

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 цапги механизма подачи

Обучающийся

Д.А. Борисенко

(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)

## Аннотация

В данной выпускной работе был рассмотрен технологический процесс изготовления детали под названием «цанга».

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 цанги механизма подачи служит сталь 56Г. 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 технического объекта.....	6
1.1 Обоснование технологичности технического объекта .....	6
1.2 Постановка задач.....	10
2 Технология изготовления технического объекта .....	12
2.1 Получение заготовки, порядок и средства ее обработки.....	12
2.2 Расчет режимов резания и норм времени.....	33
3 Средства технического и технологического оснащения .....	36
3.1 Станочное приспособление.....	36
3.2 Инструментальное оснащение.....	39
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	40
5 Экономическая эффективность работы .....	45
Заключение .....	49
Список используемой литературы и используемых источников.....	50
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации .....	61

## Введение

Сравнительный анализ показывает наличие ряда общих тенденций в развитии технологий механической обработки цанги 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 [7].

В то же время имеются определённые различия. «Зарубежные предприятия чаще используют интегрированные системы управления жизненным циклом изделия (PLM-системы), что позволяет более эффективно координировать работу всех подразделений предприятия – от конструкторского бюро до службы технического» [19] контроля. 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. 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 цанги. 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.

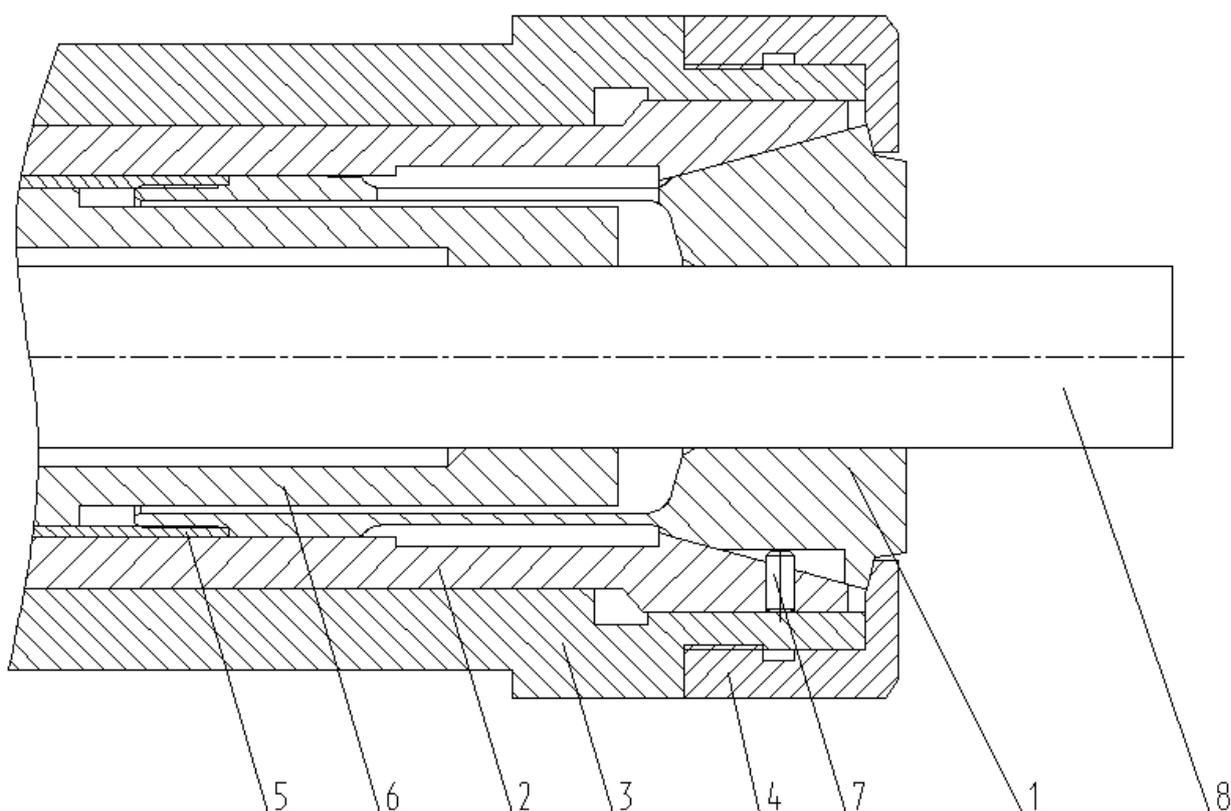
Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку адаптивных систем управления процессом резания с использованием методов искусственного интеллекта для прогнозирования износа инструмента и оптимизации режимов обработки в реальном времени. Перспективным направлением является также внедрение аддитивных технологий для изготовления прецизионных заготовок сложной конфигурации.

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

## 1 Анализ технического объекта

### 1.1 Обоснование технологичности технического объекта

Деталь «цанга» представляет собой несущую конструкцию, которая выполняет важную функцию крепления и фиксации заготовок для обработки в токарном автомате. От качества изготовления данной детали напрямую зависит надежность закрепления и точность механической обработки заготовки, а также долговечность механизма подачи, в состав которого она входит. «Часть механизма подачи, в состав которого входит деталь, показана на рисунке 1.



1 – цанга; 2 – втулка; 3 – корпус; 4 – гайка упорная; 5 – тяга; 6 – цанга подающая; 7 – штифт; 8 – заготовка (пруток)

Рисунок 1 – Часть механизма подачи

Для материала, из которого целесообразнее изготовить предлагаемую деталь определим сталь 56Г ГОСТ 4543-2016. Присутствие легирующего элемента марганца в соответствии с ГОСТ обозначено буквой Г. Материал обладает высокой ударной устойчивостью и стойкостью к деформации. Присутствует повышенная твердость, которая препятствует разрушению, ломкости и хрупкости при довольно больших внешних нагрузках. Также присутствует высокая сопротивляемость к разрыву. Но имеет низкую стойкость к коррозии. Сталь 65Г в машиностроении применяется довольно широко. Ее пластичные свойства позволяют претендовать на эталонное положение в производстве упорных шайб, пружин, рессор. Твердость предлагаемого материала дает возможность изготовления из него деталей с повышенной износостойкостью» [18].

«В состав материала детали входят следующие химические элементы: процентное содержание углерода определяется как соотношение от 0,62 до 0,7 к единице; процентное содержание марганца определяется как соотношение от 0,9 до 1,2 к единице; процентное содержание фосфора определяется как соотношение менее 0,035 к единице; процентное содержание серы определяется как соотношение менее 0,035 к единице; процентное содержание никеля определяется как соотношение до 0,26 к единице; процентное содержание кремния определяется как соотношение от 0,16 до 0,34 к единице и процентное содержание хрома определяется как соотношение до 0,26 к единице. Твердость материала до 200 единиц» [9].

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, а сама классификация представлена» [18] в таблице 1.

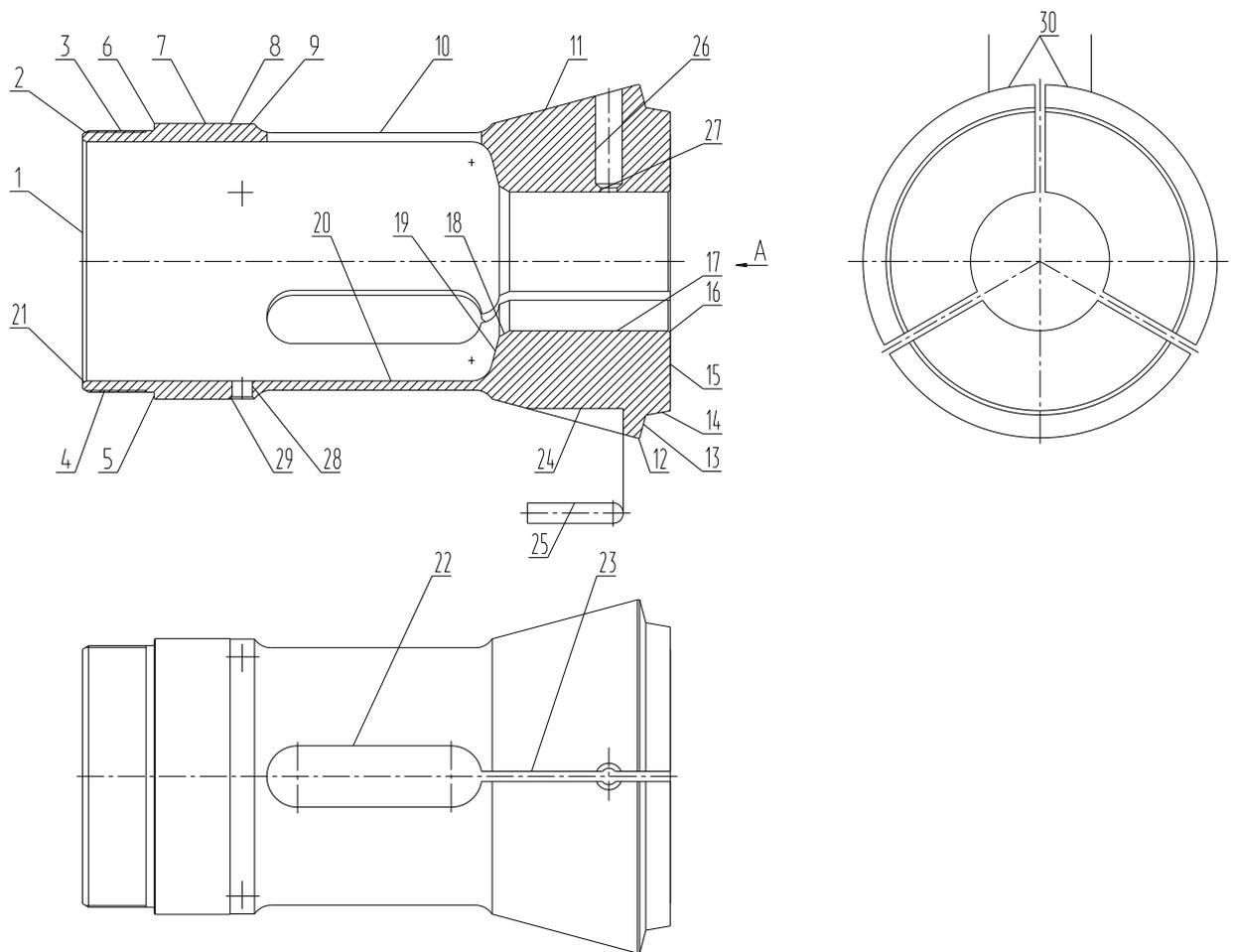


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

Таблица 1 – Классификация поверхностей

«Тип поверхностей	Обозначения на рисунке 2
основные конструкторские базы (ОКБ)	11, 7
вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	4, 5, 13, 18, 25 и 26
исполнительные (ИП)	17
свободные (СП)	все остальные» [16]

Анализ научно-технической литературы показывает, что деталь является одним из фундаментальных конструктивных элементов машиностроения, широко применяемым в различных отраслях промышленности. Технологичностью определяется уровень соответствия конструкции изделия оптимальным условиям его производства при установленном объеме выпуска. Деталь можно считать технологичной, если она отвечает эксплуатационным требованиям и ее освоение и производство

при данном объеме будет происходить с наименьшими затратами труда, материалов и в минимально возможные сроки. Представленная деталь относится к классу валов. Она характеризуется компактными размерами, а именно диаметром 173 мм и длиной 287 мм, при массе 12,69 кг. Небольшие габариты позволяют осуществлять ее обработку на менее крупных, а следовательно, и более экономичных станках. Наиболее подходящим способом получения заготовки для выбранного материала и, учитывая конструктивные особенности, является горячекатанная калиброванная – поковка, закалка, отпуск. Проведение термообработки детали критически важно, поскольку нагрев и последующее охлаждение могут привести к нежелательным деформациям. При усадке формы будет происходить сжатие детали с одной стороны, что приведет к конической деформации отверстия и, как следствие, к дополнительным искажениям самой детали. Оптимальным решением было бы изменение положения или угла наклона. Однако, учитывая наличие обработки внутренней поверхности детали вплоть до самого торца, подобная модификация, вероятно, не представляется возможной в данной конструкции. Округлая конфигурация детали свидетельствует об удобстве её изготовления: от получения исходной заготовки до финальной обработки и контроля качества. Практически все операции, за исключением формирования пазов, могут быть выполнены на широко используемом токарном и шлифовальном оборудовании. Однако, с позиции механической обработки, валы не отличаются высокой технологичностью. Процесс формирования пазов методом удаления материала зачастую выполняется с применением низкопроизводительных технологий. Значительная часть элементов детали хорошо поддается обработке с использованием стандартного инструмента, имеющегося в продаже.

Исключение составляет паз, для создания которого необходимо применение либо низко-производительного оборудования, либо дорогостоящего инструмента. Фаски и центральное отверстие, напротив,

технологичны и предотвращают образование заусенцев на краях детали при протягивании отверстия.

Наиболее важным и точным элементом детали является центральное отверстие диаметром 68 миллиметров с шероховатостью поверхности Ra 0,8 микрометра. Другие поверхности детали обработаны с меньшей точностью и имеют более высокую шероховатость.

Деталь обладает удобными базами для обработки – наружной цилиндрической поверхностью 17 и точным торцом 15. Эти же поверхности используются в качестве баз для контроля.

Размеры и технические требования на чертеже детали указаны корректно.

Конструктивно, деталь отличается высокой степенью технологичности и адаптированностью к массовому изготовлению. В то же время, существуют возможности для улучшения его технических характеристик через пересмотр и улучшение определенных элементов, а также за счет внедрения передовых технологий. Данная конструкция детали полностью соответствует текущим стандартам технологической эффективности и представляет собой подходящий вариант для оптимизации и последующего включения в процесс производства на основе рекомендованных модификаций.

Принимая во внимание перечисленные факторы, конструкция данной детали заслуживает высокой оценки с точки зрения технологичности.

## **1.2 Постановка задач**

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 цанги механизма подачи, 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» [16] 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 разделе показана технологичность детали в соответствии с ее служебным назначением и представлены предпосылки для совершенствования базового технологического процесса изготовления.

## **2 Технология изготовления технического объекта**

### **2.1 Получение заготовки, порядок и средства ее обработки**

Задана программа выпуска 20000 деталей в год и двухсменный график работы, поэтому можно определить тип производства как среднесерийное. Ранее определили целесообразным способом получения заготовки поковку.

«Горизонтально-ковочные машины используются для производства поволоков, таких как стержни с утолщениями на концах, втулки» [10] и подобных деталей. Ключевые преимущества этого метода по сравнению с прессованием – более высокая производительность, отсутствие заусенцев на готовых изделиях, экономия материала (отсутствие отходов при создании отверстий) и формирование поковки с благоприятной волокнистой структурой, повышающей прочность. В качестве исходного материала применяют круглый сортовой прокат (стержни) и трубы. Заготовки могут быть как отдельными кусками, так и отрезками прутка. Процесс заключается в пластической деформации металла под воздействием молотов горизонтально-ковочной машины, при этом форма поковки определяется формой матрицы штампа. В итоге получается готовая деталь заданной формы с минимальными отходами и высокой прочностью.

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.

Перед началом процесса, штампуемый пруток подаётся в штамп до

упора, где он надёжно фиксируется между неподвижной и подвижной матрицами. Конструкция «штампа, имеющая разъем по двум взаимно перпендикулярным плоскостям, играет ключевую роль в минимизации напусков на» [10] готовой поковке и позволяет либо полностью исключить необходимость в штамповочных уклонах, либо свести их к абсолютно минимальным значениям. Это достигается за счёт точного совмещения частей штампа и оптимального распределения давления.

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.

Важно отметить, что штамповка на горизонтально-ковочных машинах зачастую выполняется за несколько» [10] последовательных переходов, каждый из которых осуществляется в отдельном ручье. Ручья располагаются вертикально друг над другом, и каждый переход соответствует одному рабочему циклу машины. Таким образом, для получения сложной по форме поковки требуется несколько этапов обработки, каждый из которых вносит свой вклад в окончательное формирование изделия. Точность каждого перехода, надёжность фиксации прутка, синхронность движения пуансона и матриц – все эти факторы критически важны для получения качественной и точной поковки, соответствующей заданным параметрам. Кроме того, регулярное техническое обслуживание штампа и машины гарантирует долговечность и безопасность всего процесса. «Проектирование техпроцесса штамповки поковок на горизонтально-ковочных машинах выполняется с учётом основных правил высадки, исключая возникновение продолжительного щита и брака по зажимам» [10].

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.

«Масса заготовки при штамповке:

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

где  $M_{Ш}$  – масса заготовки при штамповке;

$M_{Д}$  – масса детали, кг;

$K_{Р}$  равен 2» [21].

«После расчета получим массу заготовки при штамповке:

$$M_{Ш} = 12,69 \cdot 2 = 25,4 \text{ кг.}$$

Масса заготовки при прокате:

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

где  $M_{ПР}$  – масса заготовки, кг;

$V$  – объем заготовки, мм<sup>3</sup>;

$\gamma$  – плотность стали, кг/м<sup>3</sup>» [16].

У «проката основными параметрами являются его диаметр сечения и длина:

$$d_{ПР} = d_{Д}^{MAX} \cdot 1,05 \text{ мм}, \quad (3)$$

где  $d_{Д}^{MAX}$  – максимальный диаметральный размер детали, мм» [16].

Тогда  $d_{ПР} = 173 \cdot 1,05 = 181,6$  мм. Принимаем  $d_{ПР} = 185$  мм

$$l_{ПР} = l_{Д}^{MAX} \cdot 1,05 \text{ мм}, \quad (4)$$

где  $l_D^{MAX}$  – максимальный осевой размер детали, мм» [16].

«Тогда  $l_{PP} = 287 \cdot 1,05 = 301,3$  мм. Принимаем  $l_{PP} = 301,3$  мм

Объем цилиндрической фигуры определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{PP}^2 \cdot l_{PP} \text{ мм}^3 \quad (5) \text{» [16]}$$

«Учитывая принятые максимальный диаметральный и линейный размеры:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{PP}^2 \cdot l_{PP} = \frac{3,14}{4} \cdot 185^2 \cdot 301,3 = 8094914 \text{ мм}^3.$$

Массу заготовки при прокате получим из формулы (2)

$$M_{PP} = 8094914 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 63,5 \text{ кг}.$$

По ГОСТ 2590-2006 выбираем нужный размер горячекатанного проката обычной точности:

$$\text{Круг } \frac{185-B-\text{ГОСТ } 2590-2006}{65Г-\text{ГОСТ } 4543-71} \text{» [16].}$$

«Стоимость заготовки при штамповке будем определять по формуле:

$$C_3 = C_B \cdot M_{Ш} \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{П}, \quad (6)$$

где  $C_3$  – стоимость штампованной заготовки;

$M_{Ш}$  – масса штампованной заготовки, кг;

$C_B$  – сумма 1 кг материала, примем 11,20 руб./кг;

$K_T$  – коэффициент, показывающий точность, равный 1,0;

$K_{СЛ}$  – коэффициент, показывающий сложность, равный 1,0;

$K_B$  – коэффициент, который зависит от  $M_{Ш}$ , равный 0,8;

$K_M$  – коэффициент материала, примем равным 1,13;

$K_{П}$  – коэффициент количества выпуска, равный 1,0» [11].

«Следовательно, получаем стоимость заготовки

$$C_3 = 11,20 \cdot 25,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,13 \cdot 1,0 = 257,2 \text{ руб}.$$

Найдем затраты на механическую обработку, используя формулу:

$$C_{MO} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД}, \quad (7)$$

где  $C_{УД}$  – цена за 1 кг материала, руб./кг, принимаем равным 20 руб.

Тогда, подставив все данные в формулу, получаем:

$$C_{MO} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} = (25,4 - 12,69) \cdot 20 = 254,2 \text{ руб.} \gg [16].$$

«Рассчитаем стоимость отходов (стружки) от производства:

$$C_{ОТХ} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{ОТХ}, \quad (8)$$

где  $C_{ОТХ}$  – стоимость за 1 кг стружки.

Примем  $C_{ОТХ}$  равной 0,4 руб./кг» [16]. «Получаем:

$$C_{ОТХ} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{ОТХ} = (25,4 - 12,69) \cdot 0,4 = 5,1 \text{ руб.}$$

$$C_{ДШ} = C_3 + C_{MO} - C_{ОТХ} = 257,2 + 254,2 - 5,1 = 506,3 \text{ руб.}$$

Стоимость прокатной заготовки найдем:

$$C_{ПР} = C_{МПР} \cdot M_{ПР} + C_{ОЗ}, \quad (9)$$

где  $C_{ОЗ}$  – отрезка, найдем как:

$$C_{ОЗ} = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ШТ}}{60}, \quad (10)$$

где  $C_{ПЗ}$  примем равным 30,20 руб./ч

$T_{ШТ}$  – норма штучного времени» [16]:

$$\ll T_{ШТ} = T_0 \cdot \phi_K, \quad (11)$$

где  $T_0$  – основное время, мин

$\phi_K$  – коэффициент оснастки, равный 1,5 [12].

$T_0$  определим:

$$T_0 = 0,19 \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot 10^{-3}. \quad (12) \gg [16]$$

«Тогда  $T_0 = 0,19 \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot 10^{-3} = 0,19 \cdot 185^2 \cdot 10^{-3} = 6,503$  мин.

И из (9-11):

$$T_{\text{ШТ}} = T_0 \cdot \phi_{\text{К}} = 6,503 \cdot 1,5 = 9,754 \text{ мин.}$$

$$C_{\text{ОЗ}} = \frac{C_{\text{ПЗ}} \cdot T_{\text{ШТ}}}{60} = \frac{30,2 \cdot 9,754}{60} = 4,91 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{МПР}} \cdot M_{\text{ПР}} + C_{\text{ОЗ}} = 13 \cdot 63,5 + 4,91 = 830,41 \text{ руб.}$$

Найдём затраты на механическую обработку проката:

$$C_{\text{МО}} = (M_{\text{ПР}} - M_{\text{Д}}) \cdot C_{\text{УД}} = (63,5 - 12,69) \cdot 20 = 1016,2 \text{ руб.}$$

Затраты на отходы:

$$C_{\text{ОТХ}} = (M_{\text{ПР}} - M_{\text{Д}}) \cdot C_{\text{ОТХ}} = (63,5 - 12,69) \cdot 0,4 = 20,324 \text{ руб.}$$

Тогда

$$C_{\text{ДПР}} = C_{\text{ПР}} + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}} = 830,42 + 1016,2 - 20,324 = 1826,3 \text{ руб.}$$

Оптимальным методом получения заготовки является штамповка» [16].

«Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_3} \quad (13)$$

$$\text{Штамповка: } K_{\text{ИМ}} = \frac{12,69}{25,4} = 0,5.$$

$$\text{Прокат: } K_{\text{ИМ}} = \frac{12,69}{65,3} = 0,2.$$

Вывод: заготовка из штамповки выгоднее проката» [16].

«Тогда годовой экономический эффект рассчитаем по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{Г}} = (C_{\text{ДПР}} - C_{\text{ДШ}}) \cdot N_{\text{Г}}, \quad (14)$$

где  $C_{\text{ДПР}}$ . – стоимость проката;

$C_{\text{ДШ}}$ . – стоимость штамповки.

Получаем:  $\mathcal{E}_T = (1826,3 - 506,3) \cdot 20000 = 26400000$  руб.

Рассчитаем припуски на наиболее точную цилиндрическую поверхность  $\varnothing 135f7(-0,043_{-0,083})$  с помощью электронных таблиц и покажем результаты графически на рисунке 3» [16]. Эскиз заготовки показан на рисунке 4.

### Рисунок 3 – Припуски

«Объем заготовки определим по формуле (5):

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (132,8^2 \cdot 34,9 - 54^2 \cdot 22 + 192,7 \cdot (70,1^2 + 70,1 \cdot 76,7 + 76,7^2) + \\ + 48,6 \cdot (89,9^2 + 89,9 \cdot 76,7 + 76,7^2) + 3,6 \cdot (89,9^2 + 89,9 \cdot 77,4 + \\ + 77,4^2) + 12,1 \cdot (77,4^2 + 31,4 \cdot 27 + 27^2)) = 3342607 \text{ мм}^3.$$

Масса штамповки по формуле (2):

$$M_3 = 3342607 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 26,24 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала определим по (13):

$$K_{ИМ} = \frac{12,69}{26,24} = 0,48 \gg [16].$$

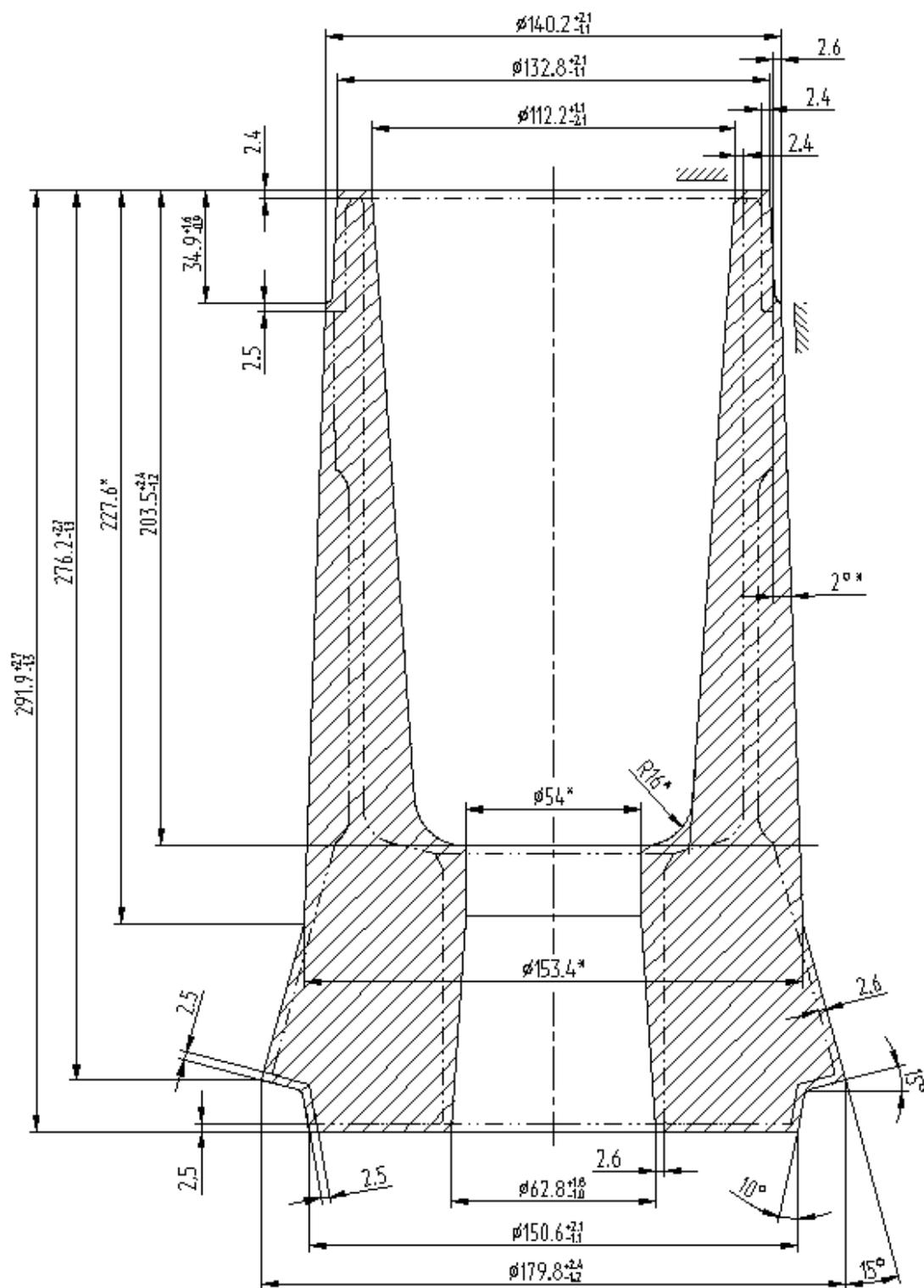


Рисунок 4 – Заготовка

Далее покажем в какой последовательности обрабатываются поверхности детали.

Поверхность под номером 1, представляющая собой плоскость, выполняется в результате черного точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 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 качеству точности от тринадцатого качества до десятого качества точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на «сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый класс точности.

Поверхность под номером 2, представляющая собой конус, выполняется в результате черного точения на токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 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 качеству точности от тринадцатого качества до десятого качества точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на «сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый класс точности.

Поверхность под номером 3, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате черного точения на токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются

технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрон до 6,3 микрон, по качеству точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на «сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрон и десятый квалитет точности.

Поверхность под номером 4, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате нарезания резьбы на токарно-черновой операции 020, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на резьбо-шлифовальной операции 070, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности. При нарезании резьбы последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 3,2 микрон до 1,6 микрон, по качеству точности от восьмого квалитета до шестого квалитета точности. При чистовом шлифовании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 0,5 миллиметра до 0,15 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,6 микрон и шестой квалитет точности.

Поверхность под номером 5, представляющая собой плоскость, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистой операции 020, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на кругло-шлифовальной операции 060, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 поверхности.. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрон до 1,6 микрон, по качеству точности от тринадцатого квалитета до девятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,05 миллиметра. В

результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,6 микрометра и девятый квалитет точности.

Поверхность под номером 6, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате черногого точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 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 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и десятый квалитет точности.

Поверхность под номером 7, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате черногого точения на токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, черногого шлифования на кругло-шлифовальной операции 025, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на кругло-шлифовальной операции 060, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 поверхности. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 1,6 микрометра, по квалитету точности от двенадцатого квалитета до девятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,05 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,6 микрометра и девятый квалитет точности.

Поверхность под номером 8, представляющая собой плоскость, выполняется в результате черногого точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на

токарно-чистой операции 020, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрон до 6,3 микрон, по качеству точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на «сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрон и десятый квалитет точности.

Поверхность под номером 9, представляющая собой конус, выполняется в результате черного точения на токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистой операции 020, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрон до 6,3 микрон, по качеству точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрон и одиннадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 10, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате черного точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистой операции 020, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрон до 6,3 микрон, по качеству точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрон и одиннадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 11, представляющая собой конус, выполняется в результате черного точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, черного шлифования на кругло-шлифовальной операции 025, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на кругло-шлифовальной операции 060, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 поверхности. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 1,6 микрометра, по качеству точности от двенадцатого качества до девятого качества точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,05 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,6 микрометра и девятый класс точности.

Поверхность под номером 12, представляющая собой плоскость, выполняется в результате черного точения на «токарно-черновой операции 010, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 020, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на кругло-шлифовальной операции 060, базируясь по 17 поверхности» [16] и 15 поверхности. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 1,6 микрометра, по качеству точности от тринадцатого качества до девятого качества точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,05 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,6 микрометра и девятый класс точности.

Поверхность под номером 13, представляющая собой конус, выполняется в результате черного точения на «токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, чистового точения на

токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности» [16] и 7 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 6,3 микрон до 3,2 микрон, по качеству точности от четырнадцатого квалитета до десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на «сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 3,2 микрон и десятый квалитет точности.

Поверхность под номером 14, представляющая собой конус, выполняется в результате черного точения на токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности» [16] и 7 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 6,3 микрон до 3,2 микрон, по качеству точности от четырнадцатого квалитета до десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на «сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 3,2 микрон и десятый квалитет точности.

Поверхность под номером 15, представляющая собой плоскость, выполняется в результате черного точения на токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности» [16] и 7 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 6,3 микрон до 3,2 микрон, по качеству точности от четырнадцатого квалитета до десятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на «сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 3,2 микрон и десятый квалитет точности.

Поверхность под номером 16, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате черного растачивания на токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, чистового растачивания на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности [16] и 7 поверхности и финишной закалки. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 6,3 микрометра, по качеству точности до четырнадцатого качества точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый класс точности.

Поверхность под номером 17, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате черного растачивания на «токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, чистового растачивания на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на внутришлифовальной операции 055, базируясь по 1 поверхности» [16] и 7 поверхности. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 3,2 микрометра, по качеству точности от тринадцатого качества до восьмого качества точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,15 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 0,8 микрометра и восьмой класс точности.

Поверхность под номером 18, представляющая собой плоскость, выполняется в результате черного растачивания на «токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, чистового растачивания на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, промежуточной закалки и чистового шлифования на внутришлифовальной операции 055, базируясь по 1 поверхности» [16] и 7

поверхности. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрон до 3,2 микрон, по качеству точности от тринадцатого квалитета до девятого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,15 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,6 микрон и девятый квалитет точности.

Поверхность под номером 19, представляющая собой конус, выполняется в результате черного растачивания на «токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, чистового растачивания на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности» [16] и 7 поверхности и финишной закалки. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрон до 6,3 микрон, по качеству точности до четырнадцатого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрон и четырнадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 20, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате черного растачивания на «токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, чистового растачивания на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности» [16] и 7 поверхности и финишной закалки. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрон до 3,2 микрон, по качеству точности от тринадцатого квалитета до одиннадцатого квалитета точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 3,2 микрон и одиннадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 21, представляющая собой конус, выполняется в результате черного растачивания на «токарно-черновой операции 005, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, чистового растачивания на токарно-чистовой операции 015, базируясь по 1 поверхности» [16] и 7 поверхности и финишной закалки. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости от 12,5 микрометров до 6,3 микрометра, по качеству точности до четырнадцатого качества точности. При точении устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый класс точности.

Поверхность под номером 22, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 030, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности до четырнадцатого качества точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый класс точности.

Поверхность под номером 23, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 030, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности, промежуточной закалки и разрезать на разрезной операции 075. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до двенадцатого качества точности. При фрезеровании и разрезании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки

получаем показатели качества поверхности по «шероховатости 3,2 микрометра и двенадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 24, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 030, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности» [16] 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 от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и четырнадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 25, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 030, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 1,6 микрометра, по квалитету точности до девятого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 1,6 микрометра и девятый квалитет точности.

Поверхность под номером 26, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 030, базируясь по 1 поверхности и 7 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до тринадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества

поверхности по «шероховатости 6,3 микрометра и тринадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 27, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 030, базируясь» [16] по 1 поверхности и 7 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до тринадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по «шероховатости 6,3 микрометра и тринадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 28, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 030, базируясь» [16] по 1 поверхности и 7 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до тринадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по «шероховатости 6,3 микрометра и тринадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 29, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате фрезерования на фрезерной операции 030, базируясь» [16] по 1 поверхности и 7 поверхности и финишной закалки. При фрезеровании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до тринадцатого квалитета точности. При фрезеровании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,5 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества

поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и тринадцатый квалитет точности.

Поверхность под номером 30, представляющая собой цилиндр, выполняется в результате затачивания на заточной операции 065, базируясь по 17 поверхности и 15 поверхности и финишной закалки. При затачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по квалитету точности до тринадцатого квалитета точности. При затачивании устанавливается по ходу обработки припуск на сторону от 2 миллиметров до 0,2 миллиметра. В результате обработки получаем показатели качества поверхности по шероховатости 6,3 микрометра и тринадцатый квалитет точности.

Обработка завершается слесарной операции, на которой необходимо убрать заусенцы, помыть полученную деталь и проконтролировать необходимые параметры.

Согласно ГОСТ 14.404-93, эффективный выбор оборудования требует комплексного подхода, включающего анализ типологии производственных процедур, характеристик выпускаемой продукции, запланированной операционной последовательности, оптимизации интеграции операций, применения стандартизированного технологического оснащения и прочих релевантных факторов. В процессе подбора отдельных единиц оборудования особое внимание уделяется их функциональным возможностям по изготовлению деталей в соответствии с определёнными размерными, конфигурационными параметрами, критериями обработки поверхностей и допусками по точности.

В рамках среднесерийного изготовления деталей, особое внимание уделяется многофункциональным аппаратам и обрабатывающим центрам, оснащённым системой ЧПУ. Такой выбор объясняется высокой адаптивностью данных устройств к производству широкого спектра изделий, что позволяет быстро переориентировать производственные линии на новые

типы продукции без существенных задержек. Механическая обработка детали осуществляется на токарных, фрезерных, сверлильных и расточных станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Перечень выбранных средств технологического оснащения для реализации плана обработки представлен в таблице 2.

Таблица 2 – СТО

«Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Мерительный инструмент
005, 010	16ГС25Ф3С1	патрон токарный трех-кулачковый люнет	резец токарный проходной с механическим креплением. пластина трехгранная	калибр-скоба ГОСТ 18355-73 шаблон ГОСТ 2534-79 калибр-пробка ГОСТ14827-69
015, 020			резец токарный проходной с механическим креплением. резец токарный расточной с механическим креплением. пластина Т15К6, резец токарный резьбовой с механическим креплением. пластина резьбовая Т15К6.	калибр-скоба ГОСТ 18355-73 шаблон ГОСТ 2534-79 калибр-пробка ГОСТ14827-69
025	п/а 3Т153Ф1	патрон клиновый плунжерный люнет	шлифовальный круг 3 500x80x203, 3 400x40x203 ГОСТ Р 52781- 2007	калибр-скоба ГОСТ 18355-73 шаблон ГОСТ 2534-79
030	станок с ЧПУ S500	приспособление специальное поворотное	сверла спиральные комбинированные ОСТ 2И21-1-76 Р6М5К5, фреза концевая ГОСТ 15162-82 Р6М5К5, фреза шпоночная ГОСТ 9140-78 Р6М5К5, фреза дисковая отрезная В=4,5 ГОСТ 3964-69 Р6М5К5» [3]	

## Продолжение таблицы 2

«Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Мерительный инструмент
«055	STUDER S131	патрон цанговый люнет	круг 5 50x50x15 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	калибр-скоба ГОСТ 18355-73 шаблон ГОСТ 2534-79
060	п/а 3Т153F1			приспособление мерительное с индикатором калибр-скоба ГОСТ 18355-73 шаблон ГОСТ 2534-79
065	ВЗ-392Ф4			шаблон ГОСТ 2534-79
070	5К822В			шаблон ГОСТ 2534-79 приспособление контрольное с индикатором
075	3Е653			шаблон ГОСТ 2534-79» [3]

«Разработка и использование технологического оборудования, инструментов и измерительных приборов подчиняются стандарту ГОСТ 14.305-73» [1], устанавливающему требования к данной категории оснастки. Параллельно, выбор аппаратуры для осуществления технического надзора за производственными операциями урегулирован стандартом ГОСТ 14.306-73, обеспечивающим соответствие оборудования заданным параметрам. Подробная информация находится в технологической документации, которая показана в приложении А Технологическая документация в таблице А.1.

### 2.2 Расчет режимов резания и норм времени

«Проведем результаты расчета режимов резания для технологических операций аналитическим методом. В таблице 3 показаны режимы резания: глубина резания, подача, табличная скорость резания, частота вращения шпинделя номинальная, частота вращения принятая и действительная скорость резания» [4].

Таблица 3 – Режимы резания

«Операция»	Переход	Глубина, мм	Подача, мм/об	Табличная скорость, м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин	Принятая частота, об/мин	Действительная скорость, м/мин
005	точить Ø62,8/179,8 расточить Ø66,7	2,0	0,5	98	496/173	200	39,4/112,9
		2,0	0,5	88	420	400	83,8
010	точить Ø129 точить Ø136,4 точить Ø174,2 расточить Ø116	2,0	0,5	98	241	200	81,0
		2,0	0,5	98	228	200	85,6
		2,0	0,5	98	179	200	109,4
		2,0	0,5	88	241	250	91,1
015	точить Ø66,7/173,2 расточить Ø67,7	0,50	0,15	255,2	1218/469	500	104,7/271,9
		0,50	0,15	229,7	1080	1000	212,6
020	точить Ø128 точить Ø135,4 точить Ø173,2 точить Ø126 расточить Ø117 нарезать резьбу М128х1,5	0,50	0,25	231,1	574	500	201,0
		0,50	0,25	231,1	543	500	212,6
		0,50	0,25	231,1	424	500	271,9
		0,50	0,15	255,2	645	630	249,2
		0,50	0,15	229,7	625	630	231,4
		1,5	1,5	180	447	400	160,8» [15]
«025	шлифовать Ø173,1 шлифовать Ø135,1	0,15	1,0/0,22*	35	64	64	35
		0,15	1,0/0,22*	35	82	64	27,1
030	сверлить Ø10 сверлить Ø8/13 фрезеровать паз Ø10 фрезеровать паз Ø30 фрезеровать паз 4,5	5,0	0,25	23	732	630	19,8
		4/6,5	0,25	22	538	500	20,4
		4,0·3	0,02·2	16	509	500	15,7
		4,5	0,1·6	45	477	500	47,1
		15·3	0,04·64	50	79	80	50,2
055	шлифовать Ø68 шлифовать конус 30°	0,15	5400*	35	164	164	35
		0,15	0,005**	35	164	164	35
060	шлифовать Ø173 шлифовать Ø135	0,05	0,8/0,15*	35	64	64	35
		0,05	0,8/0,15*	35	82	64	27,1
065	затыловать конус	0,20	3* 0,04**	25	-	-	25
070	шлифовать резьбу	0,15	-	0,8	1,9	2	0,85
075	разрезать лепестки цанги	2,5	500*	35 м/с	-	-	35 м/с» [15]

«Примечание: \* – подача в мм/мин, \*\* – в мм/ход стола. Нормы времени на технологические операции приведем в таблице 4.

Расчеты проводились на основе самых современных методик с использованием автоматизированных средств инженерных расчетов таких, как MatLab и MathCad их приложений Simulink. Исходные данные соответствуют предлагаемому заданию, а используемая методология соответствует самым современным справочным данным» [8].

Таблица 4 – Нормы времени (в минутах)

«Операция	$T_0$	$T_B$	$T_{OP}$	$T_{ШТ-К}$	$T_{П-З}$	$T_{ШТ}$	$n$	$T_{OB,OT}$
005	1,165	0,447	1,612	0,097	25	1,709	472	1,762
010	4,812	0,655	5,467	0,328	25	5,795	472	5,848
015	1,492	0,536	2,028	0,121	25	2,149	472	2,202
020	5,365	0,814	6,179	0,370	28	6,549	472	6,608
025	0,538	0,555	1,093	0,096	21	1,272	472	1,316
030	14,919	0,703	15,622	0,937	36	16,559	472	16,635
055	1,149	0,522	1,671	0,232	21	1,903	472	1,947
060	0,327	0,555	0,882	0,097	21	0,979	472	1,023
065	0,600	0,462	1,062	0,063	18	1,125	472	1,163
070	0,800	0,488	1,288	0,195	21	1,483	472	1,527
075	1,020	0,444	1,464	0,024	18	1,488	472» [17]	1,526

В разделе «проведен комплексный анализ технологических операций, который включает в себя расчет режимов резания и норм времени. Результаты раздела также представлены в Приложении А Технологическая документация в таблице А.1, где представлена проектная документация: техническое предложение; технический проект; чертёж общего вида; эскизный проект; рабочая документация: графическая; рабочие чертежи (деталей, сборочные): текстовая (спецификация, пояснительная записка); технологическая документация: маршрутно-комплектовочная карта; карта технологического процесса; ведомость деталей; операционная карта; инструкция; карта эскизов» [20].

### 3 Средства технического и технологического оснащения

#### 3.1 Станочное приспособление

Конструкция станочного приспособления является технологичной и пригодной для промышленного производства. При этом имеются резервы для дальнейшего повышения технологичности за счет оптимизации отдельных элементов конструкции и применения современных технологических решений. Конструкция станочного приспособления соответствует современным требованиям технологичности и может быть рекомендована для внедрения в производство с учетом предложенных улучшений.

«Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 5.

Проведем расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (15)$$

где  $K$  – запас;

$P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания;

$d_1$  – диаметр обрабатываемой поверхности равен 173,2 мм;

$d_2$  – диаметр зажимаемой поверхности равен 136,4 мм;

$f$  – параметр подвижности для кулачков с кольцевыми канавками, который равен 0,15» [16].

«Коэффициент запаса  $K$  определим согласно [16] равным 2,5. Тогда сила зажима:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 156 \cdot 173,2}{0,15 \cdot 136,4} = 3301 \text{ Н} \text{» [16].}$$

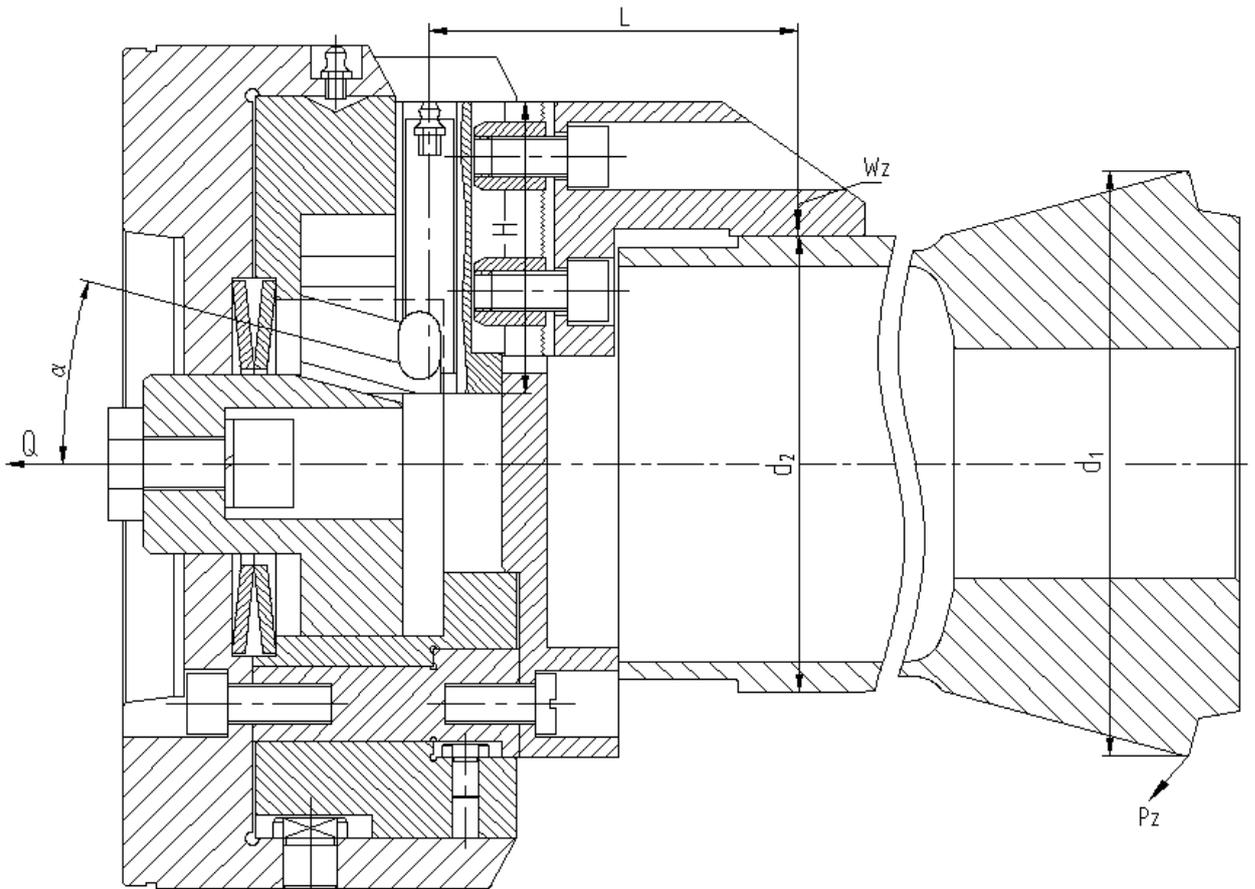


Рисунок 5 – Расчетная схема

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

$$W_1 = \frac{W}{1-3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (16)$$

где  $f_1$  – препятствующий коэффициент скольжению равен 0,1 [16];

$L$  – плечо между точкой приложения силы резания и кулачка равное 108 мм;

$H$  – параметр поверхности по перемещению кулачка равный 86 мм [16].

«Тогда получим

$$W_1 = \frac{3301}{1-3 \cdot 0,1 \cdot (108/86)} = 5296 \text{ Н.}$$

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

$$Q = W_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi), \quad (17)$$

где  $\alpha$  – скашивающий угол направляющих;

$\phi$  – угол трения» [16].

«Тогда получим:

$$Q = 5296 \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 5^\circ 43') = 2002 \text{ Н.}$$

Для обеспечения усилия в 2002 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» [16].

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

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (18)$$

где  $p$  – необходимое давление;

$\eta$  – КПД привода равное 0,9» [16].

«Тогда получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2002}{0,4 \cdot 0,9}} = 87,2 \text{ мм.}$$

В заключении расчета станочного приспособления согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока 100 мм, ход кулачков патрона 3 мм и ход штока цилиндра 12 мм» [16].

Таким образом, представленная конструкция обеспечивает высокую степень гибкости и эффективности при обработке деталей, позволяя быстро и удобно проводить настройку оборудования под различные задачи и типы

заготовок.

### 3.2 Инструментальное оснащение

Примем «основные параметры для резца токарного проходного для контурного точения и пластины, которые указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры резца

Параметры резца						
Материал	HRC	$\varphi, ^\circ$	h, мм	b, мм	h <sub>1</sub> , мм	L, мм
40X	40...45	93	25	25	25	115
Параметры пластины						
Твердый сплав		Передний угол $\gamma, ^\circ$		Задний угол $\alpha, ^\circ$		
T15K6		10		5		

В таблице 5 указаны: твердость (HRC), главный угол в плане ( $\varphi$ ), рабочая высота (h), ширина державки (b), высота державки (h<sub>1</sub>), длина (L)» [14].

«Расчет показал, что величина вылета резца составляет 31 мм. Учитывая, полученное значение составляющей силы резания 92 Н, величина изгибающего момента будет составлять 2852 Н, величина момента сопротивления изгибу 2604 мм<sup>3</sup>, величина напряжения изгиба в державке 1,1 МПа и величина допустимого напряжения на изгиб 1,1 МПа» [16].

«Результаты, полученные в разделе, помогут в разработке принятых процедур, параметров резания и материалов, применяемых при точении деталей. Здесь инструмент отвечает за продольные и поперечные движения подачи, а закрепленная в патроне заготовка вращается.

В разделе были представлены результаты проектирования станочного и инструментального оснащения для реализации предлагаемой технологии изготовления цанги. Сборочные единицы в виде отдельных деталей и элементов приспособлений представлены» [16] в Приложении Б Спецификации в таблице Б.1.

#### 4 Безопасность и экологичность технического объекта

В «предлагаемом разделе техническим объектом, в отношении которого будут решаться вопросы безопасности, экологичности и охраны труда и в работе в целом является технологический процесс изготовления» [5] цапги.

«Технологические операции: заготовительная, токарная, термообработка, шлифовальная, сверлильная.

Рабочие места: литейщик, оператор станков с ЧПУ, термист, контролёр ОТК, шлифовщик, оператор моечной установки.

Оборудование: литейная машина, токарный станок 16ГС25Ф3С1, шлифовальный станок с ЧПУ STUDER S131, фрезерный станок S500, муфельная печь установка для цементации, стол контролёра.

Материалы: сталь 56Г, вода, смазывающая охлаждающая жидкость, масло, керосин, поверхностно активные вещества» [16].

Выбранные «средства технологического оснащения технологического процесса и расчет режимов резания детально расписан в пункте 2.2 раздела 2, а также в Приложении А в таблице А.1. В составлении технологической документации учитываются графические схемы, чертежи и текстовые документы, эти документы в своей совокупности могут определять ход и порядок различных технологических операций» [16].

«Для идентификации опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке обычно руководствуются локальными нормативными документами, устанавливающими порядок этой процедуры.

На производственном участке возможно возникновение травмирующих воздействий на человека. Это травма, поражение электрическим током, пожар, шум и так далее» [6].

«Источниками возникновения или получения травмы могут потенциально быть движущиеся части производственного оборудования, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.012–75; разрыв шлифовального круга,

вырыв обрабатываемой детали, вращающийся инструмент при обработке детали, приспособления для закрепления инструмента, перемещение шлифовальной бабки, слесарно-монтажный инструмент и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.033–78 2.

Источниками поражения электрическим током могут быть потенциально пробой фазы на корпус, нарушение изоляции токоведущих частей, перегрузка электрооборудования, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82 3» [6].

«Источниками возникновения пожара могут выступать действия, возникающие при нарушении изоляции токоведущих частей; перегрузке электрооборудования; нарушении технологического процесса; наличии промасленной ветоши; открытом огне и наличии искр; повышенной температуре воздуха и окружающих предметов; наличии токсичных продуктов горения; дыма; негерметичности системы питания; подаче топлива самотёком, курении в непосредственной близости от системы питания; применении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при мойке двигателя и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82.

Источниками возникновения шума является вибрация поверхностей оборудования, электродвигатель, зубчатая, клиноременная и др. передачи, периодические соударения в сочлененных деталях, непосредственно обработка резанием, компрессоры, двигатели автомобилей, электрические двигатели технологического оборудования, механические передачи, воздухопроводы, технологическое оборудование и механизированный инструмент, уровень которого по ГОСТ 12.1.003–83 не может превышать 80 дБА» [6].

«Для снижения уровня профессиональных рисков разрабатываются инструкции по охране труда для каждой профессии, занятой на техническом объекте [6].

Обязательно применение средств индивидуальной защиты и технических средств защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и вредного производственного фактора.

Так при защите от повышенной или пониженной температуры поверхностей оборудования, материалов применяется специальная одежда, защитные щитки, очки, перчатки и рукавицы, специальная обувь и ограждение опасной зоны» [6].

«При защите от поражения электрическим током применяются защитное заземление зануление, ограждение токопроводящих частей, применение УЗО, выравнивание потенциалов, спец одежда, защитные очки, перчатки и спец обувь.

При защите от повышенного уровня шума на рабочем месте и повышенного уровня вибрации на объекте применяется спец одежда, спец обувь, перчатки, наушники, беруши, наладка оборудования, увеличение жёсткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания» [6].

«Для обеспечения пожарной безопасности технического объекта применяются технические средства: первичные (огнетушители, ящики с песком, пожарные краны, асбестовая ткань), мобильные (пожарные автомобили), стационарные установки и системы пожаротушения (пожарный резервуар, система пожаротушения), средства пожарной автоматики (приборы приёмно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией при пожаре), пожарное оборудование (пожарные шланги, наконечники пожарных рукавов, запорная аппаратура, насосное оборудование, разметка эвакуационная напольная), средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре (самоспасатель изолирующий противопожарный СИП-1М), пожарный инструмент (ломы, вёдра, багры, топоры, лестницы), пожарные сигнализация, связь и оповещение (система пожарной сигнализации, аварийное автономное освещение)» [6].

«Негативное экологическое воздействие, влияющие на атмосферу на операции 040 координатно-расточной – это испарение технических жидкостей, металлическая пылевая и водно-аэрозольная взвесь.

Негативное экологическое воздействие, влияющие на гидросферу – это проливы загрязнённой воды и технических жидкостей при проведении профилактики и очистке оборудования в сточные воды.

Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу – проливы технических жидкостей (масла, СОЖ) при проведении профилактики и ремонта, а также в аварийных ситуациях, внесение частиц металлической стружки частиц окалина на поверхность полов» [6].

«Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду на рассматриваемой операции проводятся следующие мероприятия – применение защитных щитков препятствующих распространению паров, взвеси и разбрызгиванию СОЖ, подвод приточно-вытяжной вентиляции, оборудованной фильтрами» [6].

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 представлен анализ потенциально опасных и вредных производственных факторов с большой долей вероятности возможных при функционировании рассматриваемого технического объекта.

## 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 6.

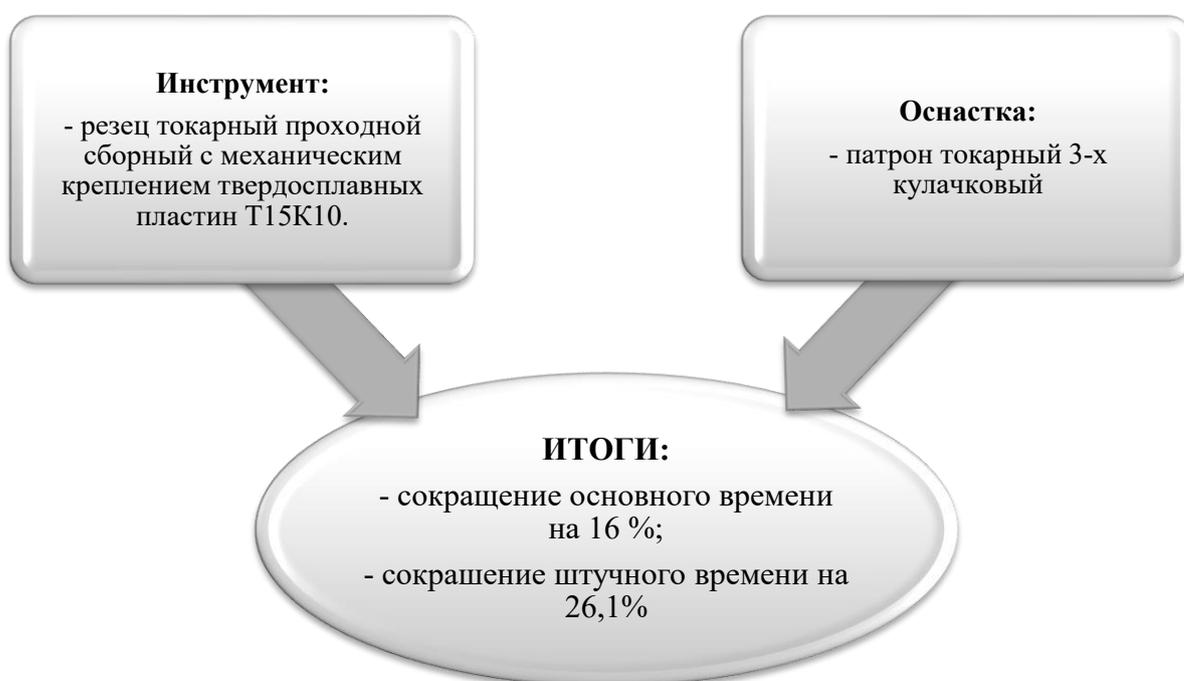


Рисунок 6 – Обобщенная схема изменений процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [13]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 7.

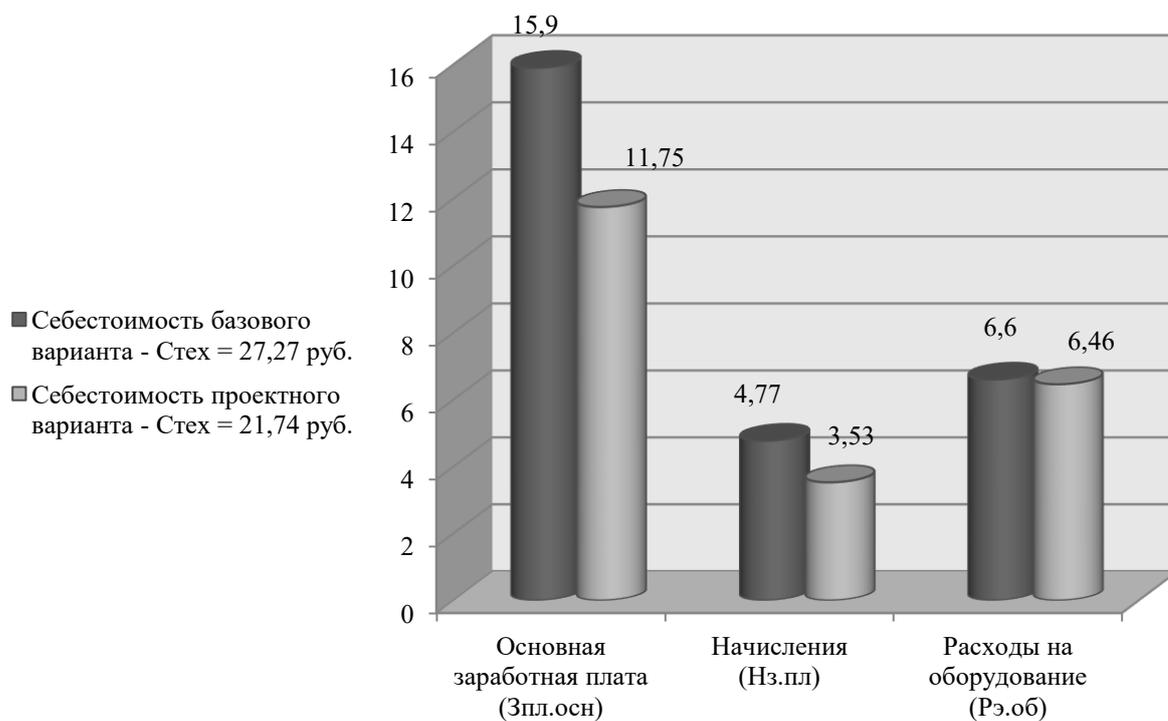


Рисунок 7 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

Из рисунка 7 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которая составляет около 55 процентов от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет около 17 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» [13]. 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 ( $K_{\text{пр}}$ ), оснастку ( $K_{\text{о}}$ ), инструмент ( $K_{\text{и}}$ ) и корректировку программного обеспечения

(К<sub>к.пр.о</sub>)» [13]. На изображении ниже (рисунок 8) показаны цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

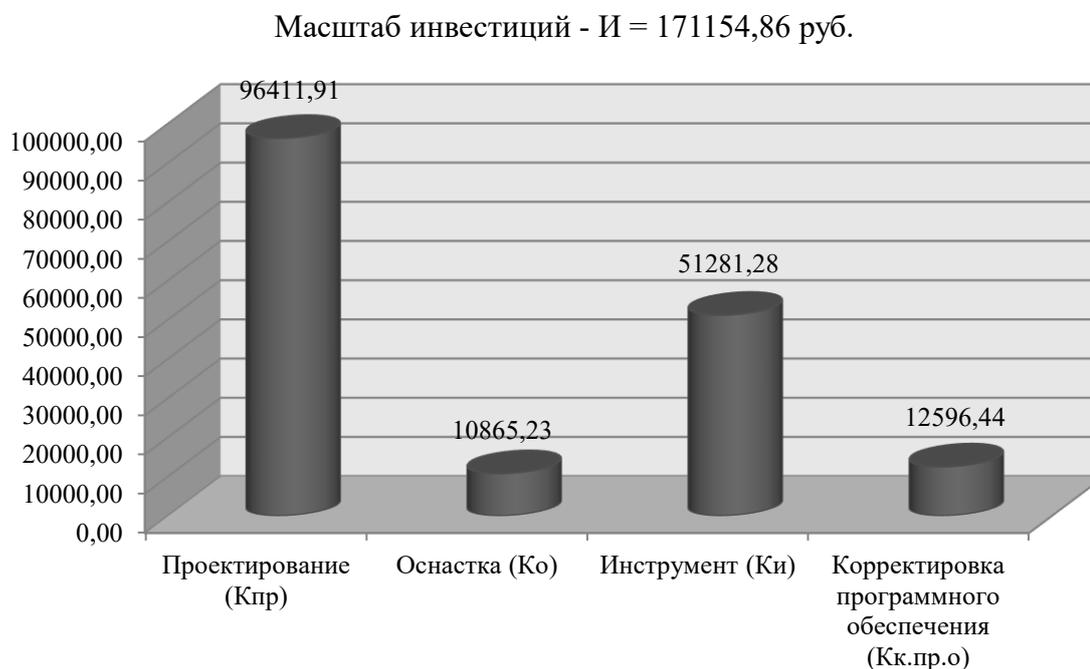


Рисунок 8 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Анализ данных рисунка 8 показывает, что подавляющая часть инвестиций (56,4 процента) приходится на проектирование. В то же время, затраты на оснастку составляют лишь 6,4 процента, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: «чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта» [13]. Расчет выполняется в соответствии с «методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [13]. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 9.

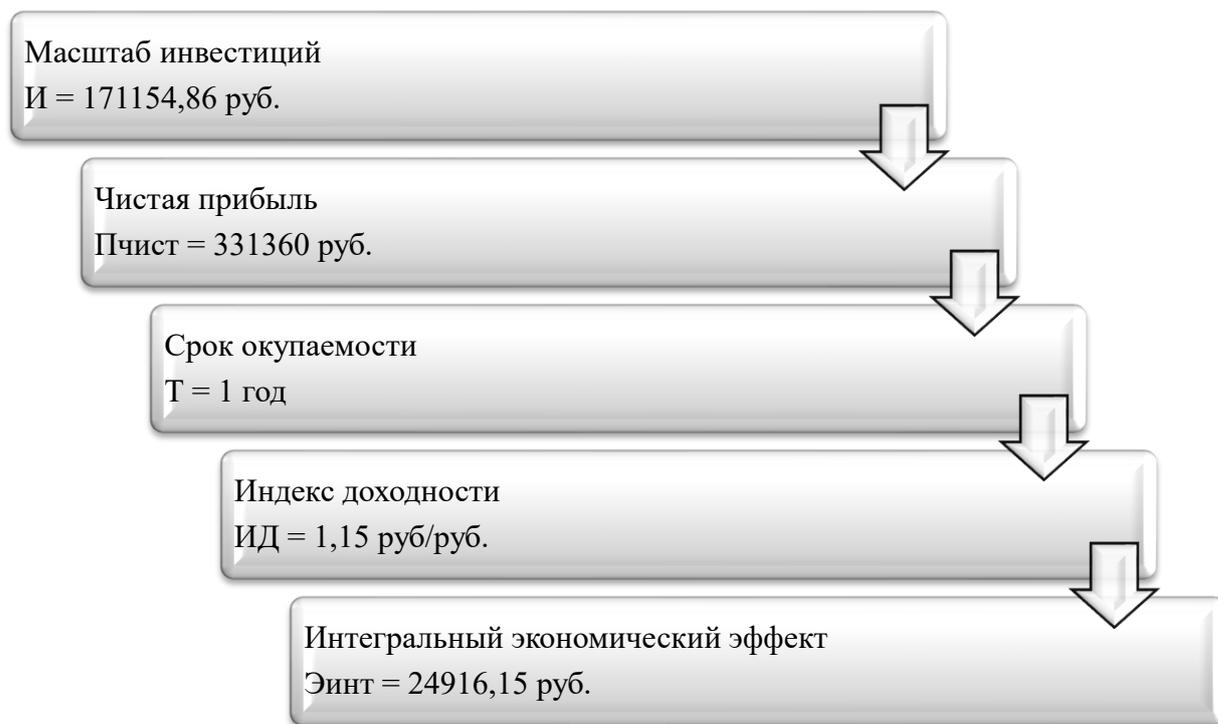


Рисунок 9 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

В представленном 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 24916,15 рублей.

## Заключение

Поставленная в работе цель достигнута – получены практические навыки в области разработки технологических процессов механической обработки деталей на примере цанги механизма подачи, 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» [2]. 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 цанги.

## 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: 20.04.2025).
2. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
3. Байкалова В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. 105 с.
4. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
5. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
6. 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.
7. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
9. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
10. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
11. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

12. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 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: 24.05.2025).
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. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.
20. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee. – London : Springer Reference, 2015. 3491 p.
21. Rösler J. Mechanical Behaviour of Engineering Materials: Metals, Ceramics, Polymers, and Composites / J. Rösler, H. Harders, M. Bäker. – Berlin Heidelberg New York : Springer, 2007. 540 p.



















## Приложение Б Спецификации

Таблица Б.1 – Спецификации

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			25.БР.ОТМП.031.60.000СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	25.БР.ОТМП.031.60.001	Втулка	1	
		2	25.БР.ОТМП.031.60.002	Демпфер	2	
		3	25.БР.ОТМП.031.60.003	Корпус патрона	1	
		4	25.БР.ОТМП.031.60.004	Клин	1	
		5	25.БР.ОТМП.031.60.005	Корпус	1	
		6	25.БР.ОТМП.031.60.006	Корпус	1	
		7	25.БР.ОТМП.031.60.007	Корпус	1	
		8	25.БР.ОТМП.031.60.008	Крышка	1	
		9	25.БР.ОТМП.031.60.009	Кулачок	3	
		10	25.БР.ОТМП.031.60.010	Опора	1	
		11	25.БР.ОТМП.031.60.011	Подкулачник	3	
		12	25.БР.ОТМП.031.60.012	Поршень	1	
		13	25.БР.ОТМП.031.60.013	Пробка	3	
		14	25.БР.ОТМП.031.60.014	Прокладка	1	
		15	25.БР.ОТМП.031.60.015	Пружина	2	
		16	25.БР.ОТМП.031.60.016	Стойка	3	
		17	25.БР.ОТМП.031.60.017	Сухарь	6	
		18	25.БР.ОТМП.031.60.018	Тяга	1	
			<b>25.БР.ОТМП.031.60.000</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разработал		Борисенко			Лит.	Лист
Проверил		Гуляев				Листов
						1
						3
И. Контр.		Гуляев			ТГУ, ИМ, гр. ТМбп-2001ас	
Уте.		Логинов				

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		19	25.БР.ОТМП.031.60.019	Шпонка	1	
		20	25.БР.ОТМП.031.60.020	Шпонка	1	
		21	25.БР.ОТМП.031.60.021	Шток	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		22		Винт М12х25.58		
				ГОСТ 141-80		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		23		М8х28.88	10	
		24		М12х30.88	10	
		25		М16х40.88	3	
		26		М16х75.88	1	
		27		Гайка М16.5.		
				ГОСТ 5927-70	1	
		28		Гайка М16х1,5-6Н		
				ГОСТ 11871-88	1	
				Кольцо ГОСТ 9833-73		
		29		018-026-25-2-4	1	
		30		024-030-25-2-4	2	
		31		062-068-30-2-4	3	
		32		074-080-30-2-4	1	
		33		070-080-40-2-4	2	
		34		Кольцо А40 65Г кд 15хр		
				ГОСТ 13941-80	1	
		35		Масленка 1.1.Ц6		
				ГОСТ 19853-74	4	
		36		Пробка 7009-0226		
				ГОСТ 12202-66	3	
				25.БР.ОТМП.031.60.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист 2	



