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 корпуса делительного механизма

Обучающийся А.Б. Вернер _____
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)

Руководитель канд. техн. наук, доцент В.А. Гуляев
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты А.Н. Кирюшкина
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

М.А. Кривова
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

В работе показана технология изготовления корпуса делительного механизма. Поставлена цель работы – сформировать умение моделирования технических объектов и технологических процессов, составления и ведения конструкторско-технологической документации; изучить возможности использования различного технологического оборудования для получения одних и тех же конструктивных элементов конкретной детали в рамках производственных возможностей базового предприятия, а также сформировать предложения по повышению эффективности изучаемого процесса путем применения экономически и технологически более выгодного оборудования.

В работе решаются следующие задачи: проведен литературный обзор технического объекта; проведен патентный обзор технического объекта; разработан перечень необходимых средств для моделирования разрабатываемого процесса; разработан перечень необходимых средств для проведения экспериментальных исследований; выполнена конструкторско-технологическая документация оборудования для проведения технологического процесса; скорректировано техническое задание, согласно разработанного перечня необходимых средств и конструкторско-технологической документации; подобран перечень необходимых средств для проведения научных исследований разрабатываемого процесса или проведения работ по выявлению недостатков применяемого в настоящее время предприятием технологического процесса; выполнены научные исследования и проведены необходимые мероприятия по выявлению недостатков существующего техпроцесса; проанализированы полученные результаты. Предложенные изменения обоснованы экономически. Показаны мероприятия по повышению экологической безопасности и охране труда.

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 32
3 Проектирование средств технологического оснащения 34
3.1 Проектирование станочного приспособления 34
3.2 Проектирование инструментального оснащения 37
4 Безопасность и экологичность технического объекта 41
5 Экономическая эффективность работы 46
Заключение 50
Список используемой литературы и используемых источников 51
Приложение А Технологическая документация 53

Введение

«Современное машиностроение представляет собой высокотехнологичную отрасль, объединяющую в себе как вековые традиции производства, так и новейшие технологические разработки» [19], что позволяет создавать всё более совершенные машины и механизмы.

В современных условиях развития машиностроения особую актуальность приобретает совершенствование технологических процессов изготовления деталей машин и механизмов. Важное место в этом процессе занимает разработка оптимальных технологических решений для производства корпусных деталей, к которым относится корпус делительного механизма – одна из наиболее распространенных и важных деталей в машиностроении. В современных экономических условиях производство машиностроительной продукции требует применения современного высокотехнологичного оборудования. Это позволяет существенно сократить эксплуатационные затраты, а соответственно – время на изготовление продукции, и в итоге максимально снизить себестоимость продукции и увеличить ее конкурентоспособность. Таким образом, изучение возможности использования различного технологического оборудования для получения одних и тех же конструктивных элементов детали является актуальной задачей для проектно-технологической деятельности.

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. Выбор конкретных средств зависит от масштаба работы, типа используемых материалов и уровня детализации моделирования.

Для проведения экспериментальных исследований процесса

изготовления детали необходим следующий набор средств: оборудование и инструмент (современные станки и станочные комплексы, высокопроизводительный инструмент, измерительные датчики), материалы, инструменты анализа (координатно-измерительные машины, термографические камеры, механические стенды для испытаний прочности), программное обеспечение. Правильно подобранные средства позволяют оптимизировать параметры получения заготовки, повысить качество изделий и снизить количество брака. Это особенно важно для предприятий, работающих в условиях высокой конкуренции и стремящихся к улучшению производственных процессов.

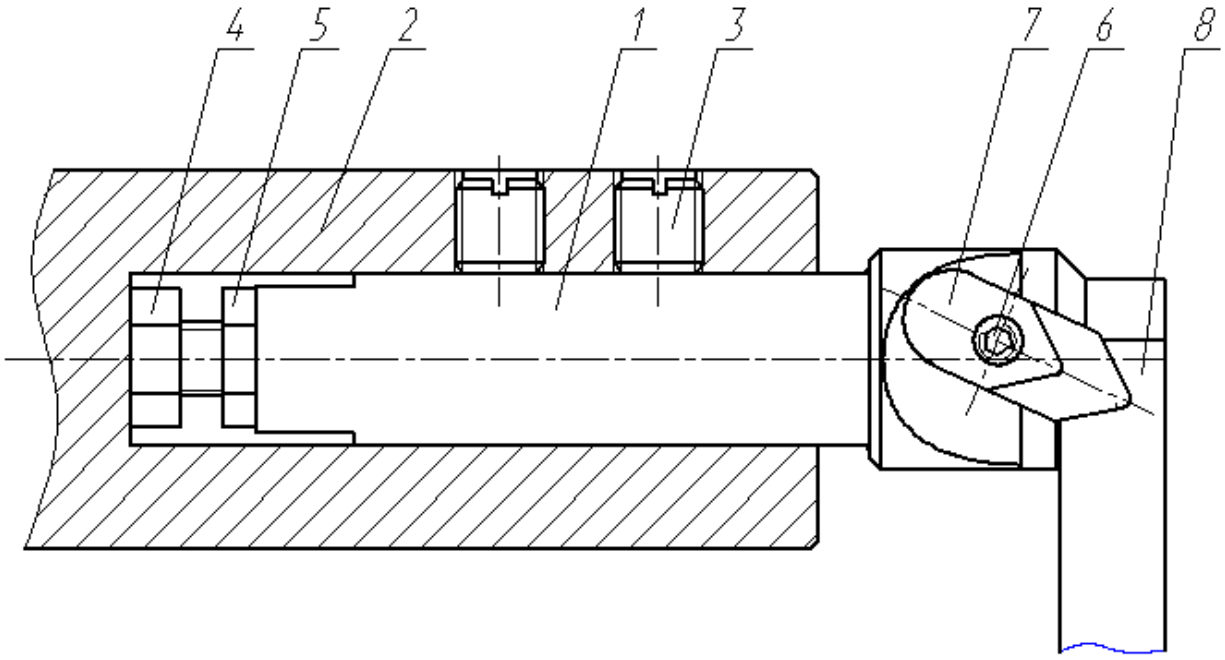
Особое внимание необходимо уделить качеству конструкторско-технологической документации, используемой в технологическом процессе. Она должна быть подробной и четкой, чтобы обеспечить корректную работу оборудования и высокое качество продукции. Она включает: конструкторскую документацию (чертежи узлов и деталей, спецификации материалов и комплектующих), технологическую документацию (процессные карты, инструкции по эксплуатации и обслуживанию).

Правильно составленная документация позволяет оптимизировать производственные процессы, снизить количество брака и обеспечить безопасную работу оборудования. Это особенно важно для предприятий, занимающихся массовым производством. Для минимизации технологических недостатков необходимо: оптимизировать процессы (использовать программное моделирование для предварительного анализа), подбирать качественные материалы (обеспечить правильную подготовку сырья), внедрять экологические технологии (установить системы переработки отходов и очистки воздуха), использовать автоматические системы контроля качества. Правильная организация процесса и выбор оборудования помогут снизить влияние недостатков и повысить эффективность производства изделий.

1 Анализ исходных данных и постановка задач работы

1.1 Анализ служебного назначения и технологичности детали

Делительный механизм является основным элементом в редукторе. Назначение механизма сводится к преобразованию вращательного движения от «привода, обладающего низким крутящим моментом и высокой скоростью вращения, в медленное вращение с увеличенным моментом вращения. Часть делительного механизма» [1] показана на рисунке 1.



1 – корпус механизма поворота; 2 – оправка; 3 – винты для крепления; 4 – болт для фиксации; 5 – гайка для фиксации; 6 – винт; 7 – прихват; 8 – рабочий узел

Рисунок 1 – Часть делительного 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/м^3; 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.

Проведем нумерацию поверхностей, составляющих деталь «Корпус» делительного механизма для последующей их «систематизации и классификации. Процедура показана на рисунке 2.

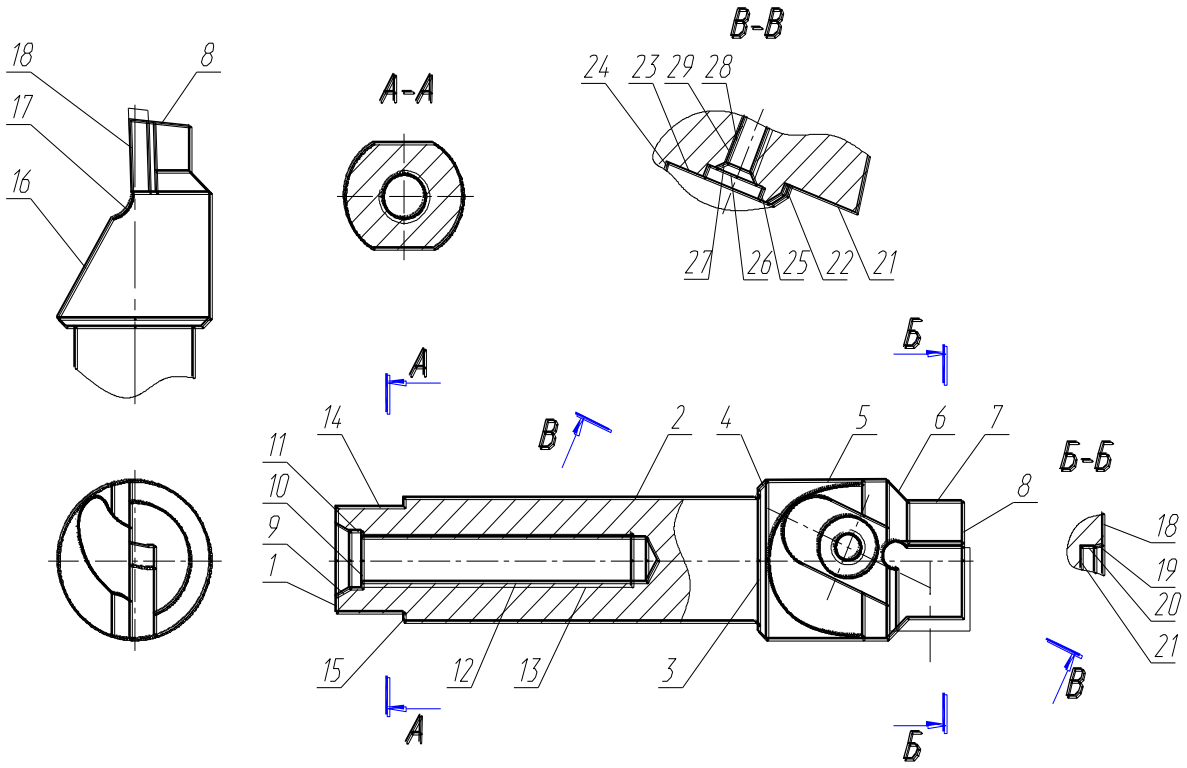


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей» [4]

«Основные конструкторские базы – поверхность 2.

Вспомогательные конструкторские базы – поверхности 13, 14, 23, 24 и 29.

Исполнительные поверхности – поверхности 20 и 21.

Все остальные поверхности свободные» [16].

Оптимальная геометрия 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 объёмов 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

Цель работы – сформировать умение моделирования технических объектов и технологических процессов, составления и ведения конструкторско-технологической документации; изучить возможности использования различного технологического оборудования для получения одних и тех же конструктивных элементов конкретной детали в рамках производственных возможностей базового предприятия, а также внесение предложений по повышению эффективности изучаемого процесса путем применения экономически и технологически более выгодного оборудования.

Задачи работы: провести литературный обзор технического объекта; провести патентный обзор технического объекта; разработать перечень необходимых средств для моделирования разрабатываемого процесса; разработать перечень необходимых средств для проведения экспериментальных исследований; выполнить конструкторско-технологическую документацию оборудования для проведения

технологического процесса; скорректировать техническое задание, согласно разработанного перечня необходимых средств и конструкторско-технологической документации; собрать перечень необходимых средств для проведения научных исследований разрабатываемого процесса или проведения работ по выявлению недостатков применяемого в настоящее время предприятием технологического процесса; выполнить научные исследования или провести необходимые мероприятия по выявлению недостатков существующего техпроцесса; изучить конструктивные особенности и технические требования к детали; проанализировать существующие методы механической обработки деталей; «разработать технологический процесс изготовления детали; произвести необходимые технологические расчеты; подобрать оборудование и технологическую оснастку» [16]; определить режимы резания; рассчитать нормы времени на операции; изучить производственную структуру механического цеха; ознакомиться с системой управления качеством на предприятии; разработать мероприятия по совершенствованию технологического процесса; проанализировать полученные результаты.

В «разделе показана технологичность конструкции детали и возможность ее изготовления. Поставлены все необходимые и достаточные задачи для достижения поставленной цели проектирования. В последующих разделах работы будут представлены решения поставленных задач и их визуализация в виде конструкторско-технологической документации» [5].

2 Технологическая часть

2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

Для начала проектирования технологического процесса в обязательном порядке необходимо определить 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» [4]. В случае с деталью «корпус» массой 0,08 кг, при годовом общем выпуске одного типоразмера деталей в количестве 5000 штук, можно сделать вывод о применении среднесерийного производства. Рассмотрим два метода получения заготовки – с помощью штамповки и проката» [2].

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.

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.

«Масса $M_{Ш}$ штамповки:

$$M_{Ш} = M_{Д} \cdot K_{Р}, \quad (1)$$

где $M_{Д}$ – масса детали, кг;

$K_{Р}$ равен 1,35.

$M_{Ш} = 0{,}08 \cdot 1{,}35 = 0{,}108$ кг.

Масса проката:

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

где V – объем, мм^3;

γ – плотность, кг/мм^3» [16].

«Размеры заготовки:

$$d_{ПР} = d_{Д}^{max}, \quad (3)$$

где $d_{Д}^{max}$ – максимальный диаметр, мм.

$d_{ПР} = 20 \cdot 1{,}05 = 21$ мм.

$d_Д^{max}$ равен 21 мм.

$$l_{ПР} = l_Д^{max}, \quad (4)$$

где $l_Д^{max}$ – максимальная длина, мм.

$l_{ПР} = 76{,}6 \cdot 1{,}05 = 80{,}43$ мм.

$l_Д^{max}$ равна 81 мм» [16].

«Объем:

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

$V = \frac{3{,}14}{4} \cdot 21^2 \cdot 81 = 28041$ мм^3.

Тогда

$M_{ПР} = 28041 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-6} = 0{,}22$ кг» [16].

«Себестоимость [9]:

$$C_Д = C_З + C_{МО} - C_{ОТХ}, \quad (6)$$

где $C_З$ – цена заготовки;

$C_{МО}$ – цена механической обработки;

$C_{ОТХ}$ – цена стружки» [16].

«Стоимость штамповки:

$$C_З = C_Б \cdot M_Ш \cdot K_Т \cdot K_{СЛ} \cdot K_В \cdot K_М \cdot K_П, \quad (7)$$

где $C_Б$ – цена 1 кг, руб./кг;

$M_Ш$ – масса, кг;

Коэффициенты по:

$К_Т$ – точности;

$К_{СЛ}$ – сложности;

$К_В$ – массе;

$К_М$ – материалу;

$К_П$ – серийности» [16].

«Выбираем из [16] $С_Б$ равно 13,44 руб./кг, $К_Т$ равно 1,0, $К_{СЛ}$ равно 0,77, $К_В$ равно 1,14, $К_М$ равно 1,18 и $К_П$ равно 1,0

Тогда:

$C_З = 13{,}44 \cdot 0{,}108 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}77 \cdot 1{,}14 \cdot 1{,}18 \cdot 1{,}0 = 18{,}30$ руб.

Стоимость:

$$C_{МО} = (M_Ш - M_Д) \cdot C_{УД}, \quad (8)$$

где $C_{УД}$ – съем 1 кг материала, руб./кг» [16].

«Удельные затраты:

$$C_{УД} = C_С + E_Н \cdot C_К. \quad (9)$$

Выбираем из [16] $Е_Н$ равно 0,16, $С_С$ равно 17,8 руб./кг и $C_К$ равно 39,2 руб./кг.

$C_{МО} = (M_Ш - M_Д) \cdot C_{УД} = (0{,}108 - 0{,}08) \cdot (17{,}8 + 0{,}16 \cdot 39{,}2) =$

$= 0{,}67$ руб.

Вычислим $C_{ОТХ}$

$$C_{ОТХ} = (M_Ш - M_Д) \cdot Ц_{ОТХ}. \quad (10)$$

$Ц_{ОТХ}$ равна 0,48 руб./кг.

$C_{ОТХ} = (0{,}108 - 0{,}08) \cdot 0{,}48 = 0{,}01$ руб.

$C_Д = 18{,}30 + 0{,}67 - 0{,}01 = 18{,}96$ руб» [10].

«Стоимость:

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

где $C_{МПР}$ – стоимость 1 кг равная 14,4 руб./кг;

$C_{ОЗ}$ – отрезка, руб.

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

где $C_{ПЗ}$ – затраты на рабочем месте 36,2 руб./ч.

$T_{ШТ}$ определим по формуле:

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

где T_0 – машинное время, мин;

$\phi_К$ – коэффициент, учитывающий оснастку.

Примем $\phi_К$ равным 1,5, а T_0:

$$T_0 = 0.19 \cdot d_{ПР}^2 \cdot 10^{-3}_{.} \text{» [16]} \quad (14)$$

В итоге:

$T_0 = 0{,}22$ руб.

$T_{ШТ} = 0{,}33$ руб.

$C_{ОЗ} = 0{,}20$ руб.

$C_{ПР} = 3{,}37$ руб.

$C_{МО} = 0{,}67$ руб.

$C_{ОТХ} = 0{,}01$ руб.

$C_Д = 18{,}96$ руб.

«Коэффициент использования материала:

$$K_{ИМ} = \frac{M_Д}{M_З}. \quad (15)$$

Штамповка: $K_{ИМ} = \frac{0,08}{0,108} = 0,74.$

Прокат: $K_{ИМ} = \frac{0,08}{0,22} = 0,36.$

Годовой экономический эффект:

$$Э_Г = (C_{Д_Ш} - C_{Д_{ПР}}) \cdot N_Г, \quad (16)$$

где $C_{Д_Ш}$ – штамповка;

$C_{Д_{ПР}}$ – прокат.

Тогда

$Э_Г = (18,96 - 4,8) \cdot 5000 = 70800$ руб.

Прокат выгоднее штамповки» [16].

На следующем этапе проектирования «для выбранного типа производства необходимо определить припуски на точные поверхности. Воспользуемся расчетно-аналитическим методом определения припусков Расчетные данные с количественными показателями значений припусков» [5] показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Припуски

«Поверхности	Операция	Припуск, мм
1-3	010	1,6 max
5-8	015	1,8 max
1-3	020	0,3
5-8	025	0,3
2	030	0,075
2	065	0,025» [2]

«На рисунке 3 показан эскиз спроектированной заготовки с применением данных таблицы 1.

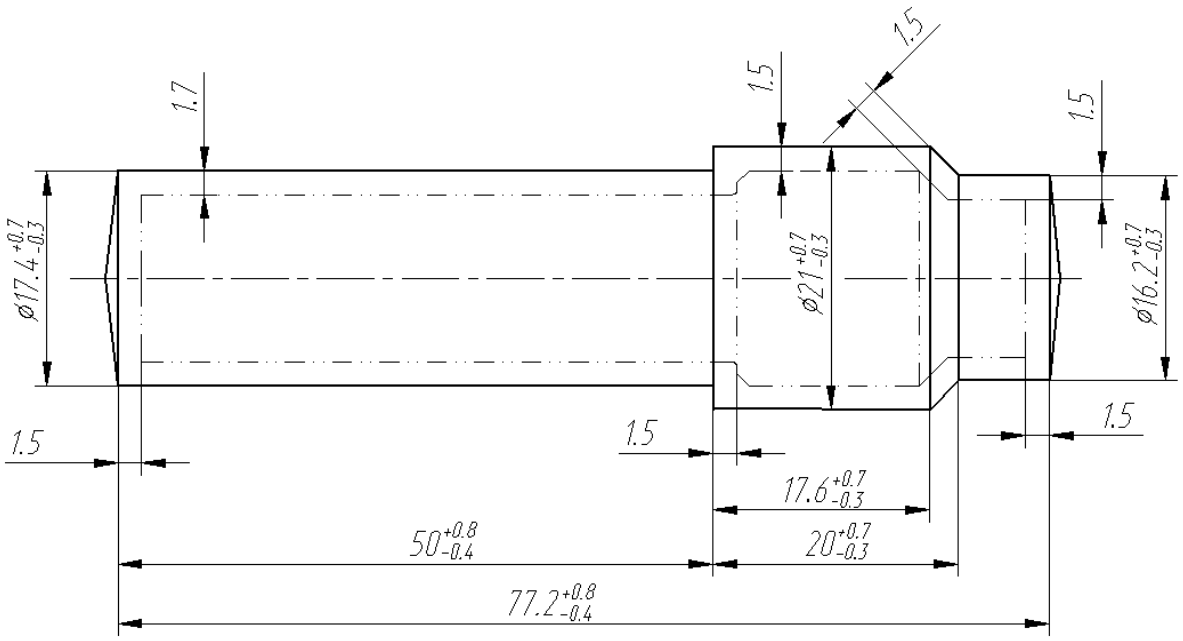


Рисунок 3 – Эскиз заготовки

Далее покажем в какой последовательности обрабатываются поверхности детали» [7].

Поверхность под номером 1, представляющая собой плоскость, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности» [16] и 2 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 6,3 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до «десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 1,6 миллиметров до 0,3 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16].

Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,2.

Поверхность под номером 2, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, чернового шлифования на бесцентрово-шлифовальной черновой операции 030, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на бесцентрово-шлифовальной чистовой операции 065, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности. При точении и шлифовании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 1,25 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 1,6 миллиметров до 0,025 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,25 микрометра и шестой квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 3,2.

Поверхность под номером 3, представляющая собой плоскость, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 5 поверхности и 8 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности» [16] и 2 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 6,3 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до «десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 1,6 миллиметров до 0,3 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16].

Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,2.

Поверхность под номером 4, представляющая собой конус, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности» [16] и 2 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 6,3 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до «десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 1,6 миллиметров до 0,3 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,2.

Поверхность под номером 5, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 1 поверхности» [16] и 2 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 6,3 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до «десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 1,6 миллиметров до 0,3 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,2.

Поверхность под номером 6, представляющая собой конус, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 015,

базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 025, базируясь по 1 поверхности» [16] и 2 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 6,3 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до «десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 1,6 миллиметров до 0,3 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,2.

Поверхность под номером 7, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 015, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 025, базируясь по 1 поверхности» [16] и 2 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 6,3 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до «десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 1,6 миллиметров до 0,3 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,2.

Поверхность под номером 8, представляющая собой плоскость, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 015, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 025, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности» [16], и финишной закалки. При точении последовательно

достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 1,6 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. При точении и фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 1,8 миллиметров до 0,075 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,6 микрометра и шестой квалитет точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 3,4.

Поверхность под номером 9, представляющая собой конус, «выполняется в результате сверления на сверлильной операции 035, базируясь по 2 поверхности и 8 поверхности и финишной закалки. При сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета точности до десятого квалитета точности. При сверлении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 10, представляющая собой плоскость, «выполняется в результате сверления на сверлильной операции 035, базируясь по 2 поверхности и 8 поверхности и финишной закалки. При сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета точности до десятого квалитета точности. При сверлении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 11, представляющая собой цилиндр, «выполняется в результате сверления на сверлильной операции 035, базируясь по 2 поверхности и 8 поверхности и финишной закалки. При сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета точности до десятого квалитета точности. При сверлении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 12, представляющая собой цилиндр, «выполняется в результате сверления на сверлильной операции 035, базируясь по 2 поверхности и 8 поверхности и финишной закалки. При сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета точности до десятого квалитета точности. При сверлении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 13, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате развертывания на сверлильной операции 035, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При развертывании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета точности до «десятого квалитета точности. При развертывании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем

показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 14, «представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до четырнадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 15, «представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до четырнадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 16, «представляющая собой конус, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету

точности до четырнадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 17, «представляющая собой поверхность сложной геометрии, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до четырнадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 18, «представляющая собой плоскость, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до четырнадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра» [16]. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по «шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый квалитет точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 19, представляющая собой плоскость, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь

по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до четырнадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый квалитет точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 20, представляющая собой плоскость, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности» [16] и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до «десятого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 21, представляющая собой плоскость, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности» [16] и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до «десятого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 22, представляющая собой плоскость, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности» [16] и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до «десятого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 23, «представляющая собой плоскость, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до одиннадцатого квалитета точности» [16]. «При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и одиннадцатый квалитет точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 24, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 040, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до одиннадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по

шероховатости 6,3 микрометра и одиннадцатый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 25, представляющая собой плоскость, «выполняется в результате сверления на сверлильной операции 035, базируясь по 2 поверхности и 8 поверхности и финишной закалки. При сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета точности до десятого квалитета точности. При сверлении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 26, представляющая собой плоскость, «выполняется в результате сверления на сверлильной операции 035, базируясь по 2 поверхности и 8 поверхности и финишной закалки. При сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета точности до десятого квалитета точности. При сверлении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 27, представляющая собой конус, «выполняется в результате сверления на сверлильной операции 035, базируясь по 2 поверхности и 8 поверхности и финишной закалки. При сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету

точности от двенадцатого квалитета точности до десятого квалитета точности. При сверлении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 28, представляющая собой цилиндр, «выполняется в результате сверления на сверлильной операции 035, базируясь по 2 поверхности и 8 поверхности и финишной закалки. При сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета точности до десятого квалитета точности. При сверлении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону до 1,6 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности» [16]. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 29, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате развертывания на сверлильной операции 035, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При развертывании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета точности до десятого квалитета точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Далее проводится моечная операция и проводится контроль наиболее точных поверхностей с повышенными техническими требованиями.

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 – «абразивно-отрезной станок СИ-30, токарно-винторезный станок с ЧПУ ТС16А20Ф3, бесцентрово-шлифовальный полуавтомат 3М182А, станок сверлильно-фрезерно-расточной вертикальный с ЧПУ и АСИ 2С150ПМФ4, горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ СТЦ 63-90 А (650Н5)» [16]. Средства технологического оснащения показаны в таблице 2. 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.

Таблица 2 – СТО

Операция	«Оборудование	Оснастка	Режущий инструмент	Мерительный инструмент» [1]
005	«абразивно-отрезной СИ-30	УНП с призмами ГОСТ 12195-66	шлифовальный круг ГОСТ Р	штангенциркуль ШЦ2-250-0,1 ГОСТ 166-80
010, 015, 020, 025	токарно-винторезный с ЧПУ ТС16А20Ф3	патрон токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий	резец токарный проходной.	шаблоны ГОСТ 2534-73, калибр-скоба ГОСТ 18355-73
030	бесцентрово-шлифовальный п/а 3М182А	нож опорный (в комплекте станка)	круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007	калибр-скоба ГОСТ 18355-73
035	станок сверлильно-фрезерно-расточной вертикальный с ЧПУ и АСИ 2С150ПМФ4	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66	сверло комбинированное Р6М5К ОСТ 2И21-1-76 машинный метчик ГОСТ 3266-81 Р6М5К5 фреза концевая ГОСТ 17025-71 Р6М5К5	шаблон ГОСТ 2534-73 калибр-пробка ГОСТ14827-69
040	горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ СТЦ 63-90 А (650Н5)	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66	фреза концевая ГОСТ 17025-71 Р6М5 сверло комбинированное Р6М5К ОСТ 2И21-1-76 метчик машинный ГОСТ 3266-81 Р6М5К5	шаблон ГОСТ 2534-73
065	бесцентрово - шлифовальный п/а 3М182А	нож опорный (в комплекте станка)	круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007	калибр-скоба по ГОСТу 18355-73» [6]

Детальная информация по технологическому оснащению находится в технологической документации, которая показана в приложении А в таблице А.1. Здесь показана конструкторско-технологическая документация, которая содержит графическую и текстовую информацию.

2.2 Проектирование технологических операций

«Расчет проведем для 020 токарной операции, где применяется оборудование – станок модели ТС16А20Ф3 токарно-винторезный. Инструмент выбираем из таблицы 7 – проходной резец с механическим креплением ОСТ 2.И.10.1-83, пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)» [16]. «Припуск – 0,3 мм. Перемещение инструмента – 0,15 мм/об. Данные по режимам резания» [16] и нормам времени приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Режимы резания

«Операция	S, мм/об	t, мм	V, м/мин	n, об/мин
010	0,30	1,6	93	2000
015	0,15 0,15	0,3 0,3	83 113	2000 2000
020	0,15	0,3	89	2000
025	0,30 0,30	1,8 1,2	87 117	2000 2000
030	1,8	0,075	27	34
035	0,2 0,15 0,5	1,0 2,7/4,2 0,5	38 27 9	800 1000 500
040	0,25 0,1 0,05 0,05 0,05 0,08 0,05 0,5	5max 6max 2.9max 2.9max 1.0 1.75 1.5 0.5	31 31 20 19 12 18 27 6	500 1250 2000 2000 2000 1600 1250 500
065	1,0	0,025	35	45» [11]

«Результат расчетов режимов резания по технологическим операциям, составляющим весь технологический процесс изготовления корпуса механизма поворота и соответственно норм времени показал полную целесообразность предлагаемого выбора всех необходимых средств технологического оснащения полностью» [17].

Таблица 4 – Нормы времени (в минутах)

«Операция	T_0	T_B	$T_{ОП}$	$T_{ОБ,О\cdot т}$	$T_{П-З}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{ШТ-К}$
010	0,120	0,666	0,786	0,047	17	0,833	236	0,905
015	0,205	0,548	0,753	0,045	17	0,798	236	0,840
020	0,078	0,628	0,706	0,042	17	0,748	236	0,820
025	0,217	0,666	0,883	0,053	17	0,936	236	1,008
030	0,092	0,363	0,455	0,042	12	0,497	236	0,548
035	0,828	0,851	1,679	0,101	30	1,780	236	1,907
040	1,331	1,136	2,467	0,148	42	2,615	236	2,792
065» [14]	0,085	0,363	0,448	0,040	12	0,488	236	0,538

В разделе «приведена 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» [3]. Расширенная информация по разделу показана в Приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1, которая содержит графическую и текстовую информацию.

3 Проектирование средств технологического оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

В разделе для 020 операции «проведем расчет для выбранных параметров обработки клинового патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке. Ранее при проектировании 020 операции получено значение главной составляющей силы резания 116 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].

Проведем «расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков. Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется с помощью выражения:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (17)$$

где K – запас;

P_Z – составляющая силы резания;

d_1 – диаметр обрабатываемой поверхности равный 325,3 мм;

d_2 – диаметр поверхности, по которой происходит зажим равный также 325,3 мм;

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

«Коэффициент запаса K определим согласно» [12] равным 2,5. Тогда сила зажима:

$$W_z = \frac{2{,}5 \cdot 326 \cdot 325{,}3}{0{,}16 \cdot 325{,}3} = 5093 \text{ Н}.$$

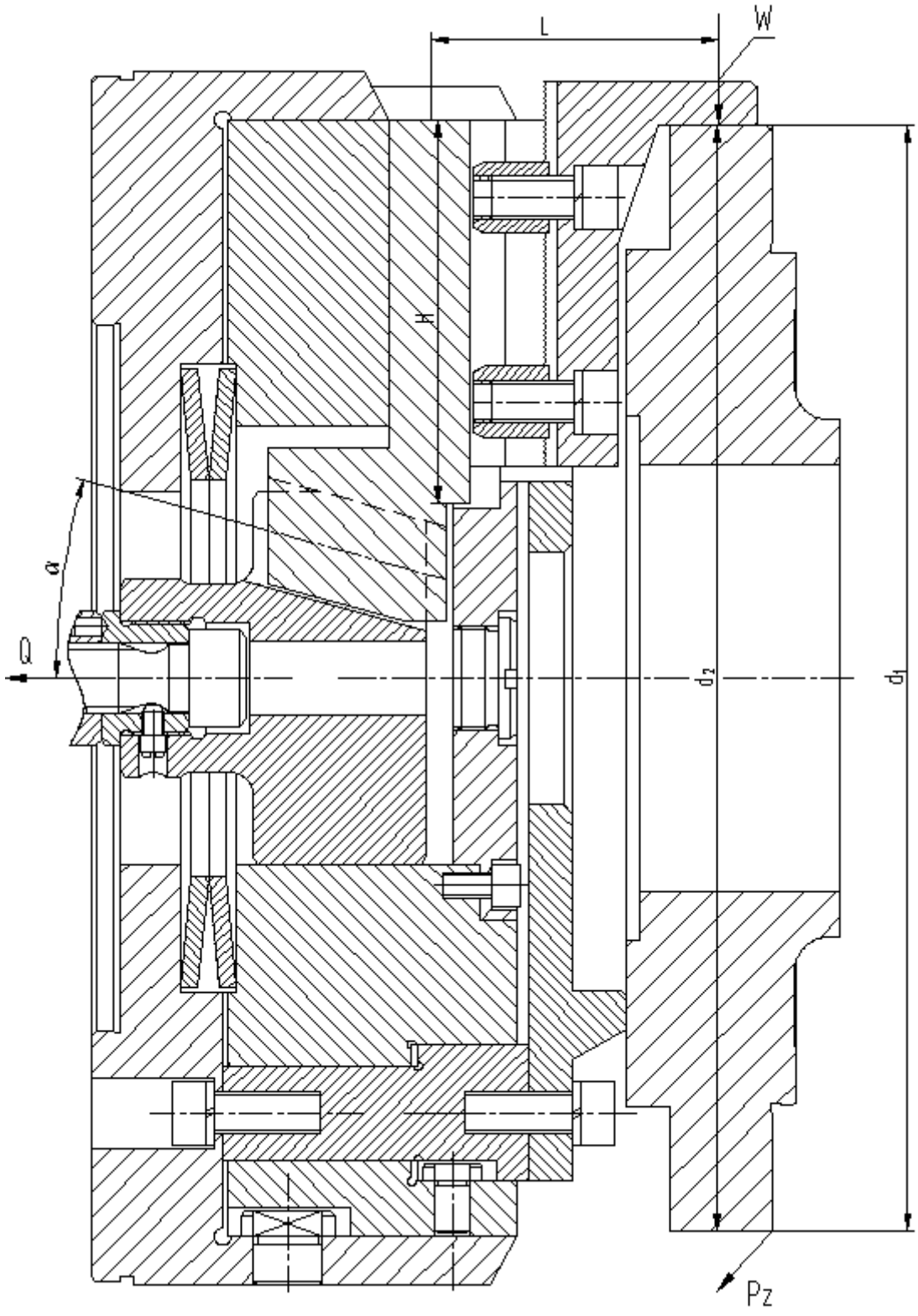


Рисунок 4 – Расчетная схема

Для определения «силы зажима, которая осуществляется сменными кулачками, в отличие от постоянных кулачков, используем выражение:

$$W_1 = \frac{W}{1-3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (18)$$

где f_1 – препятствующий коэффициент скольжению равен 0,1 [19];

L – вылет кулачка равен 84 мм;

H – длина направляющей кулачка равна 112 мм» [10].

Тогда получим

$W_1 = \frac{5093}{1-3 \cdot 0{,}1 \cdot (84/112)} = 6571$ Н.

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

$$Q = (P + W_1) \cdot tg(\alpha + \phi), \quad (19)$$

где P – усилие тарельчатых пружин равно 2500 Н;

α – скашивающий угол направляющих;

ϕ – угол трения» [13].

Тогда получим:

$Q = (2500 + 6571) \cdot tg(15^0 + 5^0 43') = 3430$ Н.

«Патроны данного типа имеют три радиальных паза, их особенность в том, что одновременно с закреплением заготовки происходит центрирование. Кулачки синхронно движутся по спиральным траекториям при действии усилия, приложенного точечно торцевым рычагом или ключом (зависит от механизма передачи в конструкции)» [7].

Для обеспечения усилия в 3430 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» [18].

«Диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу, определяется согласно выражения:

$$D = 1{,}17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (20)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9» [4].

Тогда получим:

$D = 1{,}15 \cdot \sqrt{\frac{3430}{0{,}4 \cdot 0{,}9}} = 114{,}2$ мм.

В заключении расчета станочного приспособления «согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значение для диаметра штока 200 мм, ход кулачков патрона 3 мм и ход штока цилиндра 8 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь» [13].

3.2 Проектирование инструментального оснащения

Сформируем перечень средств моделирования процесса оптимизации режущего инструмента. Цель: разработка модели, позволяющей оптимизировать геометрию, материал и условия эксплуатации режущего инструмента. Необходимые ресурсы: программное обеспечение для компьютерного моделирования (например, ANSYS, SolidWorks, CATIA, Autodesk Inventor); базы данных по материалам (например, MatWeb, CES EduPack) для выбора оптимальных материалов; программы для расчета нагрузок и напряжений (например, MATLAB, Abaqus); системы автоматизированного проектирования (САПР) для создания 3D-моделей инструмента; программы для симуляции процессов резания (например, DEFORM, AdvantEdge). Ставим задачу для получения необходимой

информации для экспериментальных исследований: Проведение экспериментальных исследований с целью оценки эффективности предложенных усовершенствований. Для успешного проведения экспериментальных исследований требуются следующие средства: испытательный стенд, оснащенный станком с ЧПУ для тестирования сверл; система датчиков, обеспечивающая измерение сил резания, температуры и вибрации. В состав системы входят тензометрические датчики, термопары и акселерометры; оборудование для микроскопического анализа поверхности сверла, например, электронный микроскоп; инструменты для измерения износа сверла, включающие профилометры и микроскопы; материалы для изготовления опытных образцов сверл, такие как твердые сплавы, керамика и покрытия; оборудование для нанесения защитных покрытий, например, методом PVD или CVD; программное обеспечение для сбора и обработки данных, например, LabVIEW. Целю исследования являются документы для проекта модернизации объекта исследований и разработка комплекта конструкторско-технологической документации, необходимой для производства и проведения испытаний усовершенствованного сверла. Для исследования необходимо получить следующие документы: чертежи сверла, которые должны включать полную информацию о размерах, допусках и материалах; технологическая карта изготовления сверла, которая описывает все этапы производственного процесса, включает в себя используемые оборудование и режимы обработки станка; программа для ЧПУ для проведения испытаний, которая обеспечивает автоматизированное управление станком во время работы и испытаний; методика проведения экспериментальных исследований, которая устанавливает порядок проведения испытаний, включает в себя размерные параметры и условия проведения испытаний; протоколы испытаний, которые должны зафиксировать полученные данные измерений параметров: сила резания, температура, износ в ходе испытаний; результаты моделирования и экспериментальных исследований, которые содержат анализ полученных

данных, выводы о работе и эффективности улучшенного режущего инструмента. Чертежи сверла содержат детальную информацию о размерных параметрах, допусках, отклонениях и материал. Технологическая карта изготовления сверла содержит этапы и операции по производству режущего инструмента. Программы для станка с ЧПУ при проведении испытаний, обеспечивает автоматизацию выполнение испытаний. Регламент экспериментальных исследований описывает порядок и условия проведения испытаний. Бланки испытания должны фиксировать полученные данные испытаний: сила резания, температуры и степень износа. Протокол по результатам моделирования и экспериментальных исследований подводят к итогам проведенных исследований и производят анализ полученных данных.

Предлагаемые методы моделирования позволяют оптимизировать геометрию канавок для достижения максимальной эффективности. Упрочняющие фаски и заточка с уменьшенными углами особенно актуальны для менее прочных твердосплавных сверл и сверл со сверхтвердыми синтетическими сплавами (например, на основе кубического нитрида бора или алмаза), позволяя компенсировать их меньшую прочность по сравнению с более износостойкими материалами.

Для оптического контроля геометрических параметров режущей кромки сверла предлагается использование специального контрольного приспособления. «В оптико-электронной измерительной системе НИИК-890 используются несколько моделей видеокамер в зависимости от параметров прибора, в котором она используется: – это VEC-245, VEC-535, SONY XCD-SX90CR. Наилучшие характеристики имеет камера VEC-535 [4]. Это наибольший размер матрицы и наименьший размер пикселя, а также самое наименьшее соотношение шумов к сигналу и более высокая светочувствительность. Оптическая система видеокамеры даёт десятикратное увеличение. Поле зрения объектива равно 30×30 мм. Линейные перемещения видеокамеры относительно измеряемого инструмента измеряются с помощью преобразователей линейных измерений модели Лир-7М и имеющих

дискретность 0,001 мм. На рисунке 5 представлена схема работы оптического энкодера закрытого типа» [18].

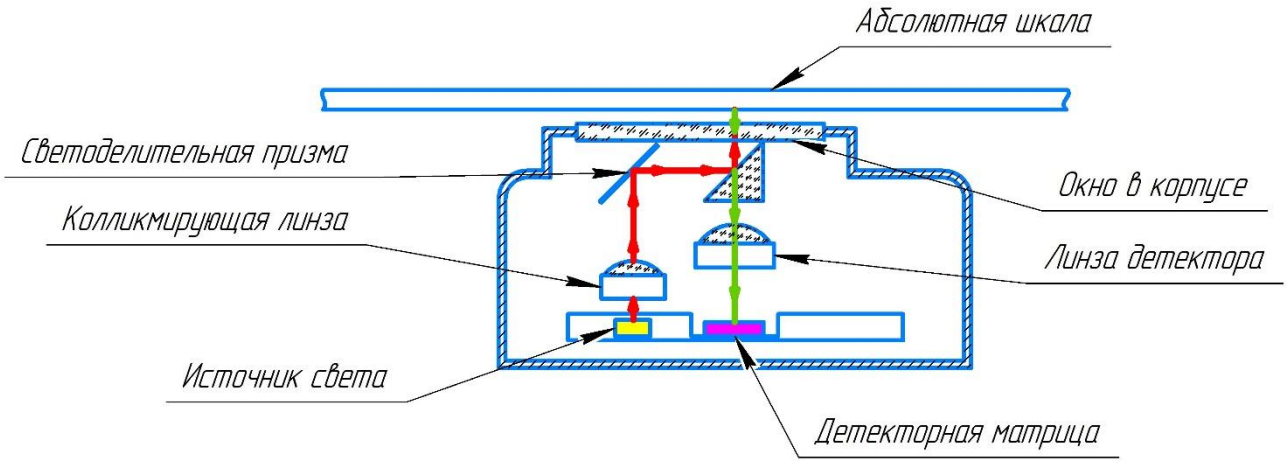


Рисунок 5 – Схема работы оптического энкодера закрытого типа

«Чтобы провести измерение выбранного инструмента, нужно предварительно закрепить его в шпинделе при необходимости применив соответствующее вспомогательное приспособление, запустить программу «стандартная оптическая схема», в окне программы нажать кнопку произвести измерение, навести камеру на измеряемый элемент с помощью маховиков каретки и траверсы, при этом вращая шпиндель для выявления крайнего положения, произвести захват кадра. В левом нижнем углу окна программы в соответствующих поля появятся значения по осям X и Z, что соответствует параметрам вылета и диаметра инструмента» [18].

В разделе «проведено проектирование станочного и инструментального оснащения технологической обрабатывающей системы. Станочное оснащение реализовано в виде патрона клинового, а инструментальное оснащение в виде контрольного приспособления» [11].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

«В качестве технического объекта, которому необходимо обеспечить безопасность и экологичность в разделе рассматривается технологический процесс изготовления корпуса механизма поворота. Для реализации изготовления детали в технологическом процессе предусмотрен комплекс технического и технологического оснащения. Он состоит из оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента. Рассматриваемый технический объект предусматривает использование следующего оборудования» [8]: «абразивно-отрезной станок СИ-30, токарно-винторезный станок с ЧПУ ТС16А20Ф3, бесцентрово-шлифовальный полуавтомат 3М182А, станок сверлильно-фрезерно-расточной вертикальный с ЧПУ» [15] «и АСИ 2С150ПМФ4, горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ СТЦ 63-90 А (650Н5). Также приспособления: УНП с призмами ГОСТ 12195-66, патрон токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий, нож опорный (в комплекте станка), СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66. Инструменты: круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007, сверло комбинированное Р6М5К ОСТ 2И21-1-76, машинный метчик ГОСТ 3266-81 Р6М5К5, фреза концевая» [13] «ГОСТ 17025-71 Р6М5К5, метчик машинный ГОСТ 3266-81 Р6М5К5, резец токарный проходной. Для наглядности в разделе будут рассматриваться наиболее трудоемкие и потенциально опасные технологические операции: абразивно-отрезная, токарная, фрезерная, сверлильная и бесцентрово-шлифовальная. В процессе механической обработки используются в качестве материала для заготовки сталь 40Х, 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 двусменного режима работы» [12].

«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» [8].

«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» [8].

«К причинам возможной реализации перечисленных рисков можно отнести: неисправность оборудования; чрезвычайная ситуация природного и техногенного характера; сон на рабочем месте/наркотическое или алкогольное опьянение, ошибки проектирования; внос, употребление запрещенных веществ (алкоголь, наркотики, психотропные, 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» [8].

«Все 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» [8]; «немедленное устранение любой утечки горючих и агрессивных газов и жидкостей. 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» [8]. «А также предлагается ряд мероприятий: обучение персонала по программе обучения работников в области ГО и защиты от ЧС природного и техногенного характера; инструктаж и проверка знаний, сбор и обработка статистики, принятие оперативных и других мер; соблюдение правил противопожарного режима; инструктаж и периодическая проверка знаний; работа в дистанционном формате; введение двухсменного режима работы; организация работы резервных смен; ограничение передвижения по территории предприятия; электронное согласование документов; использование защитных средств на предприятии (масок, перчаток, антисептических средств) » [8]. «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» [8]. «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. 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» [8].

«Наиболее вероятным источником возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера является 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» [8].

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. 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 безопасности технического объекта, а также предлагаются мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

В разделе необходимо «рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса. Произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений» [9].

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема изменений процесса производства представлена на рисунке 6.

Рисунок 6 – 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 [9]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 7.

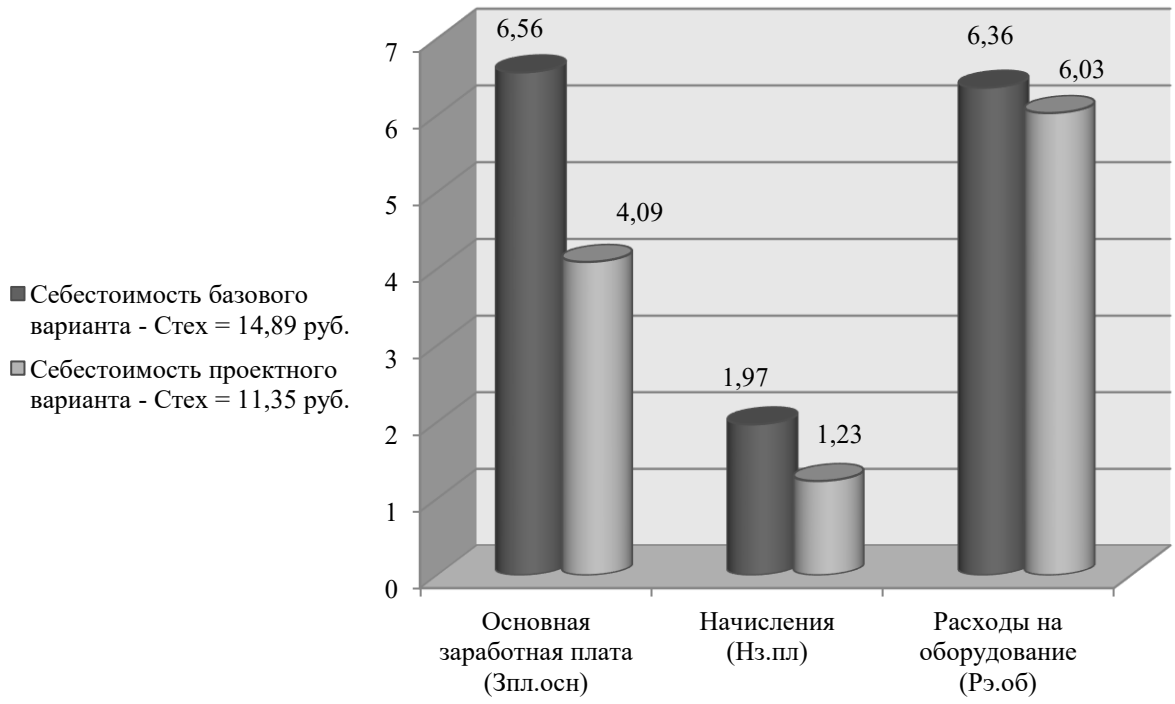


Рисунок 7 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

Из рисунка 7 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которая составляет около 40 процентов от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет около 12 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» [9]. 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 ($К_{ПР}$), оснастку ($К_{О}$), инструмент ($К_{И}$) и корректировку программного обеспечения

($К_{К.ПР.О}$)» [9]. На рисунке 8 визуально изложены цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

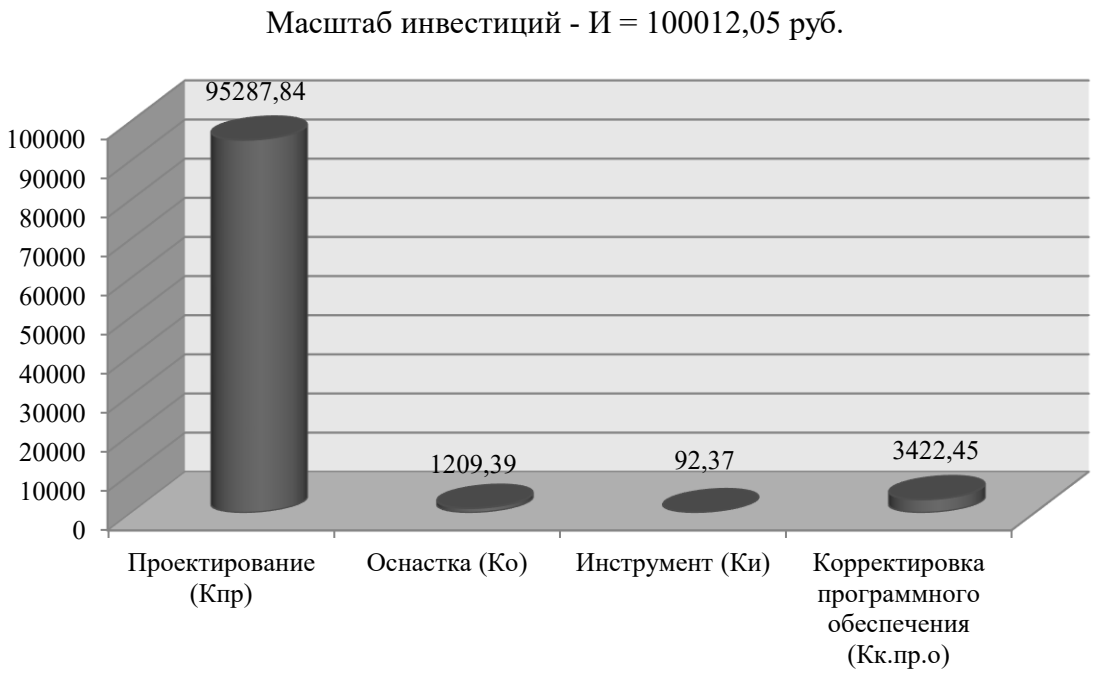


Рисунок 8 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Анализ данных рисунка 8 показывает, что подавляющая часть инвестиций (95,3 процента) приходится на проектирование. В то же время, затраты на инструмент составляют лишь 0,1 процента, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: «чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта» [9]. Расчет выполняется в соответствии с «методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [9]. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 9.

Рисунок 9 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

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 14879,84 рублей.

Заключение

В работе была достигнута поставленная цель – закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков в области разработки технологических процессов механической обработки деталей, а также сформировано умение моделирования технических объектов и технологических процессов, составления и ведения конструкторско-технологической документации; изучены возможности использования различного технологического оборудования для получения одних и тех же конструктивных элементов конкретной детали в рамках производственных возможностей базового предприятия, а также сформированы предложения по повышению эффективности изучаемого процесса путем применения экономически и технологически более выгодного оборудования.

Решены поставленные задачи работы: был детально изучен технологический процесс изготовления детали, включая анализ конструктивных особенностей, технических требований и методов механической обработки; проведен литературный обзор технического объекта; проведен патентный обзор технического объекта; проведены технологические расчеты, осуществлен подбор оборудования и оснастки, определены режимы резания и расчет норм времени, которые позволили создать оптимальный процесс изготовления детали. Изучение производственной структуры механического цеха и системы управления качеством на предприятии дало возможность разработать конкретные мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные технологические решения могут быть внедрены в производство, что позволит повысить эффективность изготовления деталей на реальном предприятии. Предложенные изменения обоснованы экономически. Показаны мероприятия для повышения безопасности выполнения технологического процесса.

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: 02.04.2025).

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: 10.05.2025).

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. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.

8. 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.

9. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.

10. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.

11. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.

12. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.

13. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

14. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.

15. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.

16. 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.

17. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.

18. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.

19. 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.

20. Химический состав и физико-механические свойства стали 40Х [Электронный ресурс]. – https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X? (дата обращения: 02.03.2025).

Приложение А
Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.				
Взам.				
Подп.				
		01101.25225	1	3
Разраб.	Вернер	ТГУ	XXXX.XXXX 10141.00001	
Пров.	Гуляев			
Н. Контр.	Гуляев	Корпус		

М01	Сталь 40ХГНМ ГОСТ 1414-75									
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
М02	-	166	0,08			0,38	41211XXX	∅21х76,6	1	0,21

А	цех Уч. РМ Опер. Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
А01	XXXXXX 005 4280 Абразивно-отрезная	ИОТ И 37.101.7419-85										
Б02	38132XXX СИ-30	2	17928	411	1Р	1	1	1	236	1	7	
03												
А04	XXXXXX 010 4110 Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93										
Б05	391148XXX ТС16А20Ф3	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	17	0,798
06												
А07	XXXXXX 015 4110 Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93										
Б08	391148XXX ТС16А20Ф3	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	17	0,748
09												
А10	XXXXXX 020 4110 Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93										
Б11	391148XXX ТС16А20Ф3	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	17	0,936
12												
А13	XXXXXX 025 4110 Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93										
Б14	391148XXX ТС16А20Ф3	2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1	17	0,833
МК												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.				
Взам.				
Подп.				
			2	3

А	цех Уч. РМ Опер. Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
А01	ХХХХХХ 030 4131 Бесцентрово-шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85										
Б02	38132ХХХ 3М182А	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	12	0,497
03												
А04	ХХХХХХ 035 4121 Сверлильная	ИОТ И 37.101.7111-89										
Б05	3816ХХХ 2С150ПМФ4	2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	30	1,780
06												
А07	ХХХХХХ 040 4260 Фрезерная	ИОТ И 37.101.7026-89										
Б08	3816ХХХ СТЦ 63-90 А	2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	42	2,615
09												
А10	ХХХХХХ 045 0100 Слесарная											
Б11	391758ХХХ 4407											
12												
А13	ХХХХХХ 050 0130 Моечная											
Б14	375698ХХХ КММ											
15												
А16	ХХХХХХ 055 0200 Контрольная											
17												
А18	ХХХХХХ 060 0511 Термическая											
МК												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.				
Взам.				
Подп.				
			3	3

А	цех Уч. РМ Опер. Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
А01	XXXXXX 065 4131 Бесцентрово-шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85										
Б02	38132XXX 3М182А	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	12	0,488
03												
А04	XXXXXX 070 0130 Моечная											
Б05	375698XXX КММ											
06												
А07	XXXXXX 075 0200 Контрольная											
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
МК												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.						
Взам.						
Подп.						
				01101.25225	1	1
Разраб.	Вернер	ТГУ		XXXX.XXXX 10141.00001		
Пров.	Гуляев					
Н. Контр.	Гуляев		Корпус		Цех Уч. РМ Опер	025

Наименование операции	Материал	твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
4110 Токарная	Сталь 40ХГНМ	190 НВ	166	0,08	∅21х76,6	0,21	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
ТС16А20Ф3	XXXXXX	0,12	0,666	17	0,833	Укринол- 1

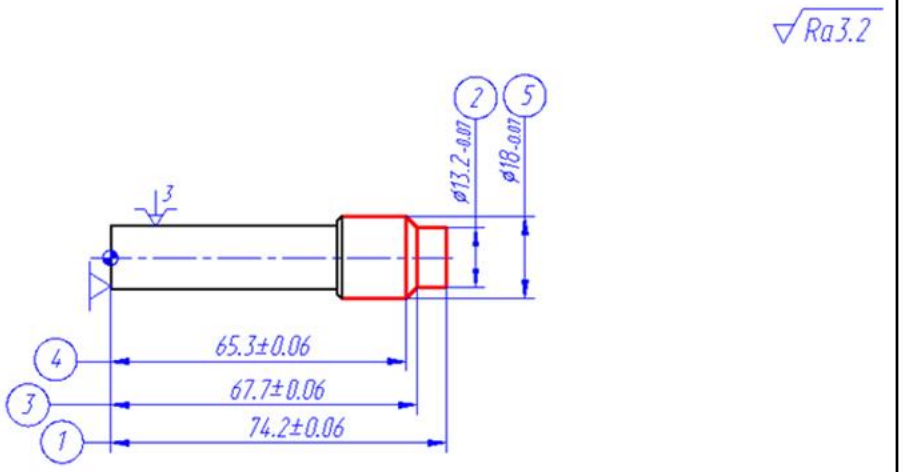
Р		ПИ	D или В	L	t	i	S	n	V
01			мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин
О02	1. Установить и снять заготовку								
Т03	396111ХХХ- патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий								
О04	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-5								
Т05	392110ХХХ- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120ХХХ- шаблон ГОСТ 9038-83;								
Т06	393120ХХХ- калибр-скоба ГОСТ 2216-84								
Р07		ХХ	186	36	0,3	1	0,25	2000	113,0
08									
09									
10									
11									
12									

ОКП

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
											01101.25225		1		1
Разраб.	Вернер			ТГУ						XXXX.XXXX					
Пров.	Гуляев									10141.00001					
Н. Контр.	Гуляев			Корпус							Цех	Уч.	РМ	Опер 025	



КЭ	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.										
Взам.										
Подп.										
						01101.25225		1	2	
Разраб.	Вернер			ТГУ		XXXX.XXXX 10141.00001				
Пров.	Гуляев									
Н. Контр.	Гуляев			Корпус			Цех	Уч.	РМ	Опер 035

Наименование операции	Материал	твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
4121 Сверлильная	Сталь 40ХГНМ	190 НВ	166	0,08	∅21x76,6	0,21	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
2С150ПМФ4	XXXXXX	0,828	0,851	30	1,780	Укринол- 1

Р		ПИ	D или В	L	t	i	S	n	V
01			мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин
О02	1. Установить и снять заготовку								
Т03	3961811XXX-приспособление специальное ГОСТ 12195-66								
О04	2. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 1-2								
Т05	391810XXX- фреза концевая ∅15 ГОСТ 17025-71 Р6М5К5; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83								
Р06		XX	7	8	1,0	1	0,2	800	38
О07	3. Сверлить отв., выдерж. разм. 3-8								
Т08	391267XXX- Сверло ∅5 комбинированное Р6М5К ОСТ 2И21-1-76								
Т09	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ14827-69; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;								
Р10		XX	5,5/8,3	37	2,7/4,2	1	0,15	1000	27
О11	4. Нарезать резьбу, выдерж. разм. 7,8								
Т12	391310XXX- метчик М6 ГОСТ 3266-81 Р6М5; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83								
ОКП									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Дубл.										
Взам.										
Подп.										
									2	2

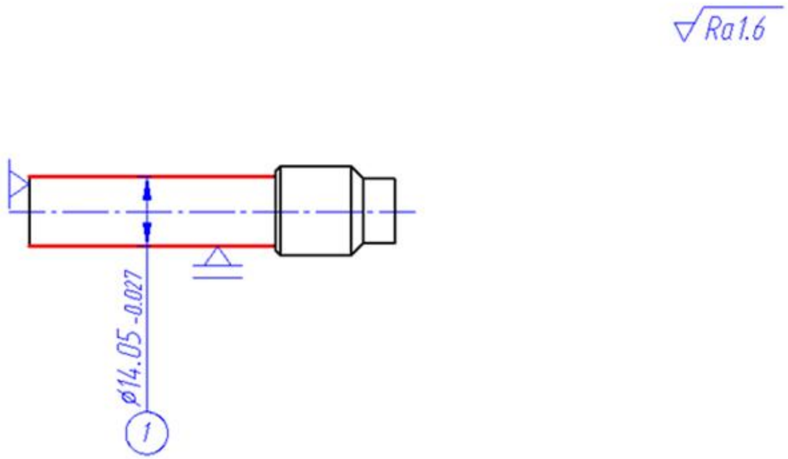
Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01			мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин
Р02		XX	6	35	0,5	1	0,5	500	9
03									
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
11									
19									
ОКП									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.						
Взам.						
Подп.						
				01101.25225	1	1
Разраб.	Вернер			ТГУ		XXXX.XXXX 10141.00001
Пров.	Гуляев					
				Корпус	Цех | Уч. | РМ | Опер	035
Н. Контр.	Гуляев					



КЭ	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.				
Взам.				
Подп.				
		01101.25225	1	1

Разраб.	Вернер	ТГУ		XXXX.XXXX 10141.00001				
Пров.	Гуляев							
					Цех	Уч.	РМ	Опер
Н. Контр.	Гуляев		Корпус					030

Наименование операции	Материал	твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
4131 Бесцентровошлифовальная	Сталь 40ХГНМ	190 НВ	166	0,08	∅21х76,6	0,21	1

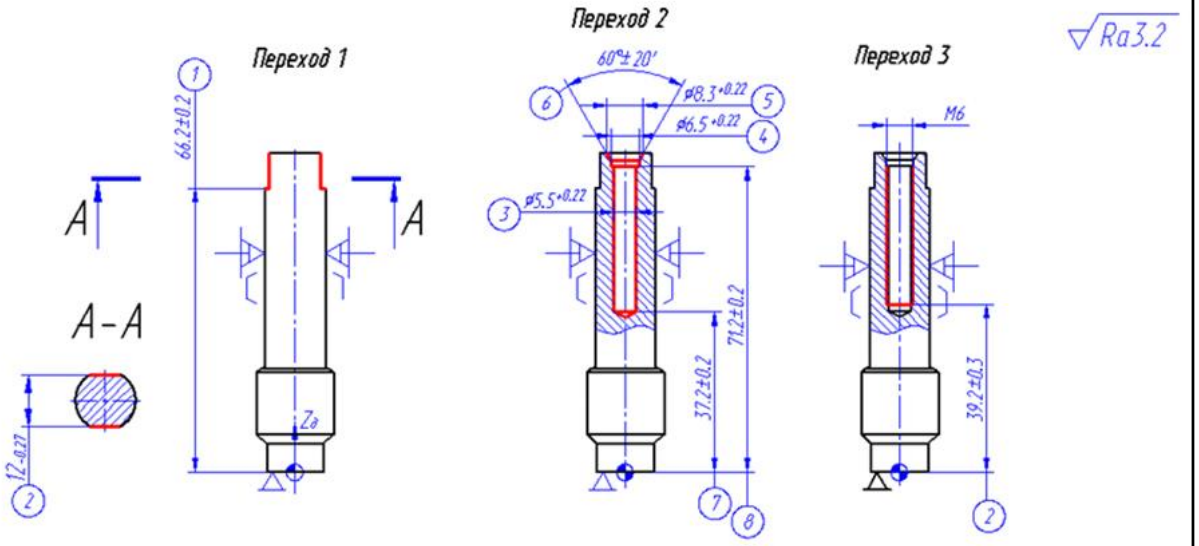
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
3М182А	XXXXXX	0,092	0,363	12	0,497	Укринол- 1

Р		ПИ	D или В	L	t	i	S	n	V
01			мм	мм	мм		мм/имн	об/мин	м/мин
02О	1. Установить и снять заготовку								
03Т	396182ХХХ- нож опорный								
04О	2. Шлифовать пов., выдерж. разм. 1								
05Т	391810ХХХ- шлифовальный круг ведущий 1 350х55х75 91А F90 Q 9 R A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007								
06Т	391810ХХХ- шлифовальный круг рабочий 1 250х55х76 91А F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007								
07Т	393120ХХХ- калибр-скоба ГОСТ 2216-84								
08Р		XX	14,5	50	0,075	1	1,8	34	27
09									
10									
11									
12									
ОКП									

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
																01101.25225		1	1
Разраб.	Вернер			ТГУ										XXXX.XXXX 10141.00001					
Пров.	Гуляев																		
Н. Контр.	Гуляев			Корпус												Цех	Уч.	РМ	Опер 030



КЭ