применение быстрозажимных и автоматизированных приспособлений с гидравлическим или пневматическим приводом» [24], что значительно сокращает вспомогательное время на установку-закрепление заготовки и повышает общую производительность труда.

3.2 Проектирование инструментального оснащения

Современные режущие инструменты изготавливаются из быстрорежущих сталей, твёрдых сплавов, керамических материалов и сверхтвёрдых композитов (PCBN, CBN), что обеспечивает высокую производительность обработки при сохранении требуемого качества поверхности.

«Примем основные параметры для резца и пластины, которые указаны в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Параметры резца

Материал	HRC	$\varphi, ^\circ$	h, мм	b, мм	h ₁ , мм	L, мм
40X	40...45	93	25	25	25	115

В таблице 7 указаны: твердость (HRC), главный угол в плане (ϕ), рабочая высота (h), ширина державки (b), высота державки (h_1), длина (L)» [11].

Таблица 6 – Параметры пластины

Твердый сплав	Передний угол γ , °	Задний угол α , °
T15K6	10	5

«Расчет показал, что величина вылета резца составляет 31 мм, Учитывая, полученное значение составляющей силы резания 1250 Н, величина изгибающего момента будет составлять 2852 Н, величина момента сопротивления изгибу 2604 мм³, величина напряжения изгиба в державке составляет 1,1 МПа и величина допустимого напряжения на изгиб 1,1 МПа» [16].

В разделе «проведено проектирование станочного и инструментального оснащения технологической обрабатывающей системы, которая реализует спроектированный технологический процесс изготовления детали. Станочное оснащение представлено в разделе в виде цангового патрона, а инструментальное оснащение в виде проходного резца» [11].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В разделе «проведем анализ технического объекта на предмет обеспечения его безопасности и экологичности. В разделе будем рассматривать для проведения мероприятий наиболее трудоемкие и потенциально опасные технологические операции:

- токарная;
- фрезерная;
- шлифовальная;
- сверлильная» [7].

«Рассмотрим технологический процесс изготовления обоймы-кулачка передаточного механизма. При производстве детали в технологическом процессе предусмотрен комплекс технического и технологического оснащения. Он состоит из оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента. Технический объект реализуется с помощью использования технологического оборудования» [7], представленного в таблице 2.

«В процессе механической обработки используются в качестве материала для заготовки сталь 40Х ГОСТ 4543-2016, смазывающая охлаждающая жидкость, ветошь и другие вспомогательные материалы. При проведении работ по изготовлению детали в технологическом процессе предусмотрены профессиональные рабочие места. Для выбранных технологических операций – это оператор станков с ЧПУ. Технологический процесс реализуется организационно и технически на производственном участке, который оснащен необходимым оборудованием. Для реализации годовой программы выпуска детали применяется двусменный режим работы» [7].

«Идентификация опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке проводится по локальному нормативному документу, устанавливающему порядок идентификации экологических

аспектов, промышленных опасностей и потенциальных рисков. Использование метода предполагает построение показателей с помощью математических моделей и репрезентативных статистических данных» [7].

«Идентификация и оценка рисков осуществляется путем сбора сведений о процессе деятельности. В процессе идентификации и оценки рисков учитывают: проблемы (источники как внешние, так и внутренние), связанные с качеством процессов деятельности/продукции; обычную и нерегулярную деятельность; оптимальный технологический режим, режимы останова и пуска, инциденты, аварии; инфраструктуру, сырье, материалы; деятельность соседних подразделений/предприятий, подрядчиков и потребителей; условия труда (шум, вибрация, вредные вещества в рабочей зоне); воздействие на окружающую среду (стоки, выбросы, отходы); происшествия (инциденты, несчастные случаи, аварии), как уже имевшие место на предприятии, так и реально прогнозируемые» [7].

«В качестве потенциальных рисков можно выделить: неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов; падение предметов, падение на скользкой поверхности, неадекватное поведение лиц, пожар, авария, заболевание персонала» [7].

«К причинам возможной реализации перечисленных рисков можно отнести: неисправность оборудования; чрезвычайная ситуация природного и техногенного характера; сон на рабочем месте, ошибки проектирования; внос, употребление запрещенных веществ (легковоспламеняющиеся жидкости и другие материалы, запрещенные к свободному обороту); психическое заболевание; пандемия. Это может привести к травме или заболеванию вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов» [7].

«Выявленные потенциальные риски вносятся в реестр. С реестрами рисков знакомят всех рабочих, на которых он распространяется под роспись в листе (журнале) ознакомления. При необходимости реестры рисков

вывешиваются на информационных досках, размещаются в электронной обменной папке. Реестр рисков хранится у разработчика не менее трех лет. Для снижения рисков необходимо обеспечить: точное соблюдение норм технологического регламента и выполнение требований инструкций по рабочим местам и по охране труда; исправность оборудования, арматуры, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов, систем аварийной сигнализации и защитных блокировок; немедленное устранение любой утечки горючих и агрессивных газов и жидкостей» [7].

«Для снижения рисков необходимо соблюдать нормы технологического регламента и выполнять требования инструкций по рабочим местам; регулярная проверка СИЗ на состояние работоспособности и комплектности. Назначить локальным нормативным актом ответственное лицо за учет выдачи СИЗ и их контроль за состоянием, комплектностью» [7]. «Запрещается пользоваться неисправным ручным инструментом: молотками, зубилами и тому подобное, не отвечающим требованиям техники безопасности, гаечными ключами несоответствующих размеров, с разбитыми или разогнутыми губками, со сбитой рабочей гранью. При обслуживании машин и механизмов с электрическим приводом необходимо соблюдать меры электробезопасности. Все токоведущие части должны быть закрыты, и исключен доступ к частям, находящимся под напряжением. Все движущиеся части машин и приводов должны иметь надежное и исправное ограждение. Не допускается эксплуатация машин без защитных ограждений» [7].

Также «необходимо снабдить производственный участок следующими инженерными системами: системой вентиляции; системой холодоснабжения; системой отопления; системой водоснабжения; системой канализации; системой энергоснабжения; системой контроля загазованности; системой пожарной сигнализации; системой охранной сигнализации» [7].

«Возникновение пожара на объекте можно отнести к наиболее вероятным источникам возникновения аварийных ситуаций техногенного характера. Пожар возможен на производственном участке. Распространение

пожара будет происходить по горючей облицовке стен, через технологические отверстия в стенах в смежные помещения, и на кровлю здания. Линейная скорость распространения огня может составлять 0,6 – 1,0 м/мин. Спасение пострадавших осуществляется пожарными, а также работниками предприятия. Для оказания первой помощи пострадавшим используется оборудование автомобиля скорой помощи» [7].

«Самым рациональным способом для тушения возможного пожара будет способ тушения и охлаждения сплошными постоянными струями воды. Подачу воды производить от гидрантов через насосы пожарных автомобилей. Начинать тушить установки под напряжением можно только после получения сообщения об их отключении от сети электропитания. Организация тушения пожара регламентируется соответствующим приказом № 444 МЧС России от 16 октября 2017 года. Таким образом, опасный фактор возможного пожара на техническом объекте можно отнести к классу D и E соответственно горение металлов, металлосодержащих веществ и горение технического объекта пожара, который находится под напряжением электрического тока» [7].

«Помещения производственного участка оборудованы пожарной сигнализацией, состоящая из дымовых пожарных извещателей «AJAX FireProtect Plus». Извещатели подключены последовательно в один шлейф. Дополнительно все эвакуационные пути оснащены ручными пожарными извещателями ИПР-Р2. Все автоматические извещатели закреплены на перекрытиях, а ручные на стенах и конструкциях на высоте 1,5 метра от пола. Оборудованием, которое считывает показания извещателей является приемно-контрольный прибор «AJAX Hub Plus»» [7].

Для «снижения рисков необходимо: соблюдение правил противопожарного режима; инструктаж и периодическая проверка знаний. Также необходимо снабдить производственный участок следующими инженерными системами: системой вентиляции; системой холодоснабжения; системой энергоснабжения; системой контроля загазованности; системой пожарной сигнализации; системой охранной сигнализации. Необходимо

оснащение производственного участка первичными средствами пожаротушения такими как: пожарным гидрантом, огнетушителями, емкостями с песком, пожарными веревками, карабинами, респираторами, противогазами, баграми, лопатами и топорами. Также необходима пожарная сигнализация, автоматическая система пожаротушения, первичные средства пожаротушения» [7].

К «наиболее вероятным источникам возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера можно отнести выделение токсических испарений, масляного тумана, металлической стружки. Для снижения рисков экологического характера на атмосферу необходимо создание и использование фильтрационных систем вентиляции производственного участка; на гидросферу необходимо создание и использование локальной многоступенчатой очистки сточных вод; на литосферу необходимо разделение, сортировка и утилизация на полигонах отходов» [7].

Техника безопасности представляет собой многогранную систему мер, направленных на создание безопасной рабочей среды и предотвращение производственных травм. Это не просто набор правил, а тщательно проработанная стратегия защиты человека в условиях современного производства.

Каждое предприятие инвестирует значительные ресурсы в обеспечение безопасности труда. Ключевую роль играет служба охраны труда, которая подчиняется главному инженеру и отвечает за комплексный подход к безопасности. Специалисты этой службы разрабатывают регламенты, контролируют их исполнение и проводят обучение персонала.

Комплексный подход к безопасности включает следующие направления работы: модернизация оборудования – постоянное совершенствование конструкций машин и механизмов для минимизации рисков травматизма; защитные системы – установка современных ограждений, защитных экранов и предохранительных устройств на всех производственных агрегатах; комфортные условия – обеспечение оптимальной освещенности, вентиляции,

микроклимата и чистоты рабочих зон; предотвращение аварий – внедрение систем защиты от взрывов, утечек, разгерметизации, короткого замыкания и других опасных ситуаций; обучение персонала – проведение вводного инструктажа, регулярных тренингов и тестирования знаний по безопасности; информационное обеспечение – размещение наглядных пособий, схем эвакуации и инструкций в местах потенциального риска.

Культура безопасности формируется не только за счет организационных мер, но и через осознанное отношение каждого работника. Пренебрежение правилами может привести к серьезным последствиям. Именно поэтому так важно не только знать, но и строго соблюдать все требования безопасности, ведь от этого зависит здоровье и жизнь как самого работника, так и его коллег.

Безопасность на производстве – это не просто набор правил, а основа успешной и эффективной работы каждого сотрудника. Актуален лозунг: ваша безопасность – в ваших руках!

Первоочередные требования: новый вид работ требует обязательного дополнительного инструктажа. Лучше уточнить детали, чем рисковать здоровьем; сосредоточенность – ключевой фактор безопасности. Отключить телефон, не отвлекаться на посторонние разговоры и не отвлекать других работников.

Современные технологии значительно повышают уровень безопасности на производстве, но их эффективность напрямую зависит от грамотности персонала. Регулярные инструктажи, тренировки по эвакуации и постоянное обучение – это фундамент безопасной работы.

В разделе проведены мероприятия по увеличению степени безопасности технического объекта, а также предлагаются мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – «рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса. Произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений» [13].

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема изменений процесса производства представлена на рисунке 5.

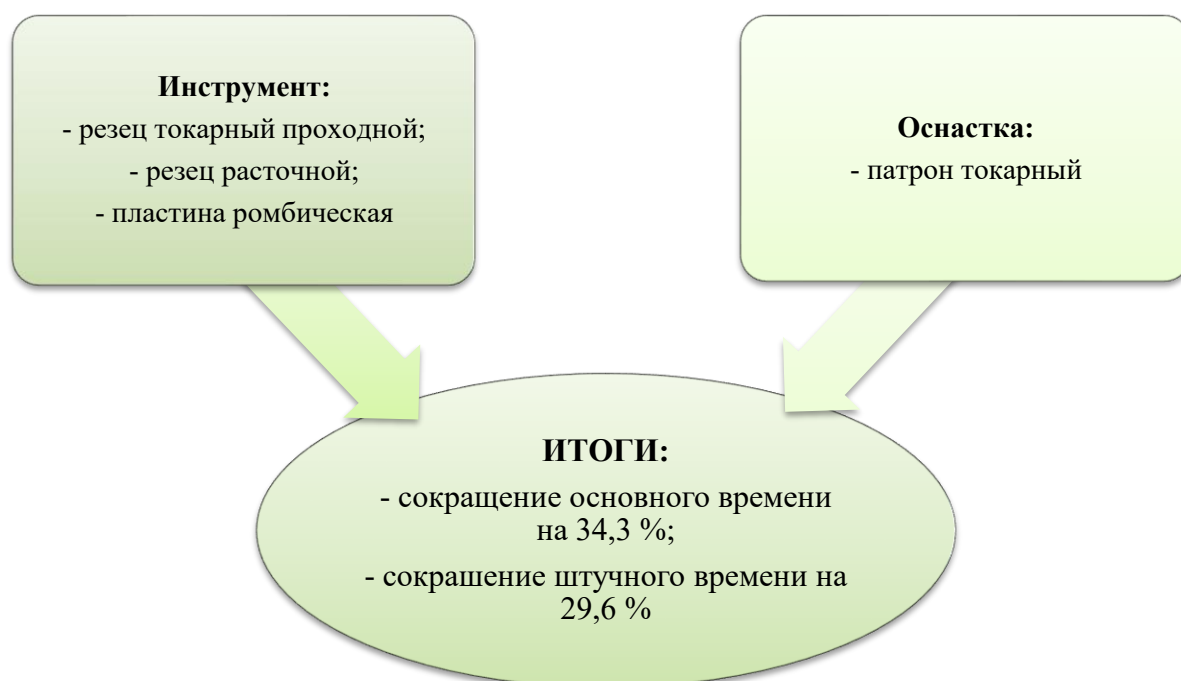


Рисунок 5 – Обобщенная схема изменений процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [13]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 6.

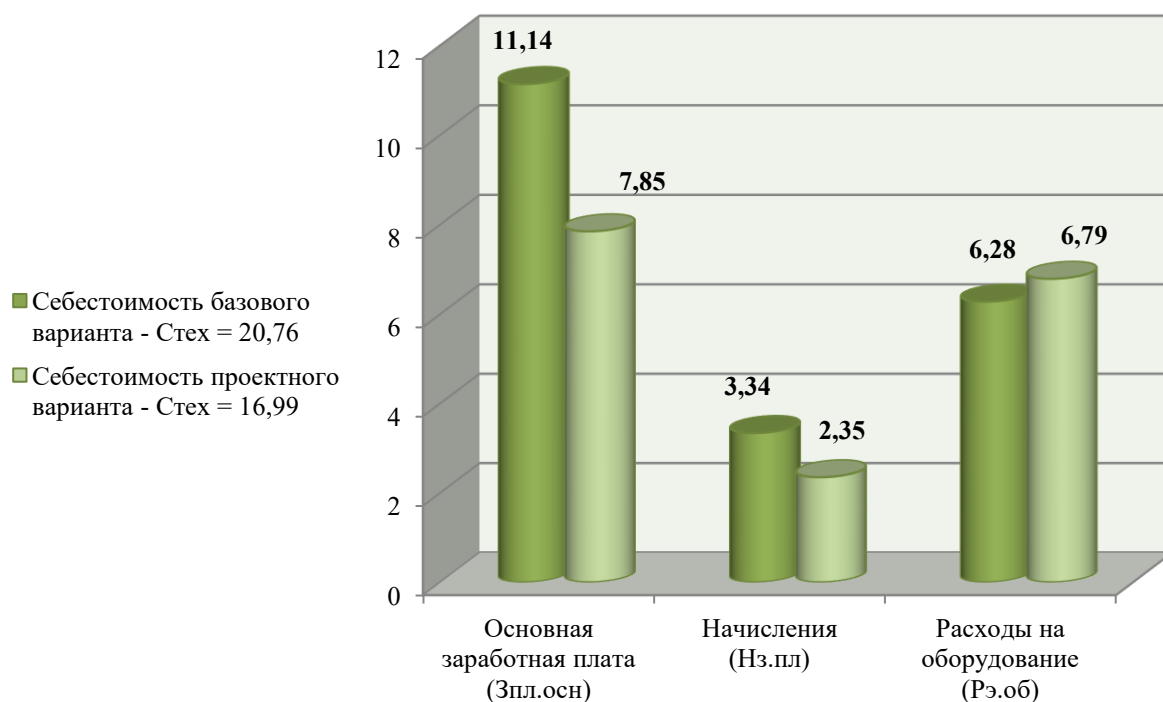


Рисунок 6 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

Из рисунка 6 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которая составляет около 50 процентов от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет около 15 процентов, также в обоих вариантах.

После выполнения всех требуемых вычислений, следующим шагом является определение объема капиталовложений в данный процесс производства, иначе говоря, требуется оценить необходимый масштаб инвестиций. Для этого «прибегнем к методике расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса. По причине того, что изменения технологического процесса касаются лишь инструмента и оснастки, масштаб инвестиций будет основываться на частичном перечне затрат. Это будут: затраты на проектирование ($K_{пр}$), оснастку (K_o), инструмент ($K_{и}$) и корректировку программного обеспечения

(К_{к.пр.о})» [13]. На изображении ниже (рисунок 7) четко изложены цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

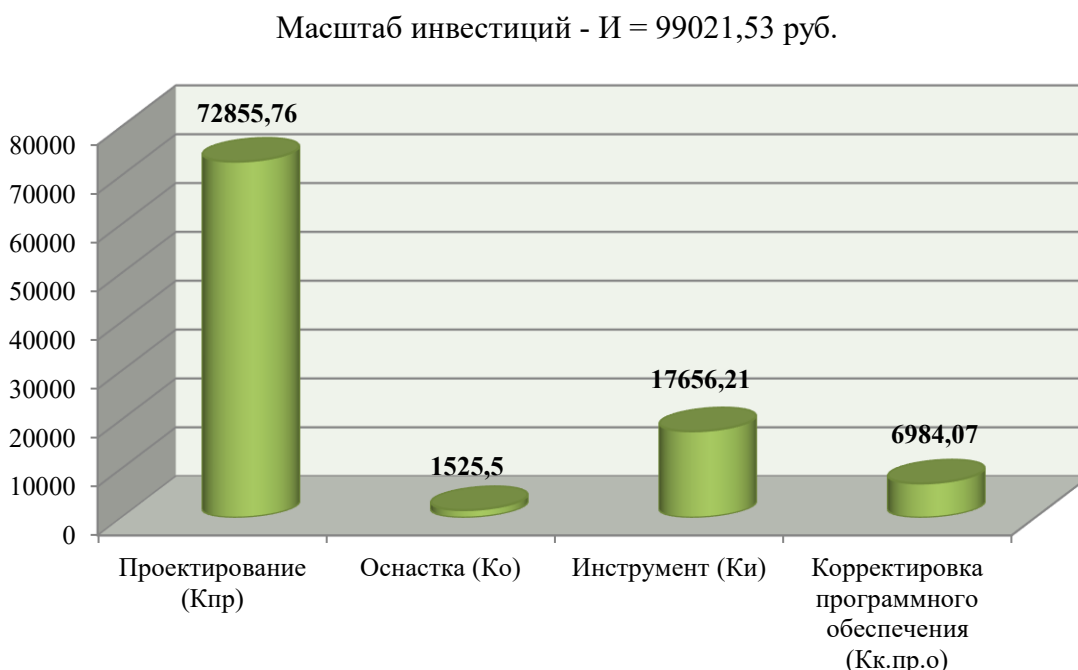


Рисунок 7 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Анализ данных рисунка 7 показывает, что подавляющая часть инвестиций (73,6 процентов) приходится на проектирование. В то же время, затраты на оснастку составляют лишь 1,6 процента, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: «чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта. Расчет выполняется в соответствии с методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 8» [13].

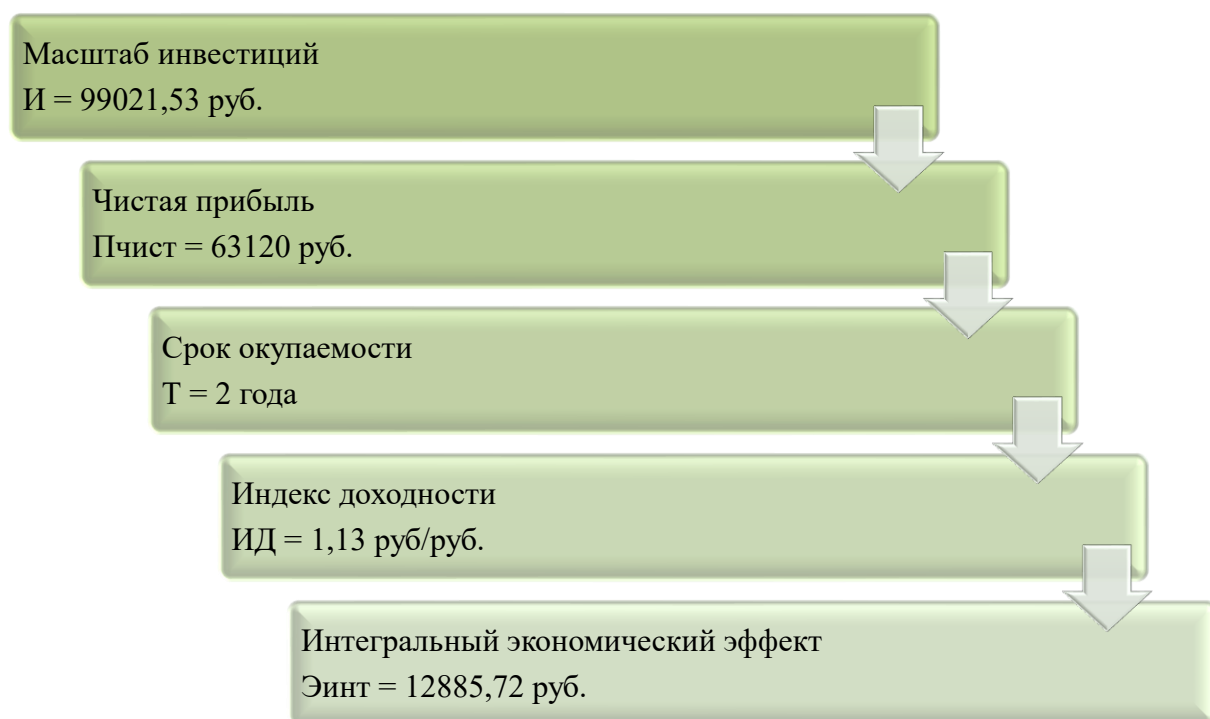


Рисунок 8 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

В разделе, основываясь на проделанных расчетах, можно сделать заключение об эффективности данного технологического процесса. Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 12885,72 рублей.

Заключение

Поставленная в работе цель достигнута – получены практические навыки в области разработки технологических процессов механической обработки деталей на примере обоймы-кулачка, а также комплексное изучение современных научно-технических достижений и передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии машиностроения, связанных с совершенствованием процессов механической обработки деталей, выбором и применением эффективных средств технологического оснащения, а также методов контроля качества.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие задачи: проведен анализ методов получения заготовок, средств технологического оснащения; изучен отечественный и зарубежный опыт организации и совершенствования производства аналогичных изделий; проведен патентный поиск и анализ патентной документации с целью выявления существующих технических решений, а также определены направления для дальнейших исследований и разработок; сформированы обоснованные предложения по совершенствованию технологического процесса изготовления выбранной детали.

Показана технологичность выбранной детали. Проведено проектирование заготовки, для чего выбрать способ ее получения на основе экономических сравнительных расчетов. Определены наличие, порядок и последовательность необходимых для изготовления детали технологических операций. Для выполнения операций определен маршрут и состав современных средств технологического оснащения. Проведены расчеты режимов резания и норм времени. Предложены все необходимые мероприятия по увеличению степени безопасности при реализации предлагаемой технологии, связанные с охраной труда и окружающей среды. Доказана экономическая целесообразность предложений по совершенствованию разработанного технологического процесса изготовления обоймы-кулачка.

Список используемой литературы и 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: 13.04.2025).
2. Аверченков В.И. Технология машиностроения: сборник задач и упражнений: учебное пособие / В.И. Аверченков и др.; под общей редакцией В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. – М. : Инфра-М, 2016. 288 с.
3. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
4. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения : учебник / О.М. Балла. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. –392 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143241> (дата обращения: 15.03.2025).
5. Балашов В.М. Проектирование машиностроительных производств: учебное пособие / В.М. Балашов, В.В. Мешков. – Старый Оскол: ООО ТНТ, 2018. 200 с.
6. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
7. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно- методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
8. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.
9. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
10. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.

11. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
12. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 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: 25.05.2025).
14. Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.
15. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
16. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
17. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
18. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
19. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
20. Торопов Ю.А. Припуски, допуски и посадки гладких цилиндрических соединений. Припуски и допуски отливок и поковок: справочник / Ю.А. Торопов. – СПб. : Издательство «Профессия», 2017. 598 с.

21. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.
22. Химический состав и физико-механические свойства стали 40X [Электронный ресурс]. – https://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X? (дата обращения: 14.03.2025).
23. Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013. 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.
24. Bryant M.D. Entropy and dissipative processes of friction and wear – FME Transactions, 2009. № 37(2) – pp.55–60.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
										01101.24205		1		3					
Разраб.	Кузин				ТТУ						XXXX.XXXX								
Пров.	Гуляев										10141.00001								
Н. Контр.	Гуляев												Цех	Уч.	РМ	Опер	010		
Наименование операции				Материал		твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД					
4110 Токарная				Сталь 40Х		180 НВ	166	5,59	Ø211х96,4				9,21	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ									
SAMAT 135 NC				XXXXXX		0,910	0,647	17	1,250	Укринол- 1									
Р						ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V						
01							мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин						
02О	Установить и снять заготовку																		
03Т	396111XXX- патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80																		
04О	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-5																		
05Т	392110XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																		
06Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																		
07Р		XX	103,4	38	2,0	1	0,25	450	146										
08Р		XX	111,4	61	2,0	1	0,25	420	146										
09Р		XX	111,4/208	50	2,0	1	0,25	220	146										
10																			
11																			
12																			
ОКП																			

Продолжение Приложения А

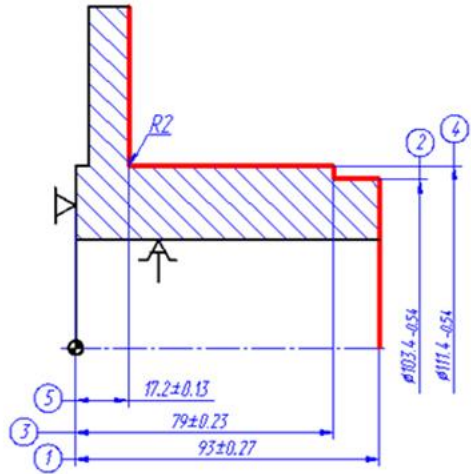
Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

01101.24205										1		1				
Разраб.	Кузин			ТГУ						XXXX.XXXX						
Пров.	Гуляев									10141.00001						
Н. Контр.	Гуляев			Обойма							Цех	Уч.	РМ	Опер		
														010		





КЭ
1

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
										01101.24205		2		3					
Разраб.	Кузин									ТГУ						XXXX.XXXX 10141.00001			
Пров.	Гуляев																		
Н. Контр.	Гуляев									Обойма				Цех	Уч.	РМ	Опер	065	
Наименование операции				Материал				твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД			
4132 Внутршлифовальная				Сталь 40Х				180 НВ	166	5,59	Ø211х96,4				9,21	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ							
3К227В				XXXXXX				0,519	0,644	21	1,270	Укринол- 1							
Р					ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V						
01					мм		мм	мм			мм/ход		об/мин	м/мин					
02О	1. Установить и снять заготовку																		
03Т	396111XXX- патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3-3843-77																		
04О	2. Шлифовать отв, выдерж. разм. 1																		
05Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 50х40х15 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																		
06Т	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84; 393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																		
07Р					XX	65	90	0,07	1	0,005	170	35							
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
ОКП																			

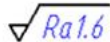
Продолжение Приложения А

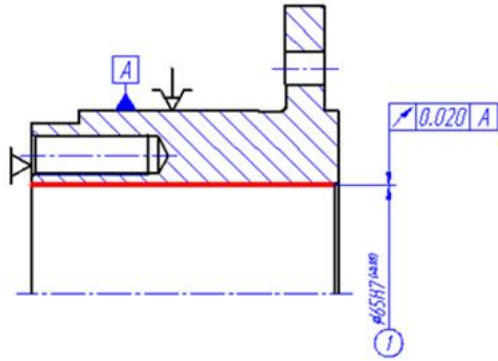
Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

01101.24205										1		1					
Разраб.		Кузин		ТГУ						XXXX.XXXX							
Пров.		Гуляев								10141.00001							
Н. Контр.		Гуляев		Обойма										Цех	Уч.	РМ	Опер
																	065





КЭ

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

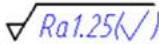
Дубл.																							
Взам.																							
Подп.																							
										01101.24205		3		3									
Разраб.	Кузин				ТГУ						XXXX.XXXX												
Пров.	Гуляев										10141.00001												
										Обойма										Цех	Уч.	РМ	Опер
Н. Контр.	Гуляев																	070					
Наименование операции					Материал		твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД								
4131 Круглошлифовальная					Сталь 40Х		180 НВ	166	5,59	Ø211х96,4				9,21	1								
Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ												
3Т153F1					XXXXXX		0,319	0,826	24	1,250	Укринол- 1												
Р					ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V											
01					мм	мм	мм	мм/мин	об/мин	м/мин													
02О	1. Установить и снять заготовку																						
03Т	396111XXX- патрон цанговый самоцентрирующий ОСТ 3-3843-77																						
04О	2. Шлифовать пов., выдерж. разм. 1-3																						
05Т	391810XXX- шлифовальный круг 1 450х85х203 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																						
06Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																						
07Т	393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																						
08Р	XX				110	75	0,07	1	1,0/0,25	100	35												
09																							
10																							
11																							
12																							

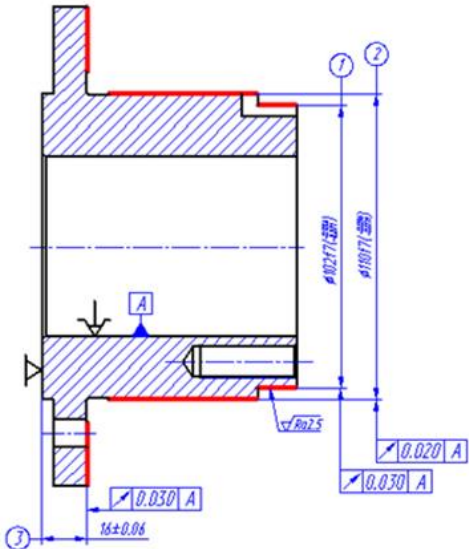
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																								
Взам.																								
Подп.																								
										01101.24205				1		1								
Разраб.	Кузин				ТГУ										XXXX.XXXX									
Пров.	Гуляев														10141.00001									
										Обойма										Цех	Уч.	PM	Опер	
Н. Контр.										Гуляев														070





Technical drawing of a sleeve (Обойма) showing a cross-section with dimensions and surface texture requirements. The drawing includes a central bore with a diameter of $\phi 102.71^{+0.09}_{-0.08}$ and an outer diameter of $\phi 108.71^{+0.08}_{-0.08}$. The total height is 16 ± 0.06 . Surface texture requirements are specified as $Ra 1.25$ for the outer surface and $Ra 0.20$ and $Ra 0.30$ for the inner surface. A feature 'A' is indicated on the inner surface.

КЭ