

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 вала планетарного редуктора

Обучающийся	<u>Н.С. Нехорошкова</u> (Инициалы Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>
Консультант(ы)	<u>канд. экон. наук, доцент, Е.Г. Смышляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>
	<u>канд. физ. - мат. наук, доцент, Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u></u>

Тольятти 2024

Аннотация

Технологический процесс изготовления вала планетарного редуктора. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2024.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления вала для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

В выпускной квалификационной работе:

- устанавливаются предполагаемые параметры технологичности, которые прямым образом влияют на сложность обработки детали;

- определяются параметры заготовки для получения детали, а также установлен наиболее рациональный способ ее получения;

- разработан техпроцесс изготовления детали, по результатам выполнены соответствующие чертежи и карты;

- спроектирована техоснастка – инструмент и приспособления, по результатам выполнены соответствующие чертежи;

- решены задачи по обеспечению необходимых мер безопасности в соответствии со всеми современными нормативными требованиями в полном объеме;

- определены основные экономические показатели техпроцесса, доказывающие состоятельность принятого способа изготовления данной детали с точки зрения затрат материальных и финансовых средств.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 41 страниц, содержащую 18 таблиц, 9 рисунков, и графическую часть, содержащую 6,5 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	5
1.3 Технологичность детали.....	6
1.4 Задачи работы.....	7
2 Разработка технологической части работы.....	9
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.4 Выбор СТО.....	19
2.5 Разработка технологических операций.....	21
3 Расчет и проектирование оснастки.....	22
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	22
3.2 Проектирование инструмента.....	25
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	27
5 Экономическая эффективность работы.....	33
Заключение.....	37
Список используемых источников.....	39
Приложение А Маршрутная карта.....	42
Приложение Б Операционные карты.....	45
Приложение В Спецификация.....	52

Введение

«Планетарными называют передачи, имеющие зубчатые колеса, геометрические оси которых подвижны. В таких передачах имеются центрально расположенные колеса. В простейшей их два, одно с внешним зацеплением (оно обычно является ведущей шестерней и часто называется солнечным колесом), другое – с внутренним. Зубчатые колеса с подвижными геометрическими осями (обычно их несколько) называются сателлитами. Оси сателлитов установлены в детали, называемой водилом. Водило вращается относительно геометрической оси совпадающей с осью центрально расположенных колес.» [24]

«Валы выполняют функцию передачи мощности от одного вращающегося элемента к другому, поддерживаемому им или соединенному с ним. Таким образом, они подвергаются воздействию крутящего момента из-за передачи мощности и изгибающего момента из-за реакций элементов, которые на них опираются.» [26]

«Валы всегда изготавливаются круглого поперечного сечения и могут быть как цельными, так и полыми. Валы классифицируются как прямые, коленчатые, гибкие или шарнирно сочлененные. Прямые валы чаще всего используются для передачи энергии.» [26]

«Такие валы обычно изготавливаются в виде ступенчатых цилиндрических стержней, то есть они имеют различные диаметры по своей длине, хотя было бы легко изготовить валы постоянного диаметра. Ступенчатые валы соответствуют величине напряжения, которая изменяется по длине.» [24]

Таким образом, можно сказать, что тема работы является актуальной. Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: изготовление вала с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

«Деталь вал-ступица является деталью планетарного редуктора. Вал-ступица предназначен для передачи крутящего момента от солнечной шестерни к исполнительному механизму, соединенному с редуктором. Вал работает в условиях действия радиальной сосредоточенной знакопеременной нагрузки и крутящего момента со стороны солнечной шестерни. Вал испытывает действие изгибающего усилия, контактного давления и сил трения.» [22]

«Данная деталь изготавливается из стали 20ХН. Ее механические свойства следующие: $\sigma_{0,2}$ - предел текучести условный, составляет 785 МПа, σ_b - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), составляет 930 МПа, ψ - относительное сужение, составляет 40%, КСЧ - ударная вязкость, составляет 259 Дж/см², твердость НВ 310±10.» [26]

«Основной химический состав: углерод - 0.19 - 0.24%, кремний - 0.17 - 0.37%, марганец - 0.2 - 0.5%, хром – 1.25%, никель – 1,25%, незначительное количество серы, фосфора, остальное железо.» [23]

1.2 Классификация поверхностей детали

Ниже на рисунке 1 показан общий вид детали - «Вал», а в таблице 1 рассмотрена классификация поверхностей. [11], [13]

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	6,15,18,20
ВКБ	3,13,22,23
Исполнительные	14,24
Свободные	остальные

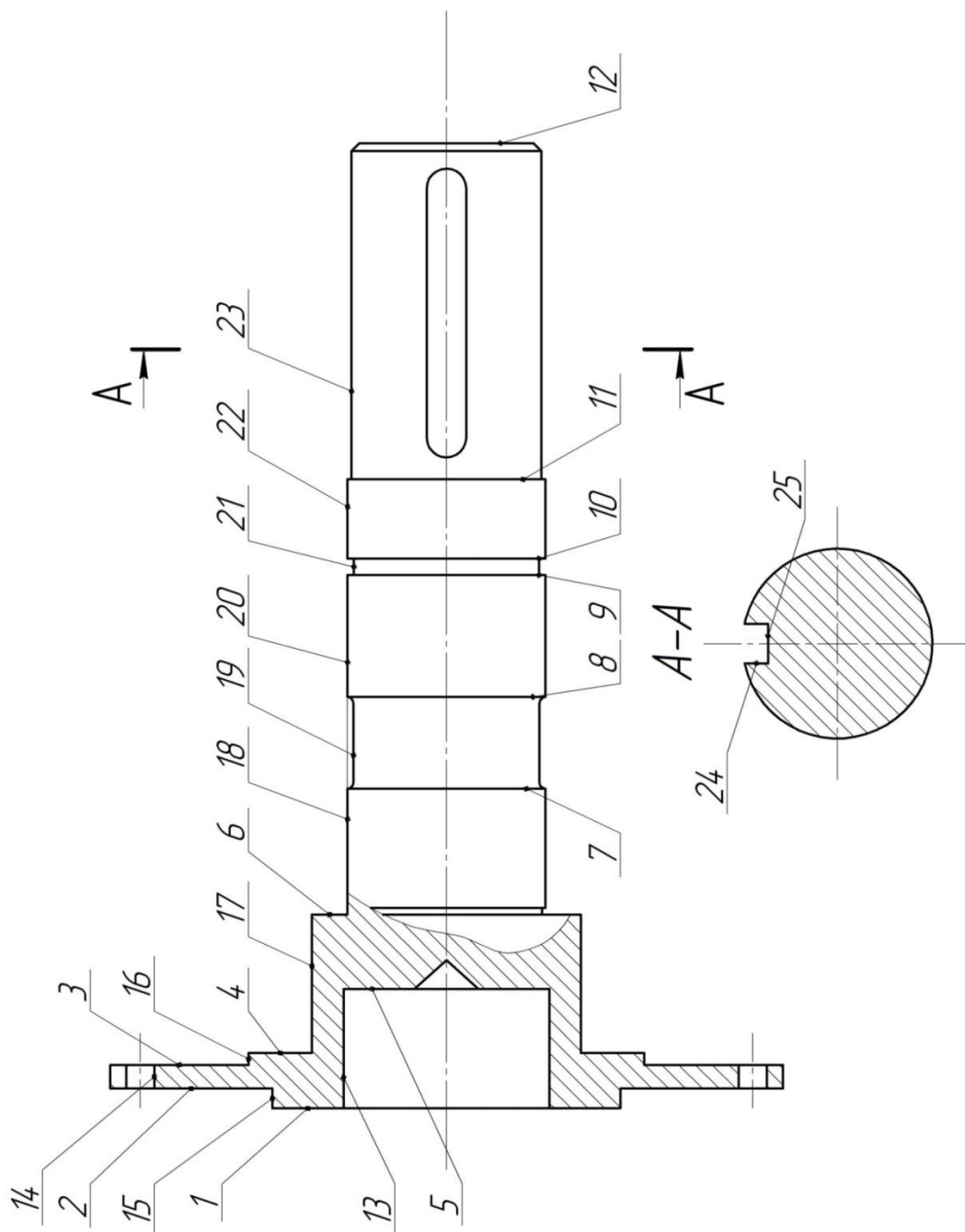


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Вал»

1.3 Технологичность детали

Количественные показатели технологичности данной детали показаны ниже в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_{д}/M_{з}$	$K_{и.м.} = 6/8,9 = 0,67$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.}/Q_{э}$	$K_{у.э.} = 22/23 = 0,95$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1/8,25) = 0,87$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 - 1/6,4 = 0,84$

Вывод: анализируемая деталь - «Вал», показывает высокую степень технологичности, таким образом, является технологичной.

1.4 Задачи работы

Достижение цели работы требует решения ряда задач разной сложности и значимости, причем выстроенных в определенном порядке. Данный процесс начинается с анализа конфигурации детали, требований точности, требований шероховатости и твердости ее поверхностей, с учетом предполагаемой программы ее выпуска. Эти данные позволяют установить основные характеристики предполагаемого технологического процесса.

Следующим этапом устанавливаются предполагаемые параметры технологичности, которые прямым образом влияют на сложность обработки детали. По результатам решения этих двух задач принимается окончательное решение по стратегии будущего технологического процесса, выполняется окончательно чертеж детали.

Очень важной задачей является определение параметров заготовки для получения детали, а также установление наиболее рационального способа ее получения. Данный способ будет установлен по результатам соответствующего экономического расчета, где из всех возможных вариантов, выбирается вариант с меньшей стоимостью. После этого, выполняем рабочий чертеж заготовки.

После этого, переходим к основной задаче – проектирование технологического процесса. Для ее решения каждой поверхности присваивают индивидуальный номер. Затем исходя из ее типа и требований, предъявляемым к ней, определяем перечень необходимых переходов для ее обработки. Далее полученные данные преобразуем в маршрут обработки, на основании которого, разрабатываем чертеж плана обработки, который описывает визуально текущий техпроцесс. На основании полученных данных определяется необходимая номенклатура техоснастки. Используя современное программное обеспечение, определяем требуемые режимы обработки и нормируем техпроцесс. Кроме этого, выполняются соответствующие карты техпроцесса в приложениях и чертежи наладок в графической части.

Следующей важной задачей является проектирование техоснастки – инструмента и приспособления, по результатам выполняются соответствующие чертежи в графической части и спецификации в приложениях.

Решение задач по обеспечению необходимых мер безопасности производится в соответствии со всеми современными нормативными требованиями в полном объеме.

Конечной задачей данной работы будет нахождение основных экономических показателей техпроцесса, доказывающих состоятельность принятого способа изготовления данной детали с точки зрения затрат материальных и финансовых средств.

По результатам выполнения данных задач можно будет говорить о том, что цель данной работы достигнута.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

«Масса и объем выпуска изделия являются главными показателями для определения типа производства. Данный тип определим, по методике [12]. Согласно задания - программа составляет 1000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 6 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как среднесерийный.

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели стратегии производства

Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
Разновидность оборудования	универсальная
Технологическая документация	в виде операционных и маршрутных технологических карт
Разновидность оснастки	универсальная
Расстановка в цехе оборудования	по группам станков
Нормирование ТП	по общемашиностроительным нормативам
Метод изготовления заготовки	прокат, поковка
Использование достижений науки	не высокое
Метод определения припуска	по таблицам
Квалификация наладчиков	высокая
Квалификация рабочих	высокая
Определение режимов резания	по статистическим и эмпирическим зависимостям
Уровень автоматизации	низкий
Транспортировка деталей между операциями	вручную, электрокар, кран-балка
Форма организации ТП	предметные партии не большого объема
Коэффициент концентрации операций	10-20» [20], [25]

2.2 Выбор метода получения заготовки

Получение заготовки осуществляется отливкой в песчаные формы.

«Выбираем класс точности размеров и массы и ряды припусков на механическую обработку отливки [15]: класс точности JT 10 , ряд припусков 3. Исходя, из требований ГОСТ 26645-85, назначаем припуски и допуски на размеры детали. Литейные уклоны назначаем исходя из технических требований, для упрощения изготовления литейной формы и упрощения съема отлитой заготовки по ГОСТ 26645-85 и ГОСТ 8908-88 принимаем литейные уклоны равные не более 7 градусов. Литейные радиусы закруглений в зависимости от номинальных размеров отливки принимаем равными R=3мм ГОСТ 26645-85.» [15]

Общий вид заготовки представлен на рисунке 2.

Стоимость отливки определим по методике [4], расчет стоимости для удобства представим в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Определение стоимости отливки

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [4]	«Масса заготовки, кг» [4]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [3]	«Стоимость механической обработки, руб.» [4]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [6]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [8]
литье	6	8,9	72	150	1,4	582
штамповка	6	8,7	84	150	1,4	612

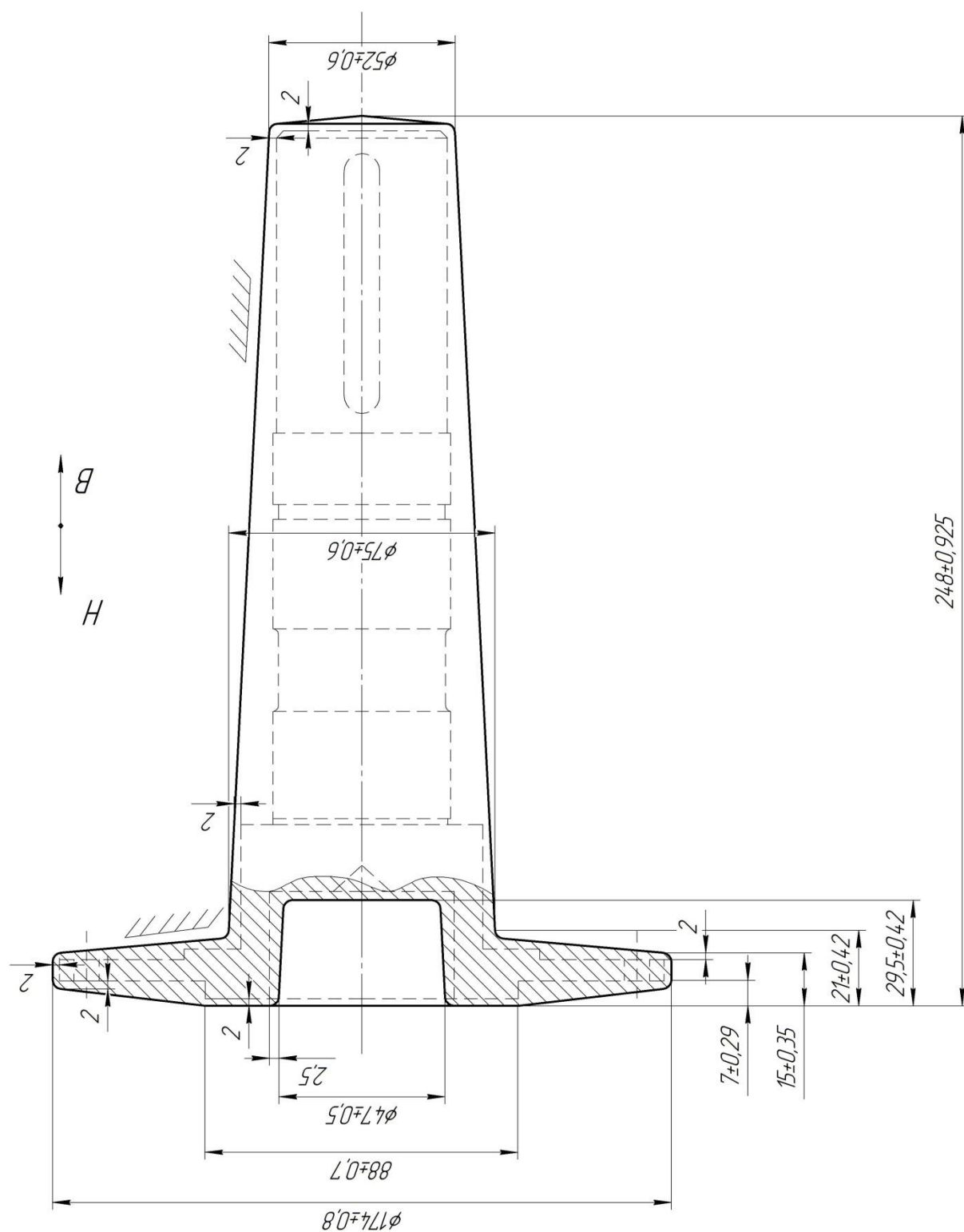


Рисунок 2 – Общий вид заготовки вала

2.3 Разработка ТП изготовления детали

Необходимо спроектировать маршруты обработки для каждой из поверхностей. [9], [11], [13], [14], [15].

В соответствии с чертежом детали поверхность 1, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a 12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 2, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a 12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 3, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, $R_a 2,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 4, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a 12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 5, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a 12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 6, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, $R_a2,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 7, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 8, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 9, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 10, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 11, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, $R_a2,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 12, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 13, цилиндрическая по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, $R_a2,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем внутришлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 14, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, $R_a3,2$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: сверление, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 15, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 16, цилиндрическая по типу, должна иметь шестой квалитет точности, $R_a1,6$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем чистовое шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 17, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий

маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 18, цилиндрическая по типу, должна иметь шестой квалитет точности, $R_a1,6$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем чистовое шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 19, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 20, цилиндрическая по типу, должна иметь шестой квалитет точности, $R_a1,6$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем чистовое шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 21, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 22, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, $R_a3,2$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 23, цилиндрическая по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, $R_a2,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 24, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, $R_a3,2$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 25, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, $R_a3,2$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 26, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, $R_a2,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 27, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 28, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 29, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра

шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 30, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 31, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, $R_a2,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 32, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 33, цилиндрическая по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, $R_a2,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем внутришлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 34, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, $R_a3,2$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: сверление, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 35, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра

шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 36, цилиндрическая по типу, должна иметь шестой квалитет точности, $R_a1,6$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем чистовое шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 37, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 38, цилиндрическая по типу, должна иметь шестой квалитет точности, $R_a1,6$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем чистовое шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 39, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, $R_a12,5$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 40, цилиндрическая по типу, должна иметь шестой квалитет точности, $R_a1,6$ микрометра шероховатость. Заготовка получена литьем. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка,

затем шлифование, затем чистовое шлифование, затем мойка, затем контроль.

Сведем полученные данные в таблицу 5.

Таблица 5 – Маршрут изготовления детали «Вал»

Номер операции	Наименование операции.
005	Фрезерно-центровальная
010	Токарная
015	Токарная
020	Токарная чистовая
025	Шпоночнофрезерная
030	Сверлильная
035	Термическая
040	Шлифовальная
045	Внутришлифовальная
050	Шлифовальная чистовая
055	Моечная
060	Контрольная

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки.

2.4 Выбор СТО

«Для обеспечения требуемого качества и производительности изготовления детали целесообразнее воспользоваться оборудованием и оснасткой, представленным ниже в таблице 6.» [13], [15].

«Таблица 6 - Выбор средств технологического оснащения

№ наименовани е операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование режущего инструмента	Наименова ние контрольно - измеритель ного средства	
005 Фрезерноцен тровальная	Фрезерно- центровальный п/а MP-71	Приспособление специальное	Фреза диаметр 200 P6M5K5; Сверло центровочное диаметр 200	Штангенци ркуль ШЦ- I	
010 Токарная	Токарно- винторезный станок с ЧПУ MILLTRONICS ML (США)	Патрон трехкулачный самоцентрирующи й с механическим приводом	Резец-встака проходной упорный T15K6; Резец-встака расточной T15K6		Микрометр МК-50
015 Токарная					
020 Токарная чистовая					
025 Шпоночнофр езерная	Фрезерный станок MILLTRONICS ML (США)	Приспособление специальное	Фреза концевая диаметр 10 P6M5K5	Штангенци ркуль ШЦ- I	
030 Сверлильная	Сверлильный станок MILLTRONICS ML (США)	Приспособление специальное	Сверло диаметр 12 P6M5K5		
035 Термическая	-	-	-	-	
040 Шлифовальна я	Торцекруглошлифо вальный станок FANUC LWT (Япония-Тайвань)	Патрон трехкулачный самоцентрирующи й с механическим приводом	Круг шлифовальный 3- 400×120×100 91AF90L7B	Микрометр МК-50» [14]	
«045 Внутришлиф овальная	Внутришлифовальн ый станок FANUC LT (Япония- Тайвань)	Патрон трехкулачный самоцентрирующи й с механическим приводом	Круг внутришлифоваль ный 1-38×70×16 91AF90L7B	Микрометр МК-50	
050 Шлифовальна я	Полировальный станок FANUC LWT (Япония- Тайвань)	Патрон трехкулачный самоцентрирующи й с механическим приводом	Круг полировальный 1- 400×100×50 91AF30L7B	Микрометр МК-50» [14]	
055 Моечная	-	-	-	-	
060 Контрольная	-	-	-	-	

2.5 Разработка технологических операций

«Нормы времени на выполнение операций определим при помощи онлайн калькулятора «Sandvik Coromant», а полученные данные представим в виде таблицы 7.» [17], [18].

«Таблица 7 – Нормы времени

№	Наименование операции	Основное время T_o , на операции, мин	Значения коэффициента ϕ	Штучно-калькуляционное время $T_{штк}$, мин
005	Фрезерно-центровальная	1,08	1,84	2
010	Токарная	1,02	2,14	2,2
015	Токарная	0,33	2,14	0,7
020	Токарная с ЧПУ	0,79	2,14	1,7» [24]
025	Шпоночно-фрезерная	0,86	1,75	1,5
030	Сверлильная	1,6	1,72	2,75
055	Шлифовальная	1,21	2,1	2,54
060	Шлифовальная	1,1	2,1	2,31
065	Шлифовальная	1,08	2,1	2,27» [24]

«Таким образом, можно сказать, что техпроцесс изготовления детали разработан, комплект чертежей, сопровождающий материалы, представленные в данном разделе, представлен в графической части работы.

Таким образом, данные приведенные выше в разделе 2 позволяют выполнить графический необходимый материал, а именно:

- выполнить чертеж заготовки;
- выполнить чертеж плана обработки;
- выполнить чертежи наладок.» [1]

В приложении «А» данной работы представлена маршрутная карта, а в приложении «Б» – операционные карты.

3 Расчет и проектирование оснастки

3.1 Расчет и проектирование приспособления

«Произведем описание конструкции и расчет токарного 3-х кулачкового саоцентрирующего патрона для обработки детали на 015 токарной операции. Эскиз операции представлен ниже на рисунке 3.» [2]

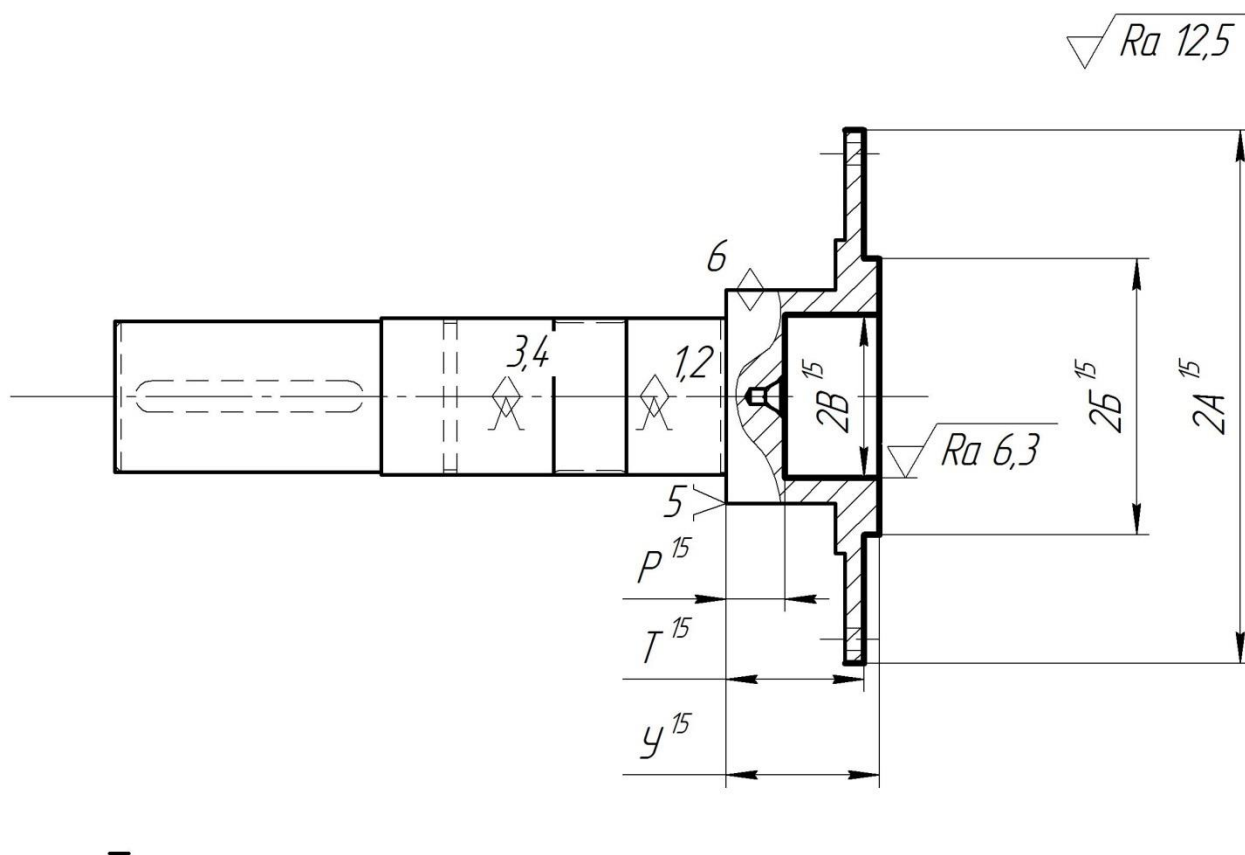


Рисунок 3 – Операция 020

Расчет усилия зажима патрона и его основных параметров представим ниже в таблицах 8 и 9.

«Таблица 8 – Определение усилия зажима

Расчетная зависимость	По оси X	По оси Y	По оси Z
Момент резания	$M_P^I = \frac{P_x \cdot D_1}{2}$	$M_P^{II} = P_y \cdot l^I$	$M_P^I = \frac{P_z \cdot D_1}{2}$
Момент закрепления	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$	$M_3^{II} = \frac{2}{3} \cdot W^{II} \cdot f \cdot D_2$	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$
Коэффициент запаса	2,5	2,5	2,5
Сила зажима	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot K \cdot P_y \cdot l^I}{2 \cdot f \cdot D_2}$	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$
Расчет силы зажима по осям	$W_z = \frac{2,5 \cdot 1576 \cdot 80}{0,3 \cdot 57,5} = 1270 \text{ Н}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 732 \cdot 730 \cdot 0,66}{2 \cdot 0,3 \cdot 57,5} = 2320 \text{ Н}$	$W_z = \frac{2,5 \cdot 1576 \cdot 80}{0,3 \cdot 57,5} = 25558 \text{ Н}$
Корректировка силы зажима	$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_K / H_K)}; W_1 = \frac{38654,72}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (40/60)} = 2558 \text{ Н} \gg [2]$		

«Таблица 9 – Основные параметры привода патрона

Параметр	Расчетная зависимость	Расчет
Передаточное отношение	$i_{с.кл.} = \frac{1}{tg(\alpha + \varphi) + tg\varphi_1}$	$i_{с.кл.} = \frac{1}{tg(15 + 6) + tg6} = 2,3$
Усилие привода	$Q = W_1 / i_c$	$Q = 2558 / 2,3 = 1112 \text{ Н.}$
Диаметр поршня, мм	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1112}{0,4 \cdot 0,9}} = 62,11 \text{ мм}$
Значение диаметра поршня, мм	-	65 (для пневматического привода)
Погрешность установки	$\varepsilon_y = \frac{\omega A_\Delta}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_5^2}$	$\varepsilon_y = 0,5 \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2} = 0,03 \text{ мм}$ » [19]

Чертеж патрона представлен в графической части, общий вид патрона показан ниже на рисунке 4, а в приложении «В» данной работы приложена спецификация на приспособление.

3.2 Проектирование инструмента

Общий вид инструмента – резца показан ниже на рисунке 5.

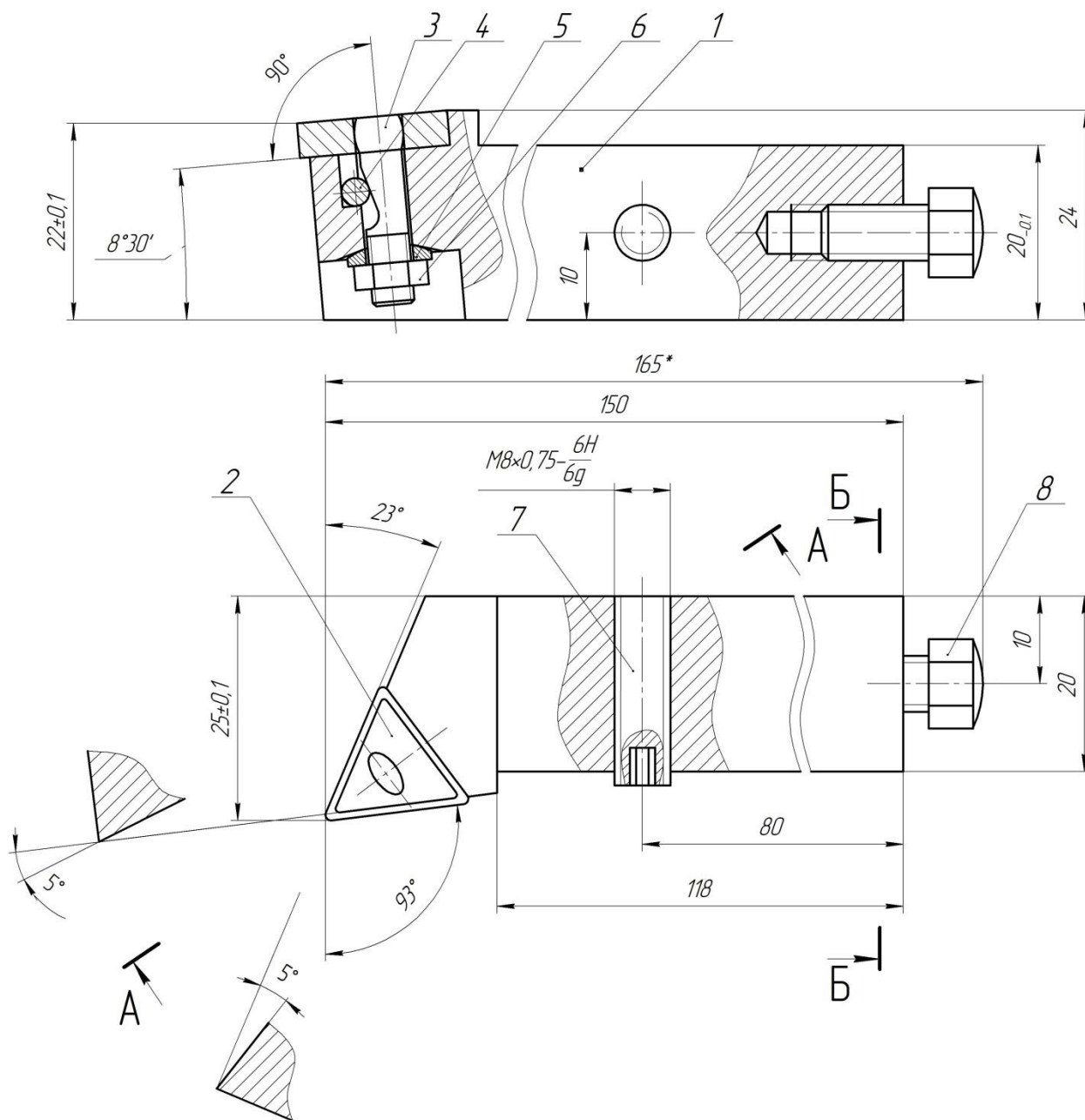


Рисунок 5 – Общий вид инструмента

«Резец токарный сборный с механическим креплением пластины 2 содержит державку 1, в резьбовые отверстия которой закручены винты 7 и 8, которые служат для регулировки положения резца. Для закрепления пластины служит винт 3 с гайкой 6 и шайбой 5, который своим скосом упирается в ролик 4.» [16]

Основные технические характеристики:

- 1.Материал державки резца - Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 HRC 40...45;
- 2.Пластина сменная трехгранной формы с отверстием и стружечными канавками с одной стороны, из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 19046-80;
- 3.Основные размеры должны соответствовать СТ СЭВ 153-75 ГОСТ 20872-80;
- 4.Неуказанные предельные отклонения: IT14/2 ГОСТ 25347-82;
- 5.Маркировать марку твердого сплава, форму пластины, рабочую высоту резца, товарный знак завода изготовителя. [27]

4. Безопасность и экологичность технического объекта

«Задача раздела – проектирование технологии изготовления шпинделя с учетом требований стандартов по безопасности.

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 10» [7].

Таблица 10 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье	Литейщик	Литейная машина	Сталь 20ХН, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарная	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ MILLTRONICS ML (США)	Сталь 20ХН, СОЖ, ветошь

«В таблице 11 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении детали» [7].

Таблица 11 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Литье	«ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты.» [7]	Литейная машина

Продолжение таблицы 11

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Точение	«Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов.» [7]	«Токарно-винторезный станок с ЧПУ MILLTRONICS ML (США), зона резания, зажимные губки патрона, резцы, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]

Снижение рисков достигается мерами (таблица 12)» [7] .

Таблица 12 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов» [7]	«Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда» [7]	«Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные» [7]
«Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)» [7]	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-

Продолжение таблицы 12

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел» [7]	«Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда» [7]	Резиновые виброгасящие покрытия
«ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания» [7]	«Организация вентиляции Инструктажи по охране труда» [7]	-
«ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел» [7]	«Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда» [7]	Применение противозумных вкладышей
«ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями» [7]	«Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [7]	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

«В таблицах 13 – 16 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 13 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки вала	Токарно-винторезный станок с ЧПУ MILLTRONICS ML (США)	Класс В, Е	«Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши» [7]	«Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ» [7]

Таблица 14 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
«Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители» [7]	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	«Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией» [7]	Напорные пожарные рукава

Таблица 15 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
«Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы» [7]	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 16 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления вала	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.» [7]	«Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [7]

Результаты анализа в таблицах 17 и 18. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 17 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный техпроцесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления вала	Токарно-винторезный станок с ЧПУ MILLTRONICS ML (США)	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 18 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления вала
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

«Рассматривается обработка на заготовительной и токарной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на токарно-винторезном станке с ЧПУ MILLTRONICS ML (США), которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон. Инструмент - резцы. Применяются материалы: сталь 40Х, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 10)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 11» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 12» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления вала (таблица 13). Проводится выбор средств

пожаротушения (таблица 14, 15), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления вала (таблица 16)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления вала на окружающую среду (таблица 17). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 18)» [7].

«Выявив и проанализировав технологию изготовления вала и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.» [7]

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – осуществить необходимый расчет и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологических процессов, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах, а общее представление технологии изготовления детали «Вал» представлено на рисунке 6.



Рисунок 6 – Общее представление технологии изготовления детали

Схема (рисунок 6) демонстрирует, наиболее значимые операции технологии изготовления детали «Вал» по формированию затрат и издержек.

Вычисление технико-экономических показателей начинается с определения технологической себестоимости. Она определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [10]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 10.

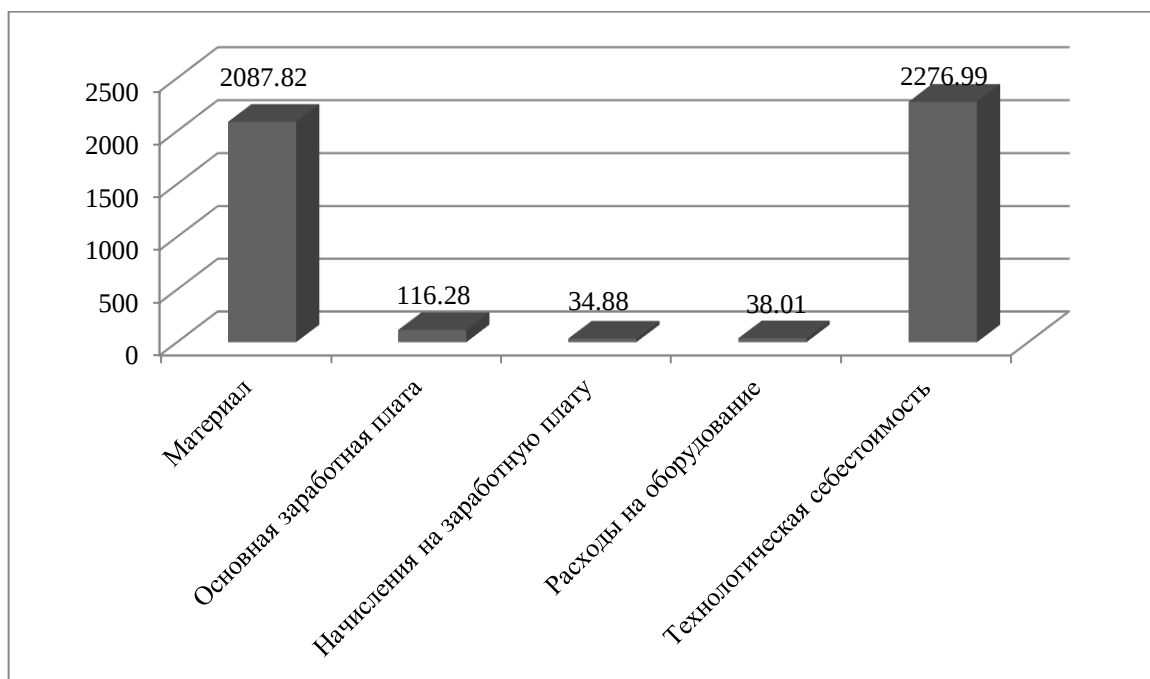


Рисунок 7 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 7), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается издержками на материал, с долевой величиной 91,7 %. Минимальное влияние на значение технологической себестоимости обеспечивают начисления на заработную плату, с долевой величиной 1,5 %.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать капитальные вложения в разработанную технологию или выражаясь научными терминами – необходимую сумму инвестиций. Чтобы

определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [10]. Так как технология вновь разработана, то сумма инвестиций будет учитывать все затраты. А именно: «затраты на оборудование, доставку и транспорт ($K_{ОБ}$), затраты на проектирование ($K_{ПР}$), оснастку и инструмент ($K_{ОИ}$), площадь ($K_{ПЛ}$) и программное обеспечение ($K_{П.ОБ}$)» [10]. Числовые значения перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

Детализация рисунка 8, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами являются оборудование, доставка и транспорт, их доля в общей сумме инвестиций составляет 90,6 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с производственной площадью, так как их доля составит всего 1,2 %.

После установления общей суммы инвестиций, следует выяснить значения такие показателей как: «чистая прибыль, срок окупаемости и интегральный экономический эффект» [10]. Чтобы их рассчитать,

используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [10]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 9.

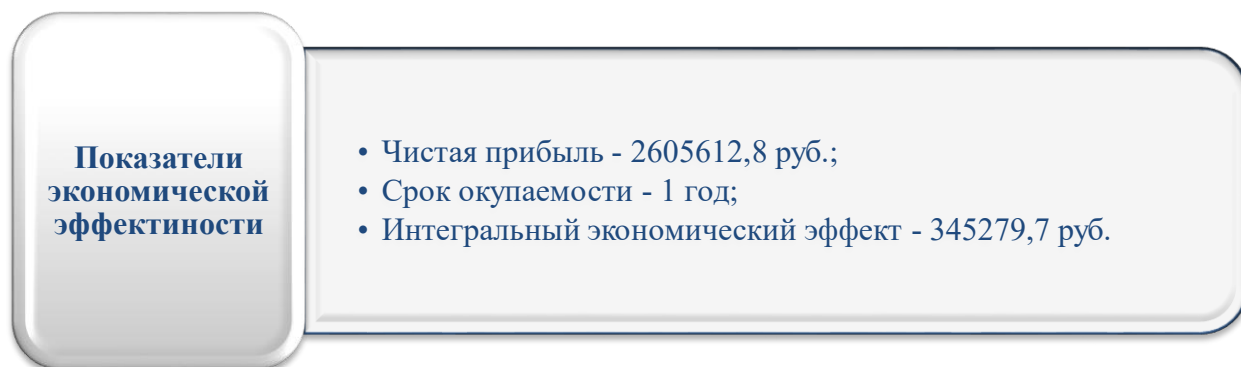


Рисунок 9 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной технологии изготовления детали «Вал». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате его внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 345279,7 рублей.

Заключение

Для достижения цели работы требовалось решение ряда задач разной сложности и значимости, причем выстроенных в определенном порядке. Данный процесс начинался с анализа конфигурации детали, требований точности, требований шероховатости и твердости ее поверхностей, с учетом предполагаемой программы ее выпуска. Эти данные позволили установить основные характеристики предполагаемого технологического процесса.

На следующем этапе были установлены предполагаемые параметры технологичности, которые прямым образом влияют на сложность обработки детали. По результатам решения этих двух задач принято окончательное решение по стратегии будущего технологического процесса, выполнен чертеж детали.

Следующей очень важной задачей было определение параметров заготовки для получения детали, а также установление наиболее рационального способа ее получения. Данный способ установлен по результатам соответствующего экономического расчета, где из всех возможных вариантов, выбран вариант с меньшей стоимостью. После этого, выполнен рабочий чертеж заготовки.

После этого, решена основная задача – проектирование технологического процесса. Для ее решения каждой поверхности был присвоен индивидуальный номер. Затем, исходя из ее типа и требований к ней, определен перечень необходимых переходов для ее обработки. Далее полученные данные преобразованы в маршрут обработки, на основании которого, разработан чертеж плана обработки, который описывает визуально текущий техпроцесс. На основании полученных данных определена необходимая номенклатура техоснастки. Используя современное программное обеспечение, определены требуемые режимы обработки и нормирован техпроцесс. Кроме этого, выполнены соответствующие карты техпроцесса в приложениях и чертежи наладок в графической части.

Следующей решенной важной задачей является проектирование техоснастки – инструмента и приспособления, по результатам выполнены соответствующие чертежи в графической части и спецификации в приложениях.

Решение задач по обеспечению необходимых мер безопасности производилось в соответствии со всеми современными нормативными требованиями в полном объеме.

Конечной задачей данной работы было нахождение основных экономических показателей техпроцесса, доказывающих состоятельность принятого способа изготовления данной детали с точки зрения затрат материальных и финансовых средств.

По результатам выполнения данных задач можно говорить о том, что цель данной работы достигнута.

Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбачевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18 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 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27 Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.

Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3									
Дубл.									
Взм.									
Подп.									
Лист 2									
Вал									
Обозначение документа									
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР
А01	025 Шпоночнофрезерная								
Б02	XXXXXX Фрезерный станок MILLTRONICS								
03	Приспособление специальное Фреза концевая диаметр 10 R6M5K5								
04	Штангенциркуль ШЦ-1								
05 О	030 Сверлильная								
06 Т	XXXX Сверлильный станок MILLTRONICS								
07	Приспособление специальное Сверло диаметр 12 R6M5K5								
08									
09	035 Термическая								
10									
11									
12									
13	040 Шлифовальная								
14	Торцевруглошлифовальный станок FANUC								
15	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом								
16	Круг шлифовальный 3-400×120×100 91AF90L7B Микрометр МК-50								
17	045 Внутришлифовальная								
18	Внутришлифовальный станок FANUC								
МК									

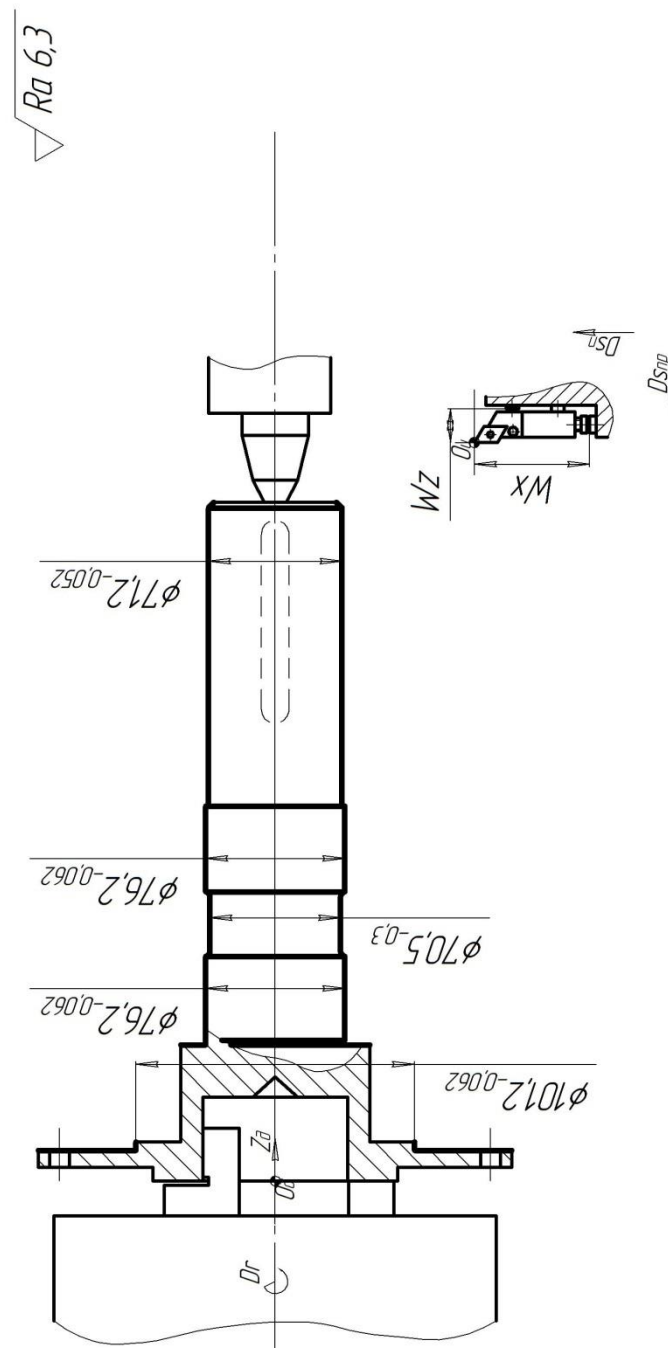
Продолжение таблицы А.1

[illegible]

Приложение Б

Операционные карты

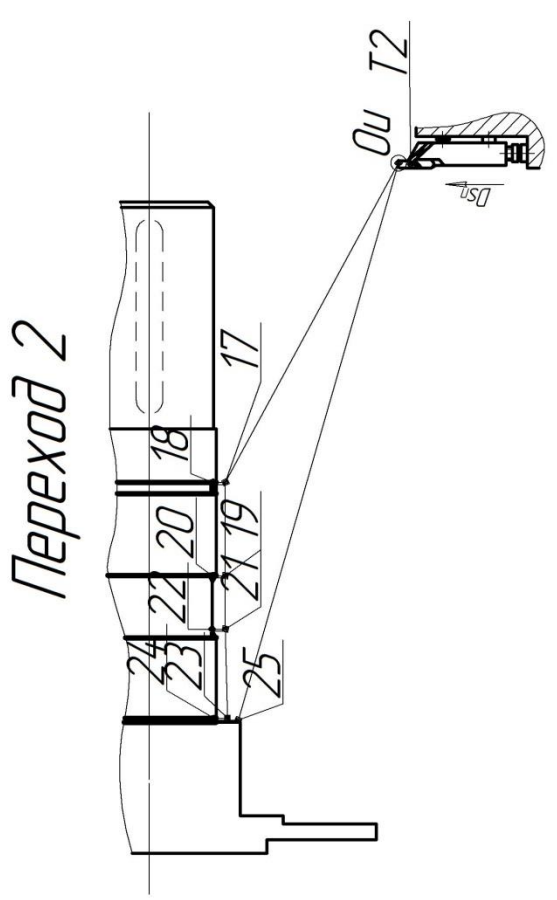
Таблица Б.1 – Операционные карты

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7									
Дирл.								Листов	Лист
Взам.									
Подл.									
Разраб.	Нехорошкова				ТГУ		Вал		
Проб.	Воронав								
Н. контр.									
Утв.	Логинав								
Цех Уч. РМ. 020									
▽ Ra 6,3									
									
									КЭ

Продолжение таблицы Б.1

46

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1105-84. Форма 7											
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
						Листов	Лист				
Разраб.	Нехарошкова		ТГУ								
Проб.	Варачиб										
Н. контр.					Вал						
Утв.	Логичиб						Цех	Уч.	Р.М.	020	
Переход 2  The drawing shows a cross-section of a mechanical assembly labeled 'Переход 2' (Transition 2). It features a shaft with several steps or changes in diameter. Dimensions are indicated by numbers: 24, 23, 22, 20, 18, 17, 21, 19, 25. A detailed view of a fastener (likely a screw or bolt) is shown on the right, with labels 'D_{ср}' and 'D_н T2'. The drawing is oriented vertically on the page.											
КЭ											

Продолжение таблицы Б.1

48

Продолжение таблицы Б.1

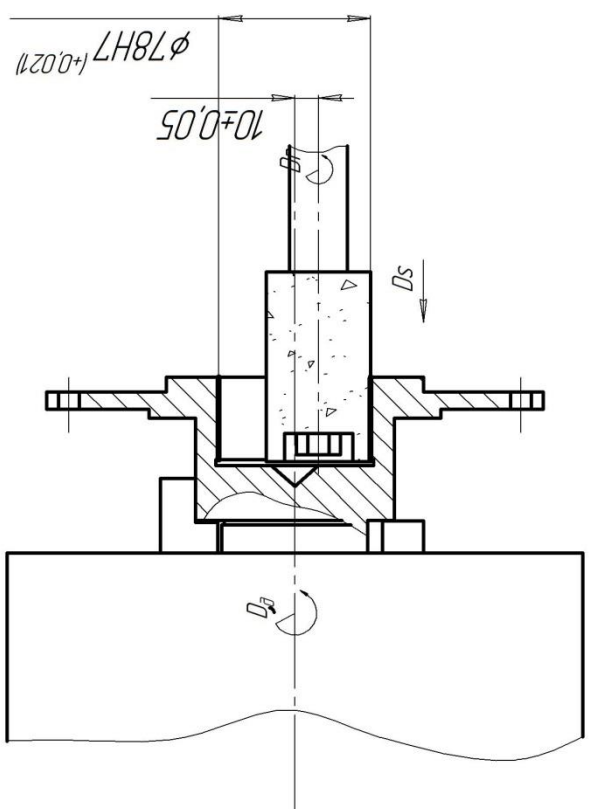
49

Продолжение таблицы Б.1

50

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1105-84. Форма 7									
Дубл.									
Взам.									
Подл.									
				Листов		Лист			
Разраб.	Нехорошкова			ТГУ					
Проб.	Варачев								
Н. контр.									
Утв.	Логинев			Вал		Цех Уч. РМ		045	
Ra 2,5									
									
КЗ									

Приложение В

Спецификация

Таблица В.1 – Спецификация

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																																																																																																					
							А1																																																																																																																											

Копировал

Формат А4

Продолжение таблицы В.1

53