

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 картера

Обучающийся

И.А. Целенко

(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

Техническим объектом настоящей работы является технологический процесс изготовления детали корпуса картера, включающий в себя комплекс операций по обработке заготовки на металлорежущих станках с «использованием специализированного режущего инструмента, станочных и контрольных приспособлений. В качестве основного направления проведенных в работе исследования рассматриваются современные методы механической обработки (точение, фрезерование, сверление, растачивание), а также вопросы повышения точности и производительности данных операций» [16] за счёт оптимизации режимов резания и внедрения инновационных средств технологического оснащения.

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, выбором и применением эффективных средств технологического оснащения, а также методов контроля качества» [4]. «Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: проведение анализа научно-технической литературы по вопросам, связанным с объектом исследования: технологическими процессами обработки деталей» [4], методами получения заготовок, средствами технологического оснащения; изучение отечественного и зарубежного опыта организации и совершенствования производства аналогичных изделий; проведение патентного поиска и анализа патентной документации по рассматриваемому объекту исследования с целью выявления существующих технических решений, а также определения направлений для дальнейших исследований и разработок; формирование обоснованных предложений по совершенствованию технологического процесса изготовления выбранной детали на основе полученных данных.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Анализ детали.....	6
1.2 Задачи работы.....	10
2 Технология изготовления детали	12
2.1 Заготовка, порядок обработки и средства оснащения	12
2.2 Технологическая операция.....	26
3 Средства технического и технологического оснащения	30
3.1 Станочное приспособление.....	30
3.2 Инструментальное оснащение.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта	39
5 Экономическая эффективность работы	45
Заключение	49
Список используемой литературы и используемых источников.....	50
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации	61

Введение

Современное машиностроение характеризуется высоким уровнем автоматизации и цифровизации производственных процессов, что способствует значительному повышению качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Технологический процесс изготовления деталей включает в себя ряд последовательных операций: подготовку заготовки (литьё или прокат), механическую обработку (черновую и чистовую), контроль геометрических параметров и сборку.

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 картера – одна из наиболее распространенных и важных деталей в машиностроении.

Согласно стандарту ГОСТ 22487-77, существует три категории проектирования: неавтоматизированное, автоматизированное и автоматическое.

В случае автоматизированного проектирования взаимодействие происходит между человеком и вычислительной машиной, что позволяет выполнять все необходимые операции. Автоматическое проектирование, напротив, осуществляется без непосредственного участия человека.

Что касается неавтоматизированного проектирования, то здесь все преобразования описаний объектов и алгоритмов процессов выполняет человек, который также представляет эти данные на различных языках.

В автоматизированном проектировании конструктор сосредоточен на креативных задачах, в то время как компьютер выполняет рутинные операции и формальные процессы. Чертежи создаются в графической CAD системе, а разработка технологического процесса ведется без автоматизации.

Современные разработки конструкций детали направлены на создание многофункциональных, легких и надежных конструкций с возможностью адаптации под различные задачи. Наиболее перспективными являются решения, сочетающие высокую функциональность с хорошей технологичностью производства.

Дальнейшее совершенствование конструкции и технологии изготовления детали будет способствовать повышению эффективности производства и качества выпускаемой продукции в различных отраслях машиностроения. Анализ патентной документации показал наличие значительного количества изобретений и полезных моделей, связанных с конструктивными решениями.

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.

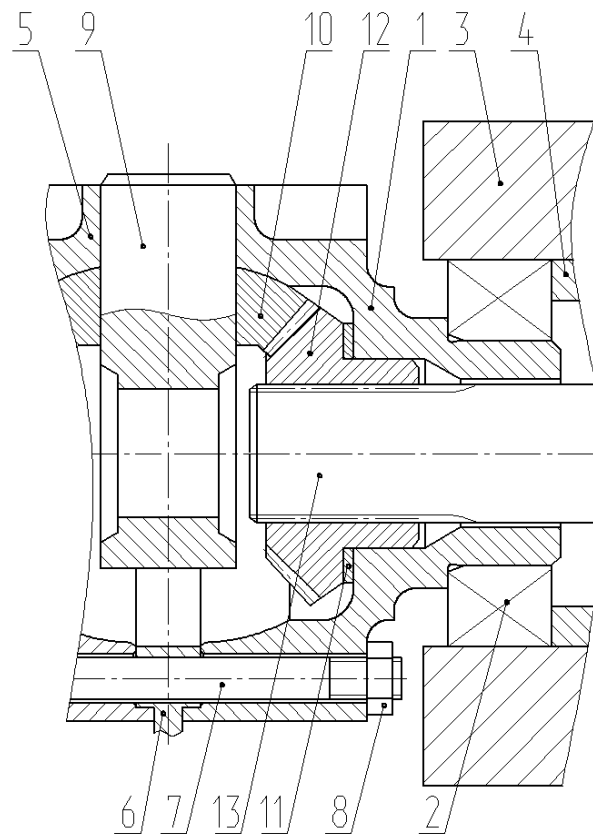
Таким образом, комплексное изучение современных научно-технических достижений и передового опыта позволяет сформулировать обоснованные предложения по «совершенствованию технологического процесса изготовления деталей с целью повышения их качества, снижения себестоимости производства и обеспечения устойчивого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

Практическая значимость работы заключается в разработке оптимального технологического процесса изготовления детали» [13] с учетом производственных возможностей предприятия. Результаты работы позволят получить практические навыки в области технологического проектирования и подготовки производства деталей машиностроения в реальных производственных условиях.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ детали

В работе рассматривается технологический процесс изготовления детали «Корпус». Корпус картера является основным элементом в редукторе. Назначение редуктора сводится к преобразованию вращательного движения от «привода, обладающего низким крутящим моментом и высокой скоростью вращения, в медленное вращение с увеличенным моментом вращения. Часть редуктора показана на рисунке 1.



1 – корпус картера; 2 – подшипник; 3 – редуктор; 4 – гайка подшипника; 5 – аналогичный корпус; 6 – ведомая цилиндрическая шестерня; 7 – винт; 8 – гайка; 9 – крестовина; 10 – сателлиты; 11 – опорная шайба; 12 – дифференциал; 13 – полуось

Рисунок 1 – Часть редуктора» [9]

«В функции редуктора входит передача мощности от двигателя, изменение скорости и крутящего момента, например, снижает скорость вращения, увеличивая при этом крутящий момент, в некоторых случаях редукторы могут изменять направление вращения» [17].

«Деталь «Корпус» предназначена для установки и компоновки составляющих элементов редуктора. Для материала, из которого целесообразнее изготовить предлагаемую деталь определим серый чугун с пластинчатым графитом АЧС-3 ГОСТ 1585-85. Материал обладает высокой прочностью и твёрдостью и способен выдерживать большие нагрузки без разрушения. Добавление титана в состав сплава придаёт ему устойчивость к коррозии» [4].

«В состав материала детали входят следующие химические элементы: процентное содержание углерода определяется как соотношение от 1,7 до 2,6 к единице; процентное содержание серы определяется как соотношение до 0,12 к единице; процентное содержание фосфора определяется как соотношение от 0,15 до 0,4 к единице; процентное содержание хрома определяется как соотношение до 0,3 к единице; процентное содержание никеля определяется как соотношение до 0,3 к единице; процентное содержание марганца определяется как соотношение от 0,3 до 0,7 к единице; процентное содержание кремния определяется как соотношение от 0,17 до 0,37 к единице и процентное содержание титана определяется как соотношение от 0,03 до 0,1 к единице. Твёрдость материала 160-190 единиц» [4].

«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 в таблице 1.

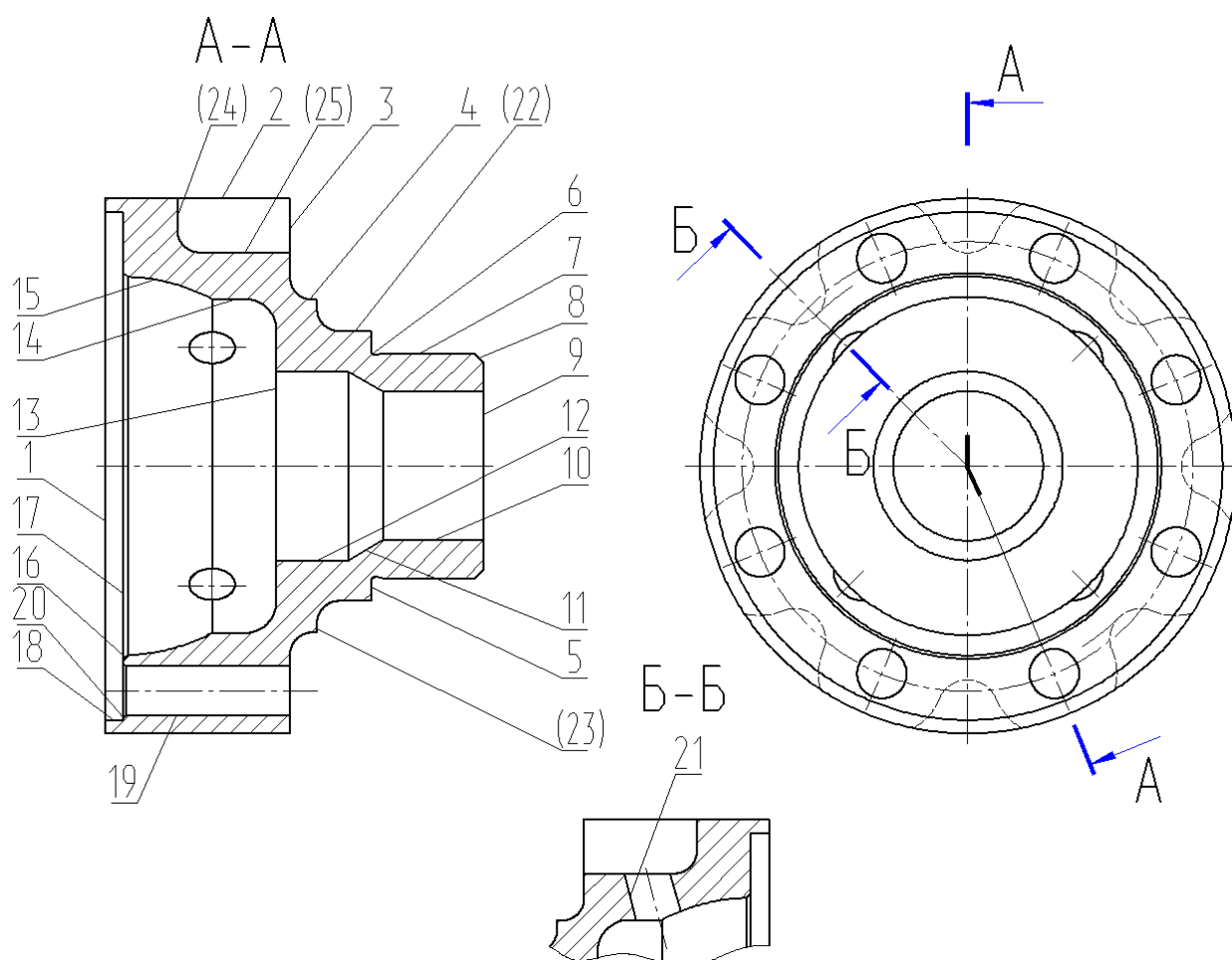


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

Таблица 1 – Классификация поверхностей

Тип поверхностей	Обозначения на рисунке 2
основные конструкторские базы (ОКБ)	1, 6
вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	2, 9, 10, 12
исполнительные (ИП)	7, 15
свободные (СП)	все остальные» [17]

Инновационность конструкции является совокупностью атрибутов, обеспечивающих повышенную эффективность этапов создания, применения и технического обслуживания изделия в соответствии с установленными стандартами качества, а также производственными и операционными требованиями. Чтобы качественно и количественно определить инновационность конструкции, критично провести систематизацию всех ее поверхностей воспользуемся эскизом на рисунке 1.

Основными недостатками базового технологического процесса являются следующие изменения конечного продукта в неавтоматизированных условиях: точность, невысокая квалификация рабочих, ошибочность в изучение технологических данных.

С учетом выявленного недостатка производства, на место старого оборудования, в процесс изготовления детали необходимо ввести новое оборудование с числовым программным управлением.

Также проводится критический анализ основных технических процессов. Это дает возможность выявлять недостатки и разрабатывать более эффективные технические процессы на «основе новых данных. Это изучение чертежа деталей, чтобы знать порядок изготовления деталей; проведение анализа используемого оборудования, приспособления, режущий и измерительный инструмент» [16]; инструменты и средства управления должны быть разработаны с учетом типа производства; проведение контроля параметров детали. В процессе изготовления детали проверяют несоосность, нецилиндричность и непараллельность. Для этого используются контрольно-измерительные приборы. Кроме того, при анализе технологичности конструкции детали необходимо учитывать оптимальную форму, взаимозаменяемость элементов и узлов, стандартизацию и единообразие детали и отдельных ее конструктивных элементов и так далее.

Альтернативный техпроцесс изготовления данной детали составлен оптимально, так как позволяет обойтись стандартным широкоуниверсальным набором режущего инструмента и оснастки без необходимости проектирования и изготовления оригинальных конструкций.

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, для снижения затрат на изготовление детали предлагается заменить три единицы используемого в базовом техпроцессе оборудования одной единицей, которая в настоящее время на предприятии отсутствует. Вывод об эффективности предлагаемых совершенствований можно сделать на основании итоговых показателей экономического расчета от предполагаемого внедрения, который будет показан в соответствующем разделе данной работы.

1.2 Задачи работы

Целью работы является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе обучения, а также приобретение практических навыков в области разработки технологических процессов механической обработки корпусных деталей на примере корпуса картера, 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 научно-технической литературы» [16] по вопросам, связанным с объектом исследования: технологическими процессами обработки деталей, методами получения заготовок, средствами технологического оснащения; изучение отечественного и зарубежного опыта 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. Доказать экономическую эффективность предложений по совершенствованию технологического процесса» [7]. «Предложить все необходимые мероприятия по увеличению степени безопасности при реализации предлагаемой технологии, связанные с охраной труда и окружающей среды.

В разделе показана технологичность детали в соответствии с ее служебным назначением и представлены предпосылки для проектирования нового технологического процесса изготовления» [16].

2 Технология изготовления детали

2.1 Заготовка, порядок обработки и средства оснащения

«В таблице 2 представлены исходные данные для выбора типа производства и проектирования заготовки.

Таблица 2 – Проектирование заготовки (исходные данные)

Масса детали, кг	Материал заготовки	Тип производства	Выпуск, шт.	Метод получения заготовки
1,84	АЧС-3 ГОСТ 1585-85	среднесерийный	20000	отливка» [7]

«Учитывая отмеченные ранее физико-механические свойства выбранного материала для детали (чугун АЧС-3), а также пространственно-геометрическую форму корпуса картера, целесообразно выбрать метод получения заготовки с помощью отливки» [21]. «Другие методы получения заготовки отклоняем, так как поверхности 22 – 25 получаются без механической обработки.

Объем заготовки определим по формуле:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{ЭЛ}^2 \cdot l_{ЭЛ} \text{ мм}^3 \quad (1)$$

где $d_{ЭЛ}$ – диаметр элемента;

$l_{ЭЛ}$ – длина элемента» [15].

Эскиз заготовки представлен на рисунке 3.

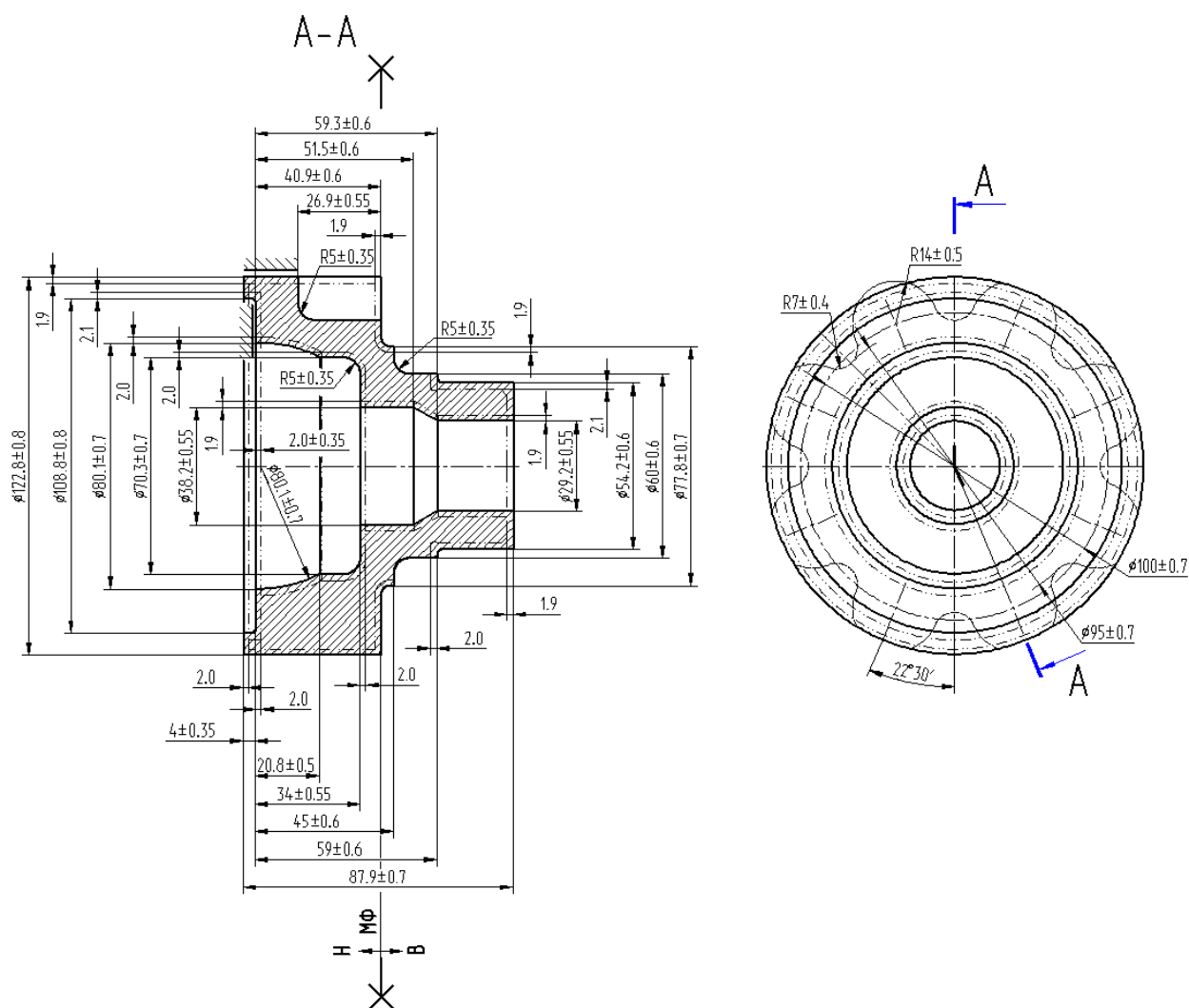


Рисунок 3 – Эскиз заготовки

«Получим:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (122,82^2 \cdot 44,9 + 77,8^2 \cdot 3 + 60^2 \cdot 14 + 54,2^2 \cdot 24,9 - 108,8^2 \cdot 4 - 75,2^2 \cdot 20,8 - 70,3^2 \cdot 13,2 - 38,2^2 \cdot 7,8 - 29,2^2 \cdot 24,6 - 14^2 \cdot 26,9 = 385459 \text{ мм.}$$

Масса заготовки определяется по формуле:

$$M_3 = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где M_3 – масса заготовки, кг;

V – объем, мм³;

γ – плотность чугуна, кг/м³» [15].

«Тогда получим:

$$M_3 = 385459 \cdot 7,0 \cdot 10^{-6} = 2,71 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала на литую заготовки определим по формуле:

$$K_{ИМ} = \frac{M_D}{M_3} \quad (3) \text{» [15]}$$

Получим:

$$K_{ИМ} = \frac{1,84}{2,71} = 0,68.$$

«На следующем этапе проектирования для выбранного типа производства необходимо определить припуски на точные поверхности. Выбираем поверхность диаметром 110f7 мм. Воспользуемся расчетно-аналитическим методом определения припусков Расчетные данные с количественными показателями значений припусков на сторону показаны в таблице 3» [17].

Таблица 3 – Припуски

«Переходы	Элементы, мкм			2Z min	Td/IT	Размеры, мм		Припуск, мм» [1]	
	Rz ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹			d ⁱ min	d ⁱ max	2Z min	2Z max
«первый	0,160	-	1,025	-	2,8 T3	113,677	116,477	-	-
второй	0,050	0,440	0,062	-	0,540 13	110,726	111,266	5,211	5,211
третий	0,025	0,100	0,041	2,24	0,140 h10	110,291	110,431	0,835	0,835
четвертый	0,010	0,050	0,021	0,37	0,054 h8	110,062	110,116	0,315	0,315
пятый» [15]	0,005	0,030	0,010	0,12	0,035 f7	109,929	109,964	0,152	0,152

«На рисунке 4 показана отливка с применением данных таблицы 3.

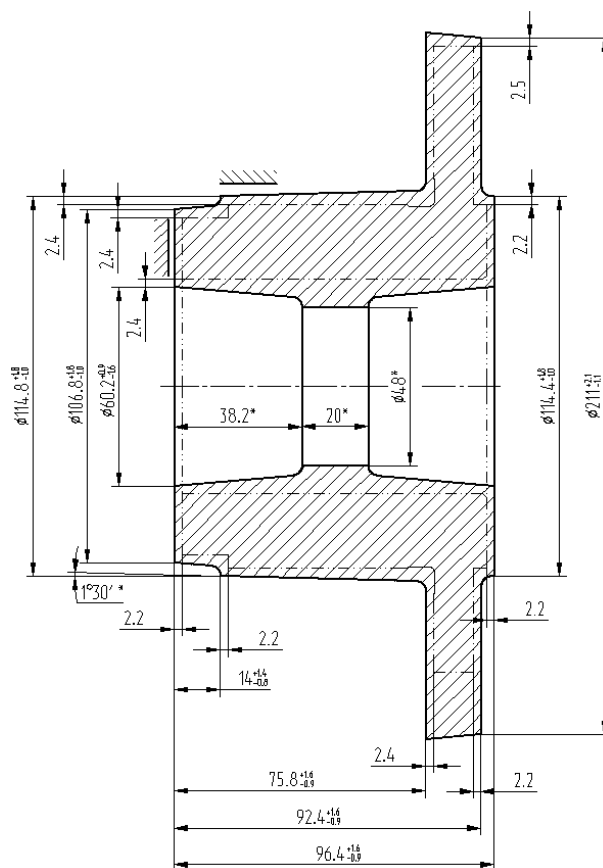


Рисунок 4 – Отливка

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

Поверхность под номером 1, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 119 на 113 миллиметров и в линейном направлении 3 миллиметра, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции, базирясь по 1 поверхности и 2 поверхности, чистового точения на токарно-чистовой операции, базирясь по 1 поверхности и 2 поверхности и тонкого точения на токарно-чистовой операции, базирясь по 1 поверхности и 2 поверхности» [15]. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до «3,2 микрометра, по качеству точности от до девятого качества точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 4,2» [15].

«Поверхность под номером 2, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 119 миллиметров и в линейном направлении 41 миллиметр, выполняется в результате. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности от» [15] «тринадцатого качества до десятого качества точности. В результате обработки устанавливается твердость 180 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 3,2 микрометра и десятый класс точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,2.

Поверхность под номером 3, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 119 на 74 миллиметра и в линейном направлении 22,5 миллиметра, выполняется в результате чернового точения на токарно-черновой операции, базирясь по 1 поверхности и 2 поверхности и чистового точения на токарно-чистовой операции, базирясь по 1 поверхности и 2 поверхности» [15]. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до «3,2 микрометра, по качеству точности до десятого качества точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,2.

Поверхность под номером 4, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 74 миллиметра» [15] и в линейном направлении 6 миллиметров, выполняется в результате чернового точения. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности от «тринадцатого качества до десятого качества точности. В результате обработки устанавливается твердость 180 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 3,2 микрометра и десятый класс точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,2.

Поверхность под номером 5, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 60 на 50 миллиметров» [15] и в линейном направлении 5 миллиметров, выполняется в результате чернового точения и «чернового шлифования на черновой кругло-шлифовальной операции, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности» [15]. При точении и шлифовании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности от «тринадцатого квалитета до девятого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 180 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 3,2 микрометра и девятый квалитет точности. Коэффициент трудоемкости при обработке» [15] данной поверхности составляет 3,1.

Поверхность под номером 6, представляющая собой канавку с операционными размерами в радиальном направлении 3 миллиметра глубиной 3 миллиметра и в линейном направлении 3 миллиметра, выполняется в результате чистового точения на токарно-чистовой операции, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и финишной закалки. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности от «тринадцатого квалитета до одиннадцатого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 180 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 3,2 микрометра и одиннадцатый квалитет точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 1,2.

Поверхность под номером 7, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 50k6 миллиметров» [15] и в линейном направлении 25 миллиметров, выполняется в результате чернового точения на «токарно-черновой операции, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности, промежуточной закалки, чистового точения на токарно-чистовой операции, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности,

чернового шлифования на черновой кругло-шлифовальной операции, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и чистового шлифования на чистовой кругло-шлифовальной операции, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности» [15]. «При точении и шлифовании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 0,63 микрометра, по качеству точности от тринадцатого квалитета до шестого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 180 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 0,63 микрометра и шестой квалитет точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 4,3.

Поверхность под номером 8, представляющая собой конус с операционными размерами» [15] в радиальном направлении 2 миллиметра с уклоном 45 градусов и в линейном направлении 2 миллиметра, выполняется в результате чернового точения. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности от тринадцатого квалитета до десятого квалитета точности.

Поверхность под номером 9, представляющая собой плоскость с операционными размерами в «радиальном направлении 46 на 33 миллиметра и в линейном направлении 6,5 миллиметра, выполняется в результате чернового точения на токарно-черновой операции, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности и чистового точения на токарно-чистовой операции, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности» [15]. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до десятого квалитета точности.

Поверхность под номером 10, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 33 миллиметра и в линейном направлении 22 миллиметра, выполняется в результате чернового

растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до десятого качества точности.

Поверхность под номером 11, представляющая собой конус с операционными размерами в радиальном направлении 42 миллиметра с уклоном 30 градусов и в линейном направлении 8 миллиметров, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до десятого качества точности.

Поверхность под номером 12, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 42 миллиметра и в линейном направлении 16 миллиметров, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до десятого качества точности.

Поверхность под номером 13, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 60 на 42 миллиметра и в линейном направлении 9 миллиметров, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до девятого качества точности.

Поверхность под номером 14, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 74,3 миллиметра и в линейном направлении 14,2 миллиметра, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до девятого качества точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 3,8.

Поверхность под номером 15, представляющая собой сферу с операционными размерами в радиальном направлении 84,14 миллиметра и в линейном направлении 19,8 миллиметра, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 1,2 микрометра, по «квалитету точности до девятого квалитета точности.

Поверхность под номером 16, представляющая собой конус с операционными размерами в радиальном направлении 1 миллиметр с уклоном 45 градусов и в линейном направлении 1 миллиметр» [15], выполняется в результате чистового растачивания на токарно-чистовой операции, базируясь по 1 поверхности и 2 поверхности. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по квалитету точности до одиннадцатого квалитета точности.

Поверхность под номером 17, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 113 на 84 миллиметра и в линейном направлении 14,5 миллиметра, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до «2,5 микрометра, по квалитету точности до девятого квалитета точности.

Поверхность под номером 18, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 113Н8 миллиметров» [15] и в линейном направлении 4 миллиметра, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 2,5 микрометра, по квалитету точности от тринадцатого квалитета до восьмого квалитета точности. В результате обработки устанавливается твердость 180 единиц и получаем показатели качества поверхности по шероховатости 2,5 микрометра и восьмой квалитет точности. «Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 3,8.

Поверхность под номером 19, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 11 миллиметров и в линейном направлении 37 миллиметров, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании и сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности до тринадцатого качества точности.

Поверхность под номером 20, представляющая собой конус с операционными размерами» [15] в радиальном направлении 0,6 миллиметра с уклоном 45 градусов и в линейном направлении 0,6 миллиметра, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании и сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности до тринадцатого качества точности.

Поверхность под номером 21, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 10 миллиметров и в линейном направлении 10,7 миллиметра, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании и сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 12,5 микрометра, по качеству точности до тринадцатого качества точности.

Поверхность под номером 22, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 60 миллиметров и в линейном направлении 28 миллиметров, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до десятого качества точности.

Поверхность под номером 23, представляющая собой конус с операционными размерами в радиальном направлении 0,6 миллиметра с уклоном 45 градусов и в линейном направлении 0,6 миллиметра, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании и сверлении последовательно достигаются технические требования к качеству

поверхностного слоя по шероховатости до 6,3 микрометра, по качеству точности до тринадцатого качества точности.

Поверхность под номером 24, представляющая собой плоскость с операционными размерами в радиальном направлении 144 миллиметра и в линейном направлении 22 миллиметра, выполняется в результате чернового точения. При точении последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до десятого качества точности.

Поверхность под номером 25, представляющая собой цилиндр с операционными размерами в радиальном направлении 86 миллиметров и в линейном направлении 42 миллиметра, выполняется в результате чернового растачивания. При растачивании последовательно достигаются технические требования к качеству поверхностного слоя по шероховатости до 3,2 микрометра, по качеству точности до десятого качества точности. Коэффициент трудоемкости при обработке данной поверхности составляет 2,4.

Остальные процессы в технологии изготовления следуют аналогичным принципам, принимая во внимание свойства материала, метод и степень обработки, а также стандарты качества, заданные для поверхностных слоев.

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.

Разработка и использование технологического оборудования, инструментов и измерительных приборов подчиняются стандарту ГОСТ 14.305-73, 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.

В рамках среднесерийного изготовления деталей, особое внимание уделяется многофункциональным аппаратам и обрабатывающим центрам, оснащенным 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.

Выбор инструментов для резания и измерения опирается на параметры обработки, такие как сила резания, скорость подачи и глубина среза, а также учитывает их стоимость и расходы на содержание, не забывая про свойства исходного материала. Предпочтение лучше отдавать универсальному инструменту, особенно при организации среднесерийного производства.

Для выполнения резаний на универсальных и токарных станках с числовым программным управлением мы применяем следующий набор инструментов: сверла диаметром 8 мм, 4,8 мм, 1,6 мм, 17 мм, и 2,3 мм, соответствующие ГОСТ 10902-77, изготовленные из инструментальной быстрорежущей стали марки P18. Для проходных и внутренних операций используются резцы 2140-0505 на основе P6M5 и 2102-0055 из T15K6 согласно ГОСТам 18872-73 и 18877-73 соответственно. Для фрезерования применяются фрезы с диаметрами 20 мм, 32 мм, и 6 мм, стандартизированные по ГОСТ 23248-78, с пластинками из быстрорежущей стали P8M3K6C. Также для обработки используется зенковка по ГОСТ 14953-80 и метчики для нарезки резьбы из стали У12 согласно ГОСТ 3266-81.

По завершению технологических операций обработки изделий используются традиционные измерительные приборы: штангенциркули,

шаблоны, калибры, и пробки. Спецификации этих инструментов уточнены в документации механической обработки, а именно в операционных картах по форме 3 согласно стандарту ГОСТ 3.1404-86. Выбор СТО показан в таблице 4.

Таблица 4 – СТО

«Опера ция	Оборудова ние	Станочное приспособлени е	Режущий инструмент	Контрольно- измерительн ые средства
005 010	DMTG SKE6150Z/ 1500	Патрон ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина ромбическая, СМП Томал-10 $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина расточная СМП Томал-10 $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$» [3]	Калибр- скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534- 79
«015 020			Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина ВК4М $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$» [3] «Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина расточная ВК4МН $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$» [3]	

Продолжение таблицы 4

«Опера ция	Оборудова ние	Станочное приспособлени е	Режущий инструмент	Контрольно- измерительн ые средства
025	3Т153Ф1	Патрон ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 3 500х30х203 63С F36 О 4 V А 35 м/с 2 класс ГОСТ Р 52781-2007	Калибр- скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
030	16В05АФ3 0-01	Патрон ОСТ 3-3443-76	Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина расточная ВК3М покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 Борштанга расточная регулируемая. Пластина расточная ВК3М покрытие (Ti- Cr)-ИА-TiN $\varphi=90^\circ$ D=113	Калибр- скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр- пробка ГОСТ14827-69
035	500VS	Приспособлени е ГОСТ 12195-66	Сверло ступенчатое комбинированное Ø11, Ø10 ОСТ 2И21-2-76 P6M5K5	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр- пробка ГОСТ14827-69
040	3Т153Ф1	Патрон ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 3 500х30х203, 63С F60 L 6 V А 35 м/с 2 класс ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр- скоба ГОСТ 18355-73 Приспособл ение мерительное с индикаторо м» [3]

Подробная информация находится в технологической документации, которая показана в приложении А Технологическая документация в таблице А.1.

2.2 Технологическая операция

«Расчет режимов резания проведем с помощью эмпирических зависимостей (рассчитаем припуски на цилиндрическую поверхность) для обработки самой точной поверхности – шейки $\varnothing 50k6^{(+0.018}_{+0.002)}$. Припуски приведены» [15] в таблице 5. При настройке технологических параметров обработки необходимо придерживаться определённой алгоритмической последовательности. Ключевым этапом является корректный расчёт режимов резания с учётом комплексного анализа множества факторов: геометрических параметров режущего инструмента, включая размеры и форму резца; физико-химических свойств материала режущей части; особенностей обрабатываемого материала и его текущего состояния; технических характеристик производственного оборудования, в том числе класса станка и его энергетической мощности. Такой многофакторный подход обеспечивает оптимальную настройку процесса обработки.

«Для наглядности пространственного представления геометрических параметров рассчитанных припусков на обрабатываемую сторону заготовки на рисунке 5 представлена схема расположения припусков, допусков и операционных размеров для обработки шейки» [15] $\varnothing 50k6^{(+0.018}_{+0.002)}$.

В данном случае приведено определение параметров режима резания на основе аналитических формул для одного технологического процесса. Для остальных этапов производственного цикла параметры резания вычисляются согласно стандартным нормам, «принимая во внимание корректирующие коэффициенты» [11].

Таблица 5 – Припуск

«Переход	Элементы припускам				$2Z_{\min}$	Td/IT	Размеры		Припуски» [8]	
	Rz^{i-1}	h^{i-1}	ρ^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$			$d^i \max$	$d^i \min$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
«отлить	0.160	0.200	0.848	-	-	1.2 8 ст.	54.590	53.390	-	-
точить начерно	0.050	0.050	0.051	0.440	2.631	0.390 13	51.149	50.759	3.441	2.631
точить начисто	0.025	0.025	0.034	0.090	0.407	0.100 h10	50.452	50.352	0.697	0.407]
шлифовать начисто	0.010	0.020	0.017	0.050	0.221	0.039 h8	50.170	50.131	0.282	0.221
шлифовать начисто	0.005	0.015	0.008	0.030	0.129	0.016 k6	50.018	50.002	0.152	0.129» [10]

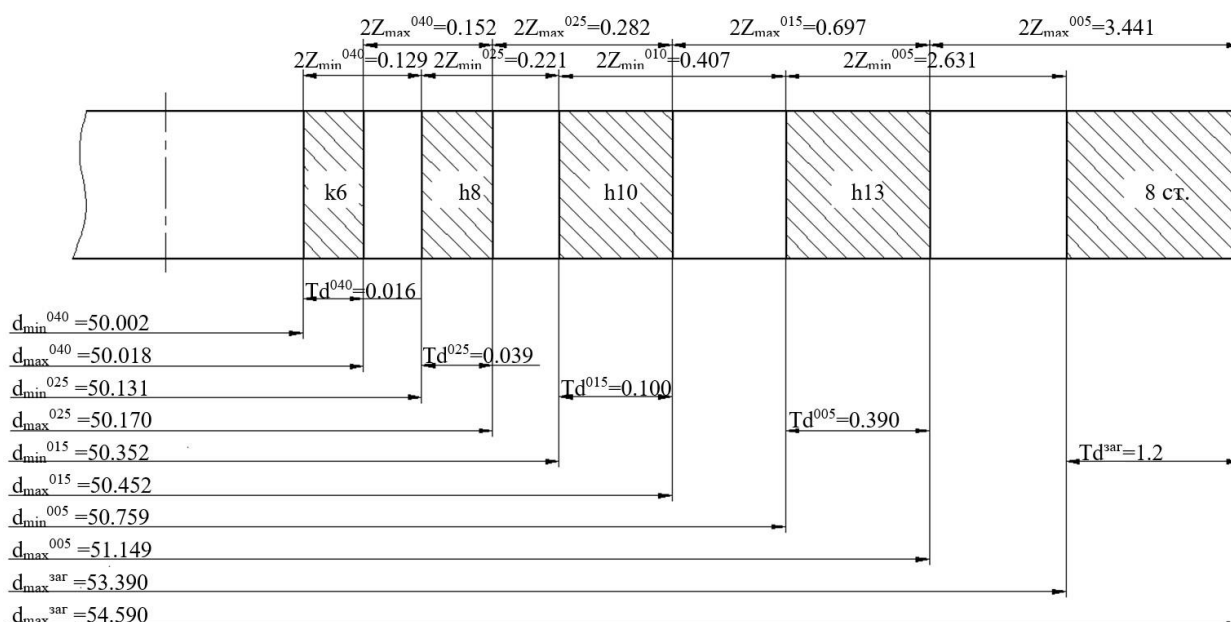


Рисунок 5 – Припуски, допуски и операционные размеры для обработки шейки $\varnothing 50k6 \left(\begin{smallmatrix} +0.018 \\ +0.002 \end{smallmatrix} \right)$

«Режимы резания для технологических операций будем определены табличным методом» [21] и результаты отмечены в таблице 6.

Таблица 6 – Режимы резания

«Операция	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_t , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости n , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин» [15]
«005	точить $\varnothing 51,2$	1,5	0,4	138,9	864	864	138,9
	точить $\varnothing 74,7$	1,5	0,4	138,9	592	592	138,9
	подрезать торец до $\varnothing 122,8$	1,5	0,4	138,9	360	360	138,9
010	точить $\varnothing 119,7$	1,5	0,4	138,9	369	369	138,9
	расточить $\varnothing 118$	1,5	0,4	125,0	337	337	125,0
	расточить $\varnothing 83,1$	1,5	0,4	125,0	479	479	125,0
	расточить $\varnothing 73,3$	1,5	0,4	125,0	543	543	125,0
	расточить $\varnothing 41,3$	1,5	0,4	125,0	954	954	125,0
	расточить $\varnothing 32,3$	1,5	0,4	125,0	1232	1232	125,0
015	точить $\varnothing 50,5$	0,35	0,2	266,1	1678	1678	266,1
	точить $\varnothing 74$	0,35	0,2	266,1	1145	1145	266,1
	подрезать торец до $\varnothing 119,7$ » [15]	0,35	0,2	266,1	708	708	266,1
«020	точить $\varnothing 119$	0,35	0,2	266,1	712	712	266,1
	расточить $\varnothing 118,7$	0,35	0,2	239,5	642	642	239,5
	расточить $\varnothing 83,8$	0,35	0,2	239,5	910	910	239,5
	расточить $\varnothing 74$	0,35	0,2	239,5	1030	1030	239,5
	расточить $\varnothing 42$	0,35	0,2	239,5	1816	1816	239,5
	расточить $\varnothing 33$	0,35	0,2	239,5	2311	2240	232,1
025	шлифовать $\varnothing 50,18$	0,16	1,5/0,45*	35	222	222	35
030	расточить $\varnothing 113$	0,15	0,05	360,0	1014	1014	360,0
	расточить $\varnothing 84,14$	0,15	0,05	360,0	1362	1362	360,0
	расточить $\varnothing 74,3$	0,15	0,05	360,0	1543	1543	360,0
035	сверлить $\varnothing 10$	5,0	0,08/0,3	32	1014	1014	32,0
	сверлить $\varnothing 11$	5,5	0,3	34	984	984	34,0
040	шлифовать $\varnothing 50$	0,09	1,1/0,30*	35	222	222	35» [15]

В таблице 6 обозначено * – подача в мм/мин. В остальных операциях технологического цикла параметры резания устанавливаются согласно стандартам, адаптированным к специфическим условиям работы путём

применения корректирующих коэффициентов. Нормы времени на технологические операции приведем в таблице 7.

Таблица 7 – Нормы времени (в минутах)

«Операция	T_0	T_B	T_{OP}	$T_{ШТ-К}$	$T_{П-З}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{ОБ,О-Т}$
005	0,312	0,592	0,904	0,054	17	0,958	236	1,030
010	0,856	0,703	1,559	0,093	20	1,652	236	1,737
015	0,298	0,618	0,916	0,055	17	0,971	236	1,043
020	0,851	0,751	1,602	0,096	20	1,698	236	1,783
025	0,327	0,573	0,900	0,085	21	0,985	236	1,074
030	0,965	0,729	1,694	0,102	24	1,796	236	1,898
035	1,444	0,592	2,036	0,122	28	2,158	236	2,277
040	0,292	0,536	0,828	0,081	21	0,909	236	0,998» [14]

В разделе «проведен комплексный анализ технологических операций, который включает в себя расчет режимов резания и норм времени на основе самых современных методик с использованием автоматизированных средств инженерных расчетов таких, как MatLab и MathCad их приложений Simulink. Результаты раздела также представлены» [18] в Приложениях А и Б в таблицах А.1 и Б.1.

3 Средства технического и технологического оснащения

3.1 Станочное приспособление

В разделе «для 015 операции проведем расчет для выбранных параметров обработки токарного рычажного патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке. Ранее при проектировании 015 операции получено значение главной составляющей силы резания 99 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 6» [10]. «Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил.

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

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (4)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

R_0 – радиус зажимаемой поверхности;

R – радиус обрабатываемой поверхности» [15];

f – «параметр подвижности для кулачков с гладкой поверхностью, который равен 0,16» [7].

«Коэффициент запаса K определим согласно [21] равным 2,5. Тогда сила зажима:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 99 \cdot 119}{0,16 \cdot 119} = 1547 \text{ Н} \text{» [15].}$$

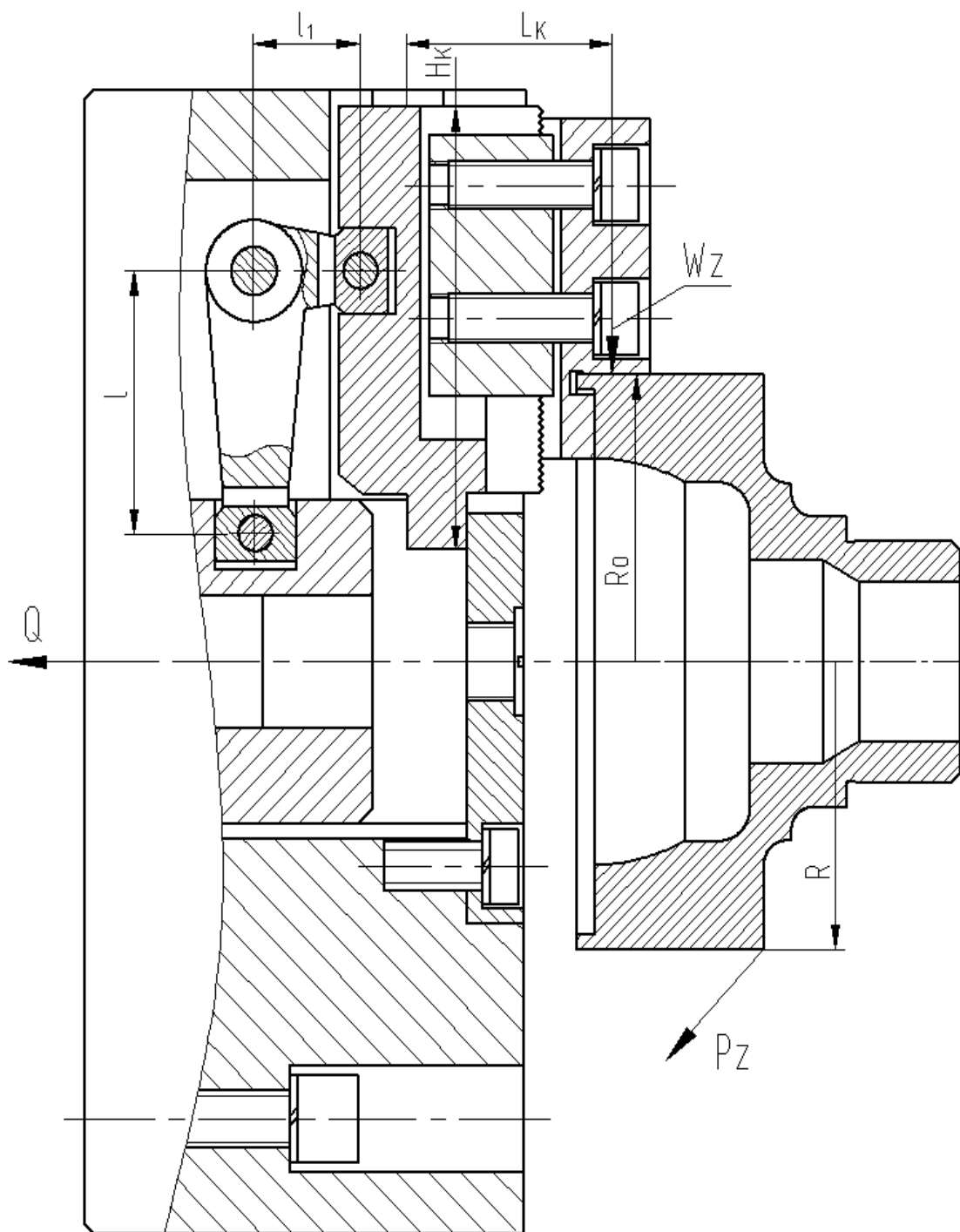


Рисунок 6 – Схема действия сил

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

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (5)$$

где f_1 – коэффициент трения равен 0,1 [7];

L – вылет кулачка равен 45 мм;

H – длина направляющей кулачка равна 92 мм» [15].

«Получим

$$W_1 = \frac{1547}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (45/92)} = 1994 \text{ Н.}$$

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

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (6)$$

где l_1 и l – плечи рычага соответственно равны 22 мм и 55 мм» [15].

«При расчете получим:

$$Q = 1994 \cdot \frac{22}{55} = 798 \text{ Н.}$$

Для обеспечения усилия в 798 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод [8]. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа» [15].

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

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (7)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9» [21].

«Получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{798}{0,4 \cdot 0,9}} = 55,1 \text{ мм.}$$

Согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока присоединяемого пневматического цилиндра с вращающейся муфтой для резьбового конца шпинделя станка DMTG CKE6150z/1500 100 мм, ход кулачков патрона 3,2 мм и ход рычага 3,5 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь» [15].

3.2 Инструментальное оснащение

Проведем проектирование инструментального оснащения в виде режущего инструмента и захватного устройства.

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 резцов; система датчиков, обеспечивающая измерение сил резания, температуры и вибрации. В состав системы входят тензометрические датчики, термопары и акселерометры; оборудование для микроскопического анализа поверхности резца, например, электронный микроскоп; инструменты для измерения износа резца, включающие профилометры и микроскопы; материалы для изготовления опытных образцов резцов, 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.

Целью исследования являются документы для проекта модернизации объекта исследований и разработка комплекта конструкторско-технологической документации, необходимой для производства и проведения испытаний усовершенствованного резца.

Для исследования необходимо получить следующие документы: чертежи резца, которые должны включать полную информацию о размерах, допусках и материалах; технологическая карта изготовления резца, которая описывает все этапы производственного процесса, включает в себя используемое 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 резца содержат детальную информацию о размерных параметрах, допусках, отклонениях и материал. Технологическая карта изготовления резца 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.

Современные методы моделирования позволяют оптимизировать геометрию канавок для достижения максимальной эффективности» [19]. Упрочняющие фаски и заточка с уменьшенными углами особенно актуальны для менее прочных твердосплавных. резцов и резцов со сверхтвердыми синтетическими сплавами (например, на основе кубического нитрида бора или алмаза), позволяя компенсировать их меньшую прочность по сравнению с более износостойкими материалами. Пример моделирования режущего инструмента в виде резца показан на рисунке 7.



Рисунок 7 – Режущий инструмент

Примем основные параметры для резца и пластины, которые указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Параметры резца и пластины

«Резец						
Материал	HRC	$\varphi, ^\circ$	$h, \text{мм}$	$b, \text{мм}$	$h_1, \text{мм}$	$L, \text{мм}$
40X	40...45	93	25	25	25	115
Пластина						
Твердый сплав		Передний угол $\gamma, ^\circ$		Задний угол $\alpha, ^\circ$		
T15K6		10		5» [12]		

«Проведем разработку нового захватного устройства, которое от базового отличается малыми габаритами, надежностью и простотой конструкции.

В процессе перемещения заготовки требуются определенные силы захвата, которые будем определять по формуле:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g, \quad (8)$$

где K_1 – страховочный коэффициент равен 3;

K_2 – передаточный коэффициент» [15].

«В формуле (8) $m = 2,71$ кг масса заготовки, рассчитанная ранее. g – ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$). Передаточный коэффициент K_2 рассчитаем по формуле:

$$K_2 = \frac{\sin \alpha}{2 \cdot \mu}, \quad (9)$$

где μ – коэффициент трения губок в месте контакта равен 0,16;

α - максимальный угол смыкания губок манипулятора равен 45° » [15].

«Получим:

$$K_2 = \frac{\sin 45^\circ}{2 \cdot 0,16} = 2,2.$$

Окончательно сила захвата:

$$W = 3 \cdot 2,2 \cdot 2,71 \cdot 9,8 = 190 \text{ Н.}$$

Расчетная схема захватного устройства представлена на рисунке 8.

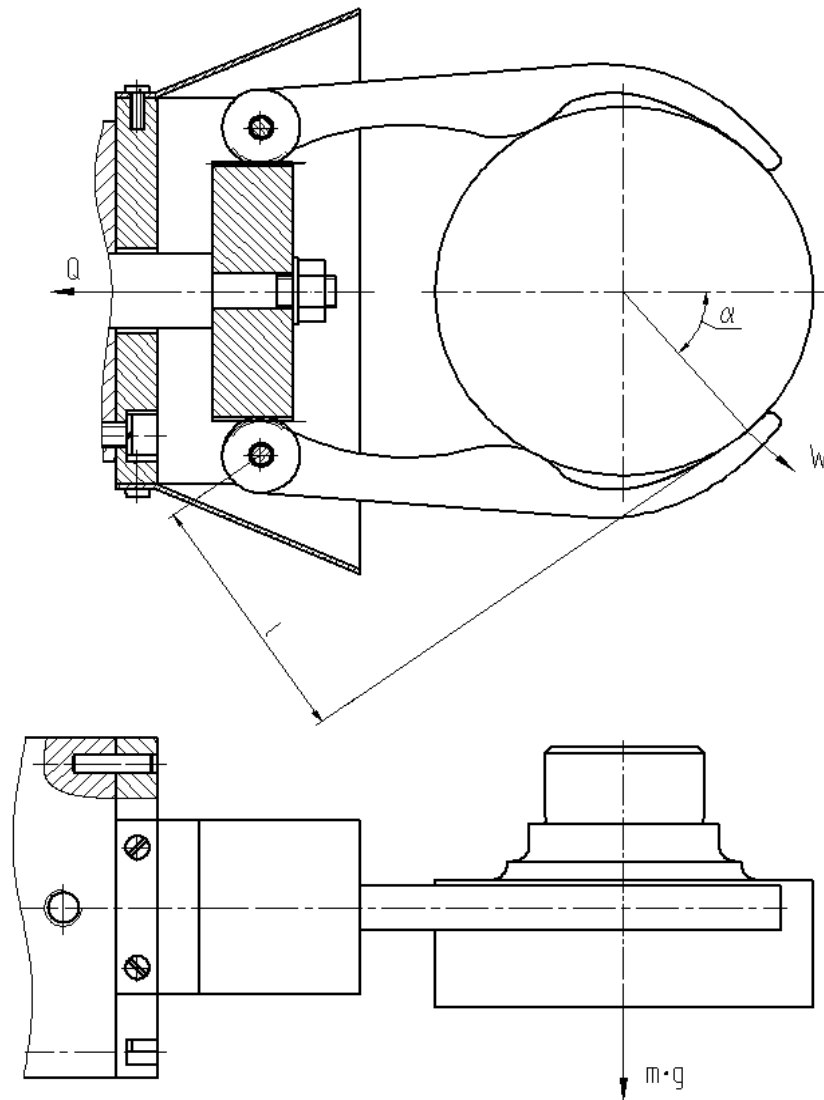


Рисунок 8 – Схема захватного устройства

Определим необходимое усилие привода Q из условия статического равновесия:

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \quad (10)$$

где η – КПД реечной передачи;

M – максимальный момент сил;

m_c – модуль зубчатой передачи сектора равен 2;

r_c – число зубьев сектора равно 11» [15].

«Максимальный момент определим по формуле:

$$M = W \cdot l, \quad (11)$$

где l – плечо (на рисунке 7) равно 82 мм.

Тогда получим:

$$Q = \frac{2 \cdot 190 \cdot 82}{0,75 \cdot 20 \cdot 0,9} = 2308 \text{ Н.}$$

Значением рабочего давления привода будем считать 0,63 МПа. Тогда диаметр поршня пневматического цилиндра определим по формуле:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (12)» [15]$$

«Получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2308}{0,63 \cdot 0,9}} = 74,6 \text{ мм.}$$

По ГОСТу 15608-81 примем ближайшее к расчетному значение для диаметра штока 75 мм, ход губок 22 мм и ход штока цилиндра 4 мм» [15].

В разделе показана практическая значимость работы, которая заключается в том, что разработанные технологические решения в виде станочного приспособления и режущего инструмента могут быть внедрены в производство, что позволит повысить эффективность изготовления деталей на предприятии. Сборочные единицы в виде отдельных деталей и элементов приспособлений представлены 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» [2] корпуса картера редуктора.

«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 с DMTG SKE6150Z/1500, шлифовальный станок с ЧПУ 3T153F1, сверлильный станок 500VS, муфельная печь установка для цементации, стол контролёра, карусельно-шлифовальный станок 3T153F.

Материалы: серый чугун с пластинчатым графитом АЧС-3 ГОСТ 1585-85, вода, смазывающая охлаждающая жидкость, масло, керосин, поверхностно активные вещества» [15].

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» [15].

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.

«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» [5].

«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» [20].

«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» [5].

«Для снижения уровня профессиональных рисков разрабатываются инструкции по охране труда для каждой профессии, занятой на техническом объекте [20].

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» [20].

«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.

Для защиты от движущихся машин и механизмов подвижных частей производственного оборудования; передвигающиеся изделий и заготовок применяются спец одежда, защитные очки, перчатки, головной убор (каска или каскетка) и спец обувь, зонирование территории цехов (обозначение безопасных проходов), сигнализация и защитные ограждения.

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» [20].

«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)» [5].

«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» [20].

«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» [20].

В разделе «представлен анализ потенциально опасных и вредных производственных факторов с большой долей вероятности возможных при функционировании рассматриваемого технического объекта. Все выбранные в работе 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 и в Приложении Б в таблице Б.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» [15]. «Все эти процедуры соответствуют предлагаемым в разделе мерам по осуществлению безопасности технического объекта» [5].

5 Экономическая эффективность работы

Для доказательства предлагаемых изменений 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.

Решение поставленной» [6] задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема изменений процесса производства представлена на рисунке 9.

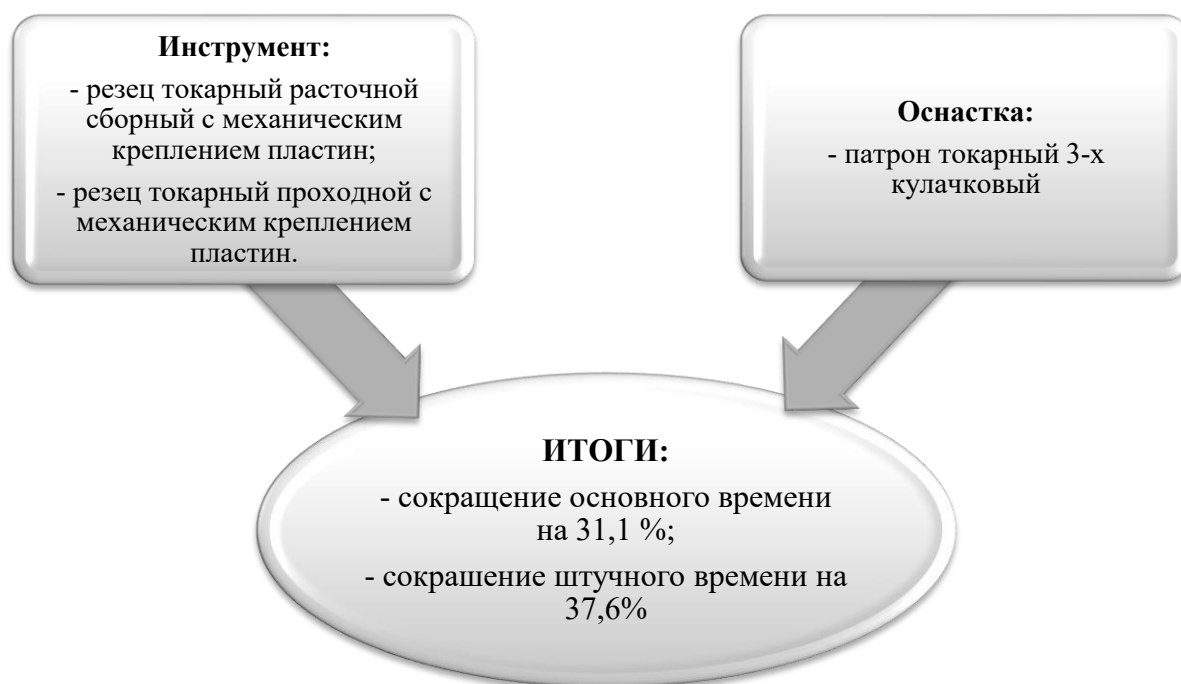


Рисунок 9 – Обобщенная схема изменений процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [6]. «Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 10» [6].

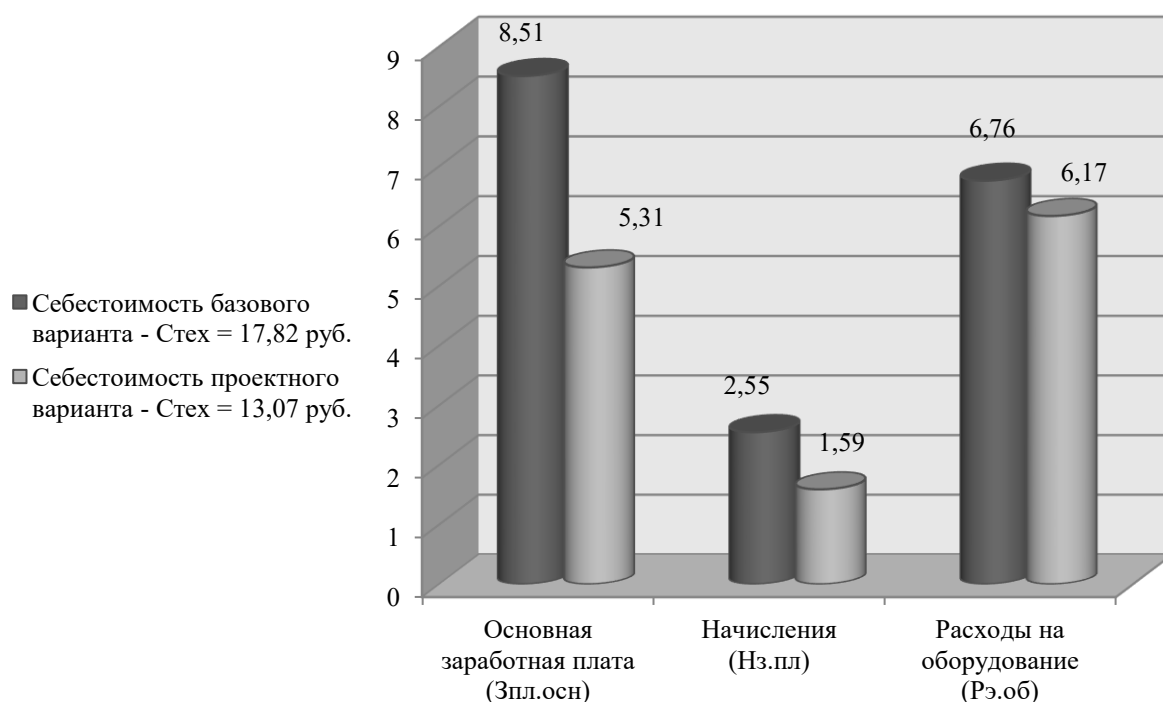


Рисунок 10 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

Из рисунка 10 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которая составляет около 45 процентов от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет около 13 процентов, также в обоих вариантах.

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

оснастку (K_o), инструмент ($K_{и}$) и корректировку программного обеспечения ($K_{к.пр.о}$)» [6]. На изображении, показанном на рисунке 11, наглядно изложены цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

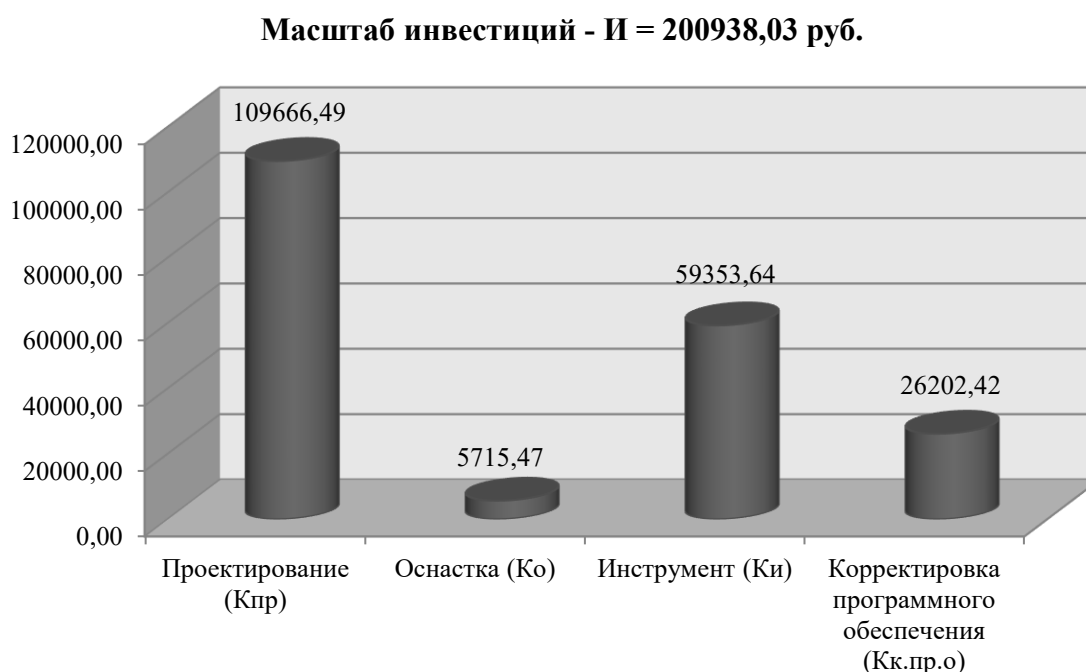


Рисунок 11 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Анализ данных рисунка 11 показывает, что подавляющая часть инвестиций (54,6 процентов) приходится на проектирование. В то же время, затраты на оснастку составляют лишь 2,8 процента, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: «чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта. Расчет выполняется в соответствии с методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 12» [6].

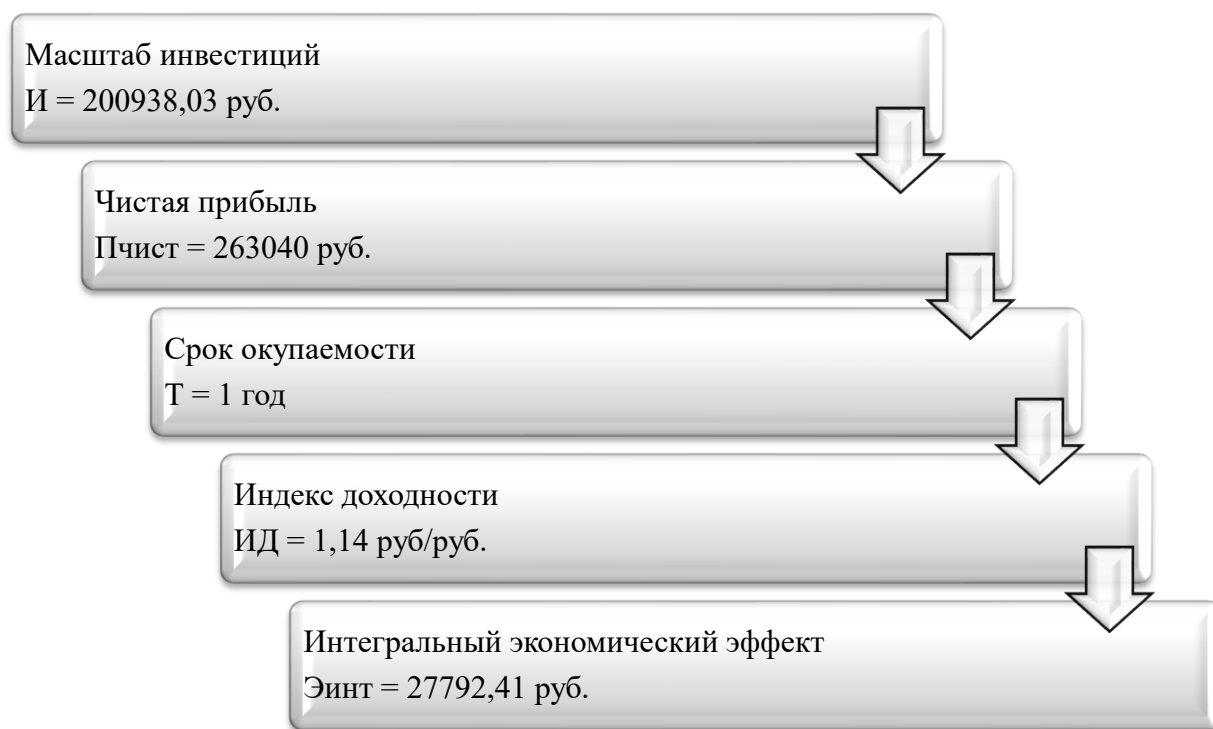


Рисунок 12 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

В разделе проведены расчеты, из которых 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 27792,41 рублей.

Заключение

В работе проведен анализ научно-технической литературы по вопросам, связанным с технологическими процессами обработки деталей, методами получения заготовок, средствами технологического оснащения; изучен отечественный и зарубежный опыт организации и совершенствования производства аналогичных изделий; проведен патентный поиск и анализ патентной документации по рассматриваемому объекту с целью выявления существующих технических решений, а также определены направления для дальнейших разработок; «сформированы обоснованные предложения по совершенствованию технологического процесса изготовления выбранной детали на основе полученных данных.

Показана технологичность выбранной детали» [15]. «Проведено проектирование заготовки, для чего выбран способ ее получения на основе экономических сравнительных расчетов. Определено наличие, порядок и последовательность необходимых для изготовления детали технологических операций» [18], то есть «усовершенствован базовый технологический процесс. Для выполнения операций определен маршрут и состав современных средств технологического оснащения. Для операций проведены расчеты режимов резания и норм времени. Доказана экономическая эффективность предложений по совершенствованию технологического процесса» [7].

Практическая значимость работы заключается в разработке оптимального технологического процесса изготовления детали с учетом производственных возможностей предприятия. Результаты работы позволят получить практические навыки в области технологического проектирования и подготовки производства деталей машиностроения в реальных производственных условиях.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
2. 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.
3. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
5. 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.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 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. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
14. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
15. 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.
16. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
17. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
18. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.
19. Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability / B. Bertsche, A. Schanz, K. Pickard. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2015. 502 p.
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.

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

52

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																							
Взам.																							
Подп.																							
										01101.24205		1		3									
Разраб.	Целенко					ТГУ								XXXX.XXXX									
Пров.	Гуляев													10141.00001									
										Корпус картера										Цех	Уч.	РМ	Опер
Н. Контр.	Гуляев															015							
Наименование операции				Материал				твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД							
4110 Токарная				Чугун АЧС-3 ГОСТ 1585-85				180 НВ	166	1,84	Ø122,8х87,9				2,71	1							
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Те	Тпз	Тшт	СОЖ											
DMTG SKE6150Z/1500				XXXXXX				0,298	0,618	17	0,971	Укринол- 1											
Р					ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V										
01					мм		мм	мм	мм/об		об/мин	м/мин											
02О	1. Установить и снять заготовку																						
03Т	396111XXX- патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80																						
04О	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-10																						
05Т	392195XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 ВК4М; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84;																						
06Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																						
07Р	XX				50,5		42	0,35	1	0,25	1678	266,1											
08Р	XX				74,0		9	0,35	1	0,25	1145	266,1											
09Р	XX				74/119,7		19	0,35	1	0,25	708	266,1											
10																							
11																							
12																							
ОКП																							

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																													
Взам.																													
Подп.																													
													01101.24205			1		1											
Разраб.	Целенко				ТГУ							XXXX.XXXX																	
Пров.	Гуляев											10141.00001																	
													Корпус																
Н. Контр.	Гуляев																	Цех	Уч.	РМ	Опер								
																													010

Ra6,3

КЭ

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
										01101.24205		2		3					
Разраб.	Целенко					ТГУ						XXXX.XXXX							
Пров.	Гуляев											10141.00001							
Н. Контр.	Гуляев													Цех	Уч.	РМ	Опер		
Наименование операции				Материал				твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД			
4131 Круглошлифовальная				Чугун АЧС-3 ГОСТ 1585-85				180 НВ	166	1,84	Ø122,8x87,9				2,71	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ							
3Т153F1				XXXXXX				0,327	0,573	21	0,985	Укринол- 1							
Р					ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V						
01					мм		мм	мм	мм/мин		об/мин		м/мин						
02О	1. Установить и снять заготовку																		
03Т	396111XXX- патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3-3443-76																		
04О	2. Шлифовать поверхн., выдерж. разм. 1-2																		
05Т	391810XXX- шлифовальный круг 3 500х30х203 63С F36 О 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																		
06Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84;																		
07Т	393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																		
08Р	XX				50	23	0,16	1	1,5/0,45	222	35								
09																			
10																			
11																			
12																			
ОКП																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

[illegible]

Продолжение таблицы А.1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

[illegible]

Приложение Б Спецификации

Таблица Б.1 – Спецификации

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			25.БР.ОТМП.050.60.000СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	25.БР.ОТМП.050.60.001	Втулка	1	
		2	25.БР.ОТМП.050.60.002	Втулка	1	
		3	25.БР.ОТМП.050.60.003	Демпфер	2	
		4	25.БР.ОТМП.050.60.004	Корпус патрона	1	
		5	25.БР.ОТМП.050.60.005	Корпус	1	
		6	25.БР.ОТМП.050.60.006	Корпус	1	
		7	25.БР.ОТМП.050.60.007	Крышка	1	
		8	25.БР.ОТМП.050.60.008	Кулачок	3	
		9	25.БР.ОТМП.050.60.009	Ось	6	
		10	25.БР.ОТМП.050.60.010	Ось	3	
		11	25.БР.ОТМП.050.60.011	Поршень	1	
		12	25.БР.ОТМП.050.60.012	Подкулачник	3	
		13	25.БР.ОТМП.050.60.013	Пробка	1	
		14	25.БР.ОТМП.050.60.014	Пробка	3	
		15	25.БР.ОТМП.050.60.015	Прокладка	1	
		16	25.БР.ОТМП.050.60.016	Рычаг	3	
		17	25.БР.ОТМП.050.60.017	Сухарь	3	
		18	25.БР.ОТМП.050.60.018	Сухарь	6	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	25.БР.ОТМП.050.60.000	
Разработал	Целенко					
Проверил	Гуляев				Патрон рычажный	
Н. Контр.	Гуляев				ТГУ, ИМ, гр. ТМбп-2001ас	
Уте.	Логинов					
					Лит.	Лист
						1
						3

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

[illegible]

Продолжение таблицы Б.1

63

Продолжение таблицы Б.1

64

Продолжение таблицы Б.1

65