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 маховика

Обучающийся А.А. Ребиков
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)

Руководитель к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты канд. экон. наук, доцент, Е.Г. Смышляева
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ. - мат. наук, доцент, Д.А. Романов
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

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

В бакалаврской работе представлена технология изготовления муфты 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 рационального способа 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 54 страниц, содержащую 23 таблицы, 9 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

Содержание

Введение…….... 4
1 Анализ исходных данных..... 5
1.1 Служебное назначение детали……..... 5
1.2 Классификация поверхностей детали…… 6
1.3 Технологичность детали…….. 7
1.4 Задачи работы……... 8
2 Разработка технологической части работы……. 10
2.1 Выбор типа производства и его стратегии…… 10
2.2 Выбор метода получения заготовки……... 11
2.3 Разработка ТП изготовления детали…….. 11
2.4 Выбор СТО…… 21
2.5Разработка технологических операций…….. 23
3 Расчет и проектирование оснастки……. 25
3.1 Расчет и проектирование приспособления……... 25
3.2 Проектирование инструмента…...……..……... 28
4 Безопасность и экологичность технического объекта……... 30
5 Экономическая эффективность работы……... 36
Заключение…...……. 40
Список используемых источников……. 42
Приложение А Маршрутная карта…….. 45
Приложение Б Операционные карты…….. 48
Приложение В Спецификация…… 52

Введение

«Вал - это вращающийся элемент машины, обычно круглый в поперечном сечении, который используется для передачи мощности от одной детали к другой или от машины, вырабатывающей энергию, к машине, поглощающей энергию.» [25]

«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.» [23]

Валы следует отличать от осей, которые также поддерживают вращающиеся элементы, но не передают мощность.

«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.» [26]

При определении формы ступенчатого вала следует иметь в виду, что диаметр каждого поперечного сечения должен быть таким, чтобы каждая деталь, установленная на вал, имела удобный доступ к своему посадочному месту.

Таким образом, можно сказать, что тема работы является актуальной.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: изготовление вала промежуточного с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

«Деталь - «Вал маховика» («Вал») предназначена для обеспечения передачи крутящего момента. Конструкция вала предусматривает обеспечение преобразования вращательного движения от промежуточного вала в крутящий момент на маховике. Кроме этого, вал работает в условиях надежной смазки.» [25]

«Материал детали - «Вал» - Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71, позволяет обеспечить работоспособность детали, с наименьшими затратами на материал. Данные о параметрах материала приведены в таблицах 1 и 2.» [24]

«Таблица 1 – Параметры материала детали – Сталь 19ХГН

Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
Предел прочности при растяжении	кгс/мм^2	88
Предел прочности при изгибе	кгс/мм^2	72
Плотность материала	Мг/м^3	7,86
Обрабатываемость	-	высокая
Твердость	НВ	150-210
Условный предел текучести	кгс/мм^2	68
Коэффициент ударной вязкости	кДж/м^2	59» [24]

«Таблица 2 – Химический состав – Сталь 19ХГН

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Углерод	%	около 0,16-0,21
Марганец	%	около 0,7-1
Кремний	%	около 0,17-0,37
Никель	%	около 0,3
Фосфор	%	около 0,04
Медь	%	около 0,3
Хром	%	около 0,8-1,1
Железо	%	остальное» [24]

Данный материал не является дефицитным и широко используется при

производстве валов.

1.2 Классификация поверхностей детали

Основываясь на общем виде детали с нумерацией поверхностей, приведенном на рисунке 1, расклассифицируем все поверхности детали,

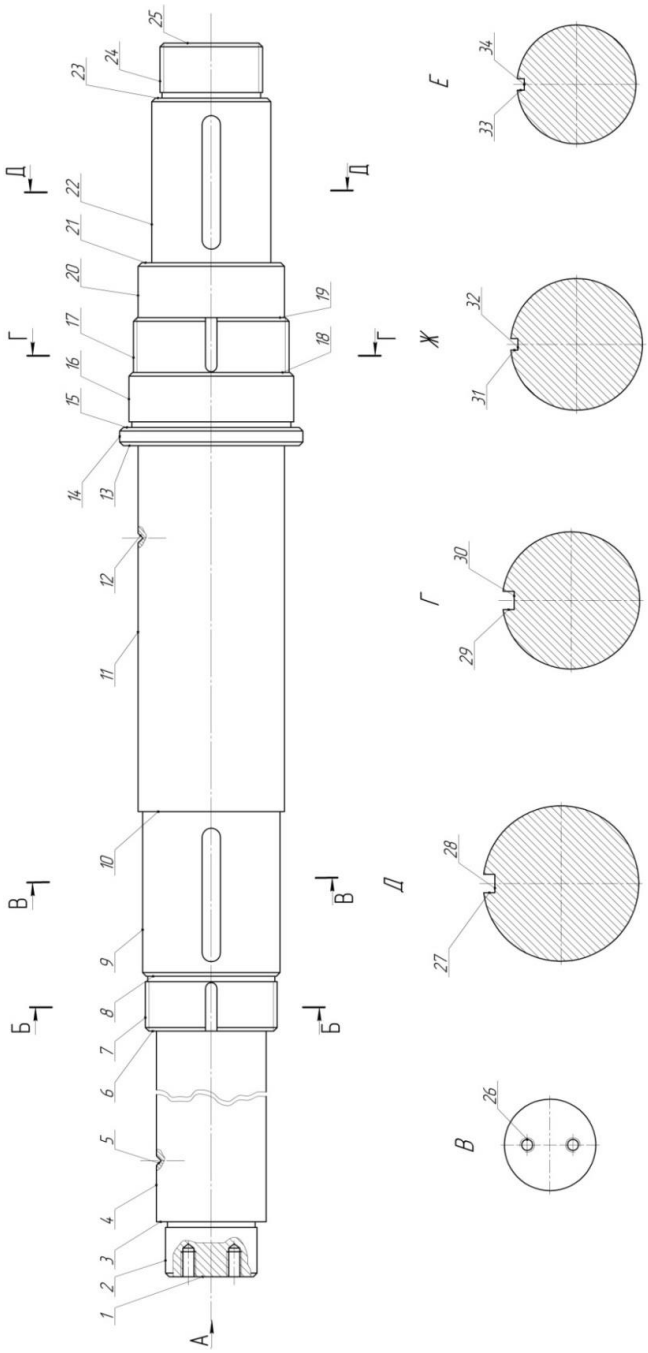


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Вал»

в соответствии с их служебным назначением. Данная классификация подразумевает распределение всех поверхностей по четырем характерным группам. Для удобства отображения информации представим данную классификацию в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы	2,3,15,16
Вспомогательные конструкторские базы	7,8,9,10,17,18,21,22
Исполнительные	27,29,31,33
Свободные	Остальные

Таким образом можно сказать, что поверхности 2,3,15,16,7,8,9,10,17,18,21,22,27,29,31,33 требуют более тщательной обработки.

1.3 Технологичность детали

Исследование технологичности детали будем проводить, определяя соответствующие показатели по зависимостям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели технологичности детали

Наименование показателя	Расчетная зависимость	Расчет
Коэффициент унификации	Ку.э.=Qу.э./Qэ	Ку.э.=30/34=0,88
Коэффициент использования материала	Ки.м.=Мд/Мз	Ки.м. = 23,9/33 = 0,72
Коэффициент точности	Ктч=1-1/Тср	Ктч = 1-(1/9,5)=0,89
Коэффициент шероховатости	Кш=1/Шср	Кш = 1/3,12=0,16

Вывод: Деталь - «Вал», изготовленная из стали 19ХГН, соответствует всем требованиям по технологичности, 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 задаче 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 производиться 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]. Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 5.

Таблица 5 – 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]

Согласно задания - программа составляет 500 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 23,9 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как среднесерийный.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Стоимость заготовки определим по методике [4], расчет стоимости для удобства представим в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Расчет стоимости заготовок

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [4]	«Масса заготовки, кг» [4]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [3]	«Стоимость механической обработки, руб.» [6]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [8]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [4]
штамповка	23,9	33	60	35,2	1,4	570
литье в землю	23,9	38	66	47,8	1,4	627

Получение заготовки осуществляется штамповкой, общий вид которой показан на рисунке 2.

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_a12,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 2, цилиндрическая по типу, должна иметь шестой квалитет точности, R_a1,6 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка,

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

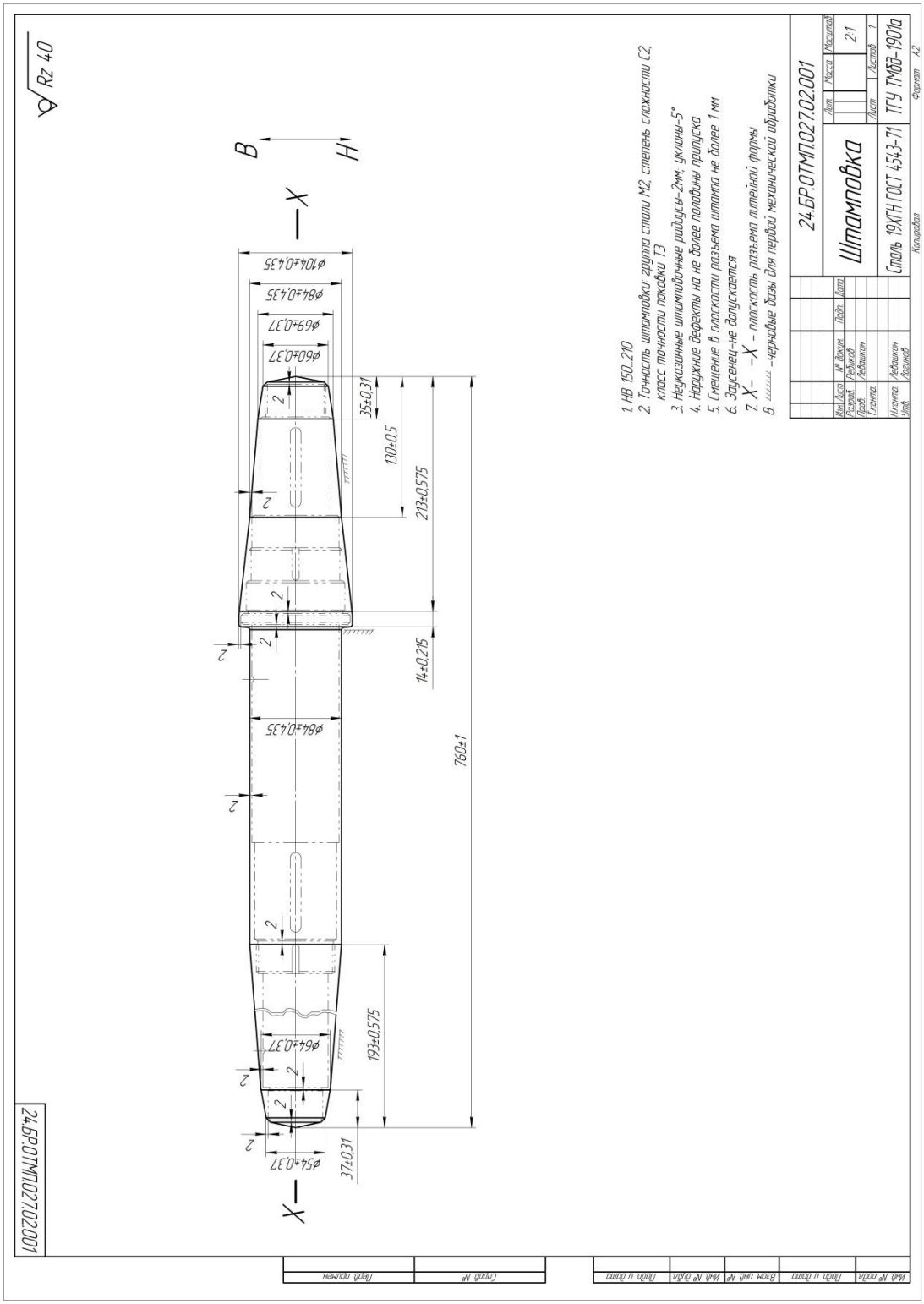


Рисунок 2 – Общий вид заготовки

В соответствии с чертежом детали поверхность 3, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, R_a2,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 4, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, R_a12,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 5, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,25 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: сверление, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 6, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, R_a12,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 7, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое 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 штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 9, цилиндрическая по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, R_a2,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 10, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, R_a2,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 11, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, R_a12,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 12, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,25 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: сверление, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 13, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, R_a12,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем термообработка, 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 штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 15, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, 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 штамповкой. 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 девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 18, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, R_a2,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

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

В соответствии с чертежом детали поверхность 20, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, R_a12,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий

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

В соответствии с чертежом детали поверхность 21, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, R_a2,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 22, цилиндрическая по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, R_a2,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 23, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 24, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 25, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, R_a12,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 26, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий

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

В соответствии с чертежом детали поверхность 27, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование паза, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 28, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование паза, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 29, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование паза, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 30, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование паза, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 31, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование паза, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 32, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут

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

В соответствии с чертежом детали поверхность 33, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование паза, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 34, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование паза, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 35, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 36, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, R_a2,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

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

В соответствии с чертежом детали поверхность 38, цилиндрическая по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, R_a12,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий

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

В соответствии с чертежом детали поверхность 39, плоская по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, R_a2,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 40, цилиндрическая по типу, должна иметь седьмой квалитет точности, R_a2,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем шлифование, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 41, плоская по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 42, цилиндрическая по типу, должна иметь девятый квалитет точности, R_a3,2 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: точение, затем чистовое точение, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

В соответствии с чертежом детали поверхность 43, плоская по типу, должна иметь двенадцатый квалитет точности, R_a12,5 микрометра шероховатость. Заготовка получена штамповкой. Предлагается следующий маршрут обработки: фрезерование, затем термообработка, затем мойка, затем контроль.

Сведем полученные данные в таблицу 7.

«Таблица 7 - Технологический процесс изготовления детали - «Вал»

№ операции	Номер перехода	Шероховатость R_a, мкм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименование операции
000	-	80	14	все	Заготовительная
005	1	12,5	12	1,25	Фрезерноцентровальная
	2	12,5	12	35,36	
010	-	12,5	12	14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24	Токарная
015	-	12,5	12	2,3,4,6,7,8,9,10, 11,13	Токарная
020	-	6,3	9	2,3,7,8,9,10	Токарная
025	-	6,3	9	14,16,17,18,19, 21,22,23,24	Токарная
030	-	3,2	9	29,30,33,34	Шпоночнофрезерная
035	-	3,2	9	27,28,31,32	Шпоночнофрезерная
040	-	3,2	9	5,12	Сверлильная
045	1	3,2	9	26	Сверлильная
	2	3,2	9	26	
050	-	-	-	все	Термическая
055	-	2,5	7	15,16,21,22	Шлифовальная
060	-	2,5	7	2,3,9,10	Шлифовальная
065	-	1,6	6	2,16	Шлифовальная чистовая
070	-	-	-	все	Моечная
075	-	-	-	все	Контрольная» [22]

«Данные по разработке технологического процесса, представленные в таблице 7, будут использованы для проектирования элементов технологического процесса, в последующих разделах бакалаврской работы. План изготовления детали представлен в графической части бакалаврской работы.» [17]

2.4 Выбор СТО

Данные по выбору средств технологического оснащения представлены ниже в таблицах 8-11.

«Таблица 8 - Выбор оборудования

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Заготовительная	Пресс штамповочный
005	Фрезерноцентровальная	Фрезерно-центровальный станок 2Г942
010	Токарная	Станок токарный с ЧПУ Fanuc
015		
020		
025		
030	Шпоночнофрезерная	Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc
035		
040	Сверлильная	Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc
045		Горизонтальный сверлильно-фрезерный станок ВО 110
050	Термическая	-
055	Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок GAH-3580CNC Paragon
060		
065	Шлифовальная чистовая	
070	Моечная	Камерная моечная машина
075	Контрольная	-» [17]

«Таблица 9 - Выбор оснастки

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	Штамп
005	Фрезерноцентровальная	Приспособление специальное
010	Токарная	Патрон самоцентрирующий, центр» [19]
015		
020		
025		

«Продолжение таблицы 9

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
030	Шпоночнофрезерная	Приспособление специальное
035		
040	Сверлильная	
045		
050	Термическая	-
055	Шлифовальная	Патрон поводковый, центр
060		
065	Шлифовальная чистовая	
070	Моечная	-
075	Контрольная	-»[19]

«Таблица 10 - Выбор инструмента

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-
005	Фрезерноцентровальная	Фреза торцевая диаметр 100 SANDVIC, сверло центровочное диаметр 6 SANDVIC
010	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения
015		
020		
025		
030	Шпоночнофрезерная	Фреза торцевая диаметр 6
035		
040	Сверлильная	Сверло CoroDrill® 460, диаметр 6,5 мм, с покрытием PVD TIALN, Метчик CoroDrill® 460, диаметр 8 мм, с покрытием PVD TIALN
045		
050	Термическая	-
055	Шлифовальная	Круг шлифовальный сборный 3-600 90 250 24AF16LV5
060		
065	Шлифовальная чистовая	Круг шлифовальный сборный 3-600 90 250 24AF08LV5
070	Моечная	-
075	Контрольная	-» [16]

«Таблица 11 - Выбор средств контроля

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
005	Фрезерноцентровальная	Штангенциркуль, микрометр
010	Токарная	
015	Токарная	
020	Токарная	
025	Токарная	
030	Шпоночнофрезерная	
035	Шпоночнофрезерная	
040	Сверлильная	
045	Сверлильная	
050	Термическая	-
055	Шлифовальная	Микрометр
060	Шлифовальная	
065	Шлифовальная чистовая	
070	Моечная	-
075	Контрольная	-» [17]

Данная оснастка не является дефицитной и может быть замещена российскими аналогами.

2.5 Разработка технологических операций

«Нормы времени на выполнение операций определим при помощи онлайн калькулятора «Sandvik Coromant», а полученные данные представим в виде таблицы 12.» [17], [18].

«Таблица 12 – Режимы резания и нормы времени

№ операции	Наименование операции	№ перехода	Стойкость инструмента Т, мин	Длина рабочего хода, мм	Подача S, мм/об	Число оборотов n, об/мин	Основное время T_o, мин	Штучное время $T_{шт}$, мин
000	Заготовительная	-	-	-	-	-	-	-
005	Фрезерноцентровальная	1	240	54	0,4	1000	0,14	1,2
		2	240	14	0,2	200	0,35	
010	Токарная	-	240	272	0,45	800	0,75	1,6
015		-	240	589	0,45	800	1,7	3,6
020		-	240	185	0,4	1200	0,39	0,82
025		-	240	210	0,4	1200	0,44	0,92
030	Шпоночнофрезерная	-	240	154	0,4	1000	0,39	0,96
035		-	240	68	0,4	1000	0,17	0,43
040	Сверлильная	-	240	9	0,2	200	0,23	0,56
045		-	240	80	0,2	200	1,2	3
050	Термическая	-	-	-	-	-	-	-
055	Шлифовальная	-	480	5	0,12	2000	0,03	0,08
060		-	480	5	0,12	2000	0,03	0,08
065	Шлифовальная чистовая	-	480	10	0,1	2500	0,04	0,1
070	Моечная	-	-	-	-	-	-	-
075	Контрольная	-	-	-	-	-	-	-» [18]

«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 Проектирование приспособления и его совершенствование

3.1 Расчет и проектирование станочного приспособления

«Произведем описание конструкции и расчет токарного 3-х кулачкового самоцентрирующего патрона для обработки детали на 025 токарной операции. Эскиз операции представлен ниже на рисунке 3.» [2]

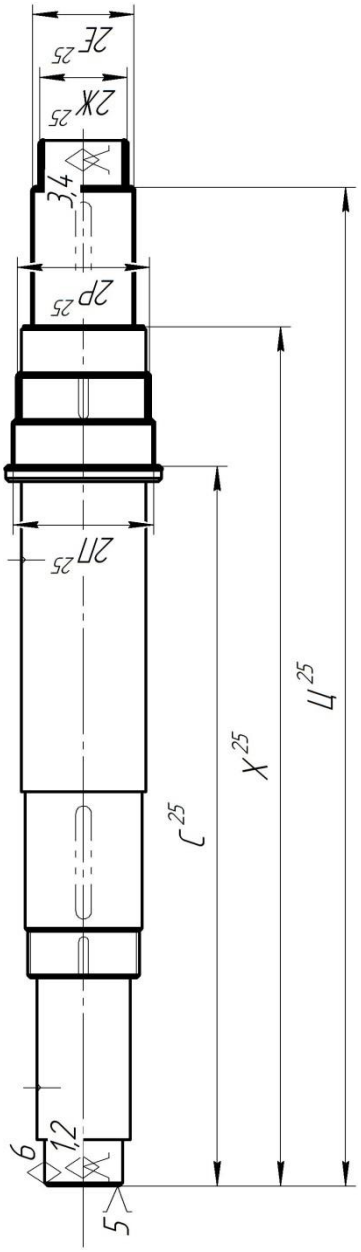


Рисунок 3 – Операция 025

Расчет усилия зажима патрона и его основных параметров представим ниже в таблицах 13 и 14.

«Таблица 13 – 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	$W^I{}_z = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot K \cdot P_y \cdot l^I}{2 \cdot f \cdot D_2}$	$W^I{}_z = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$
Расчет силы зажима по осям	$W_z = \frac{2{,}5 \cdot 423 \cdot 20}{0{,}3 \cdot 12}$ =334 Н	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot 2.5 \cdot 785 \cdot 130 \cdot 0{,}66}{2 \cdot 0.3 \cdot 12}$ =720 Н	$W_z = \frac{2{,}5 \cdot 1312 \cdot 20}{0{,}3 \cdot 12}$ =1270 Н
Корректировка силы зажима	$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_к / H_к)}$; $W_1 = \frac{770}{1 - 3 \cdot 0{,}1 \cdot (40/60)} = 805\ H$ » [2]		

«Таблица 14 – 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=805/2,3=350 Н.
Диаметр поршня, мм	$D = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$	$D = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{350}{0{,}4 \cdot 0{,}9}} = 11{,}4 мм$
Значение диаметра поршня, мм	-	10 (для пневматического привода)
Погрешность установки	$\varepsilon_y = \frac{\omega A_\Delta}{2} = 0{,}5\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + ... + \Delta_5^2}$	$\varepsilon_y = 0{,}5\sqrt{0{,}02^2 + 0{,}01^2 + 0{,}02^2 + 0{,}01^2 + 0{,}025^2} = 0{,}015 мм$ » [19]

Чертеж патрона представлен в графической части, общий вид патрона показан ниже на рисунке 4.

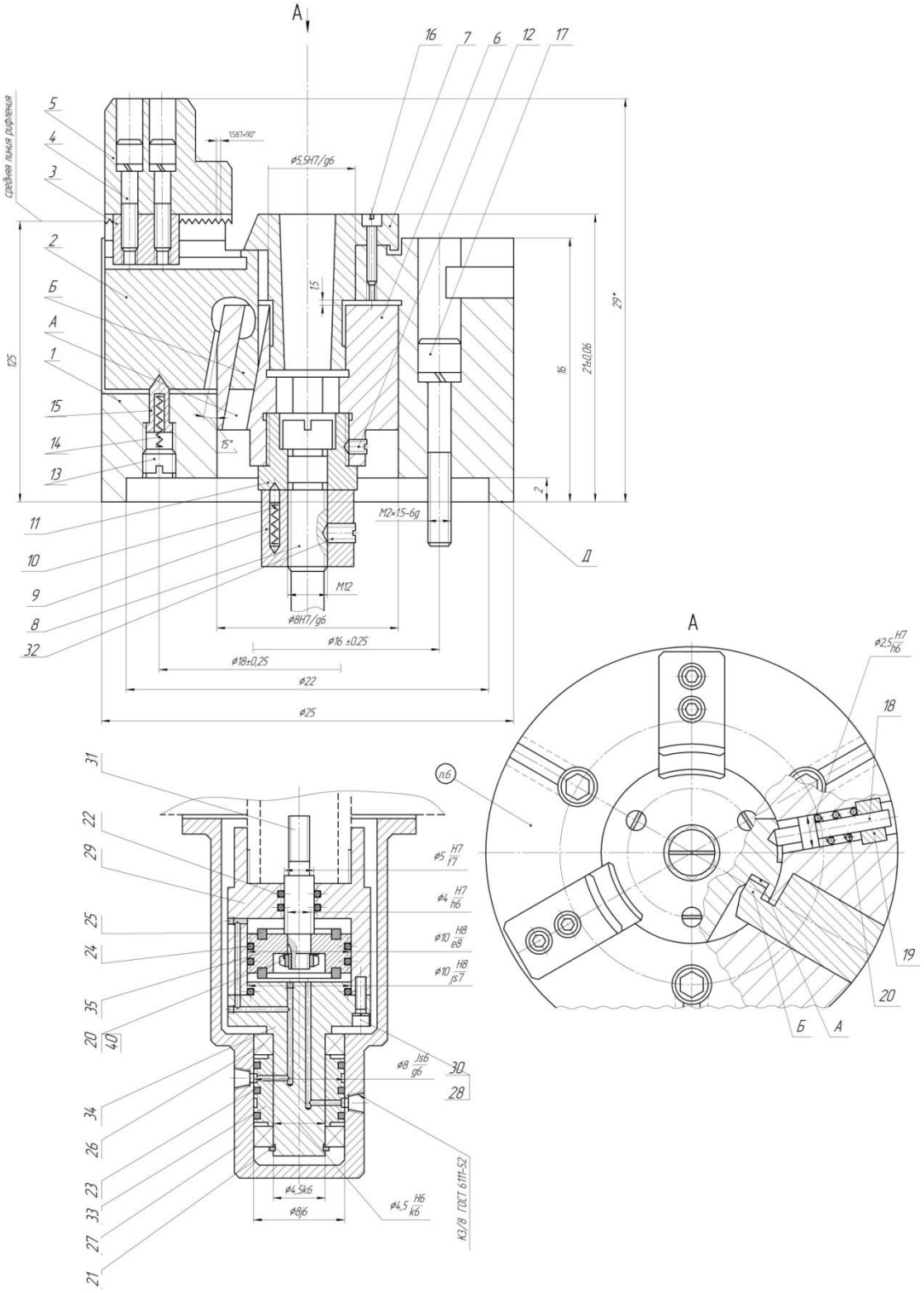


Рисунок 4 – Патрон самоцентрирующий

В приложении «В» данной работы приставлена спецификация на приспособление.

3.2 Проектирование инструмента

Общий вид инструмента – резца показан ниже на рисунке 5.

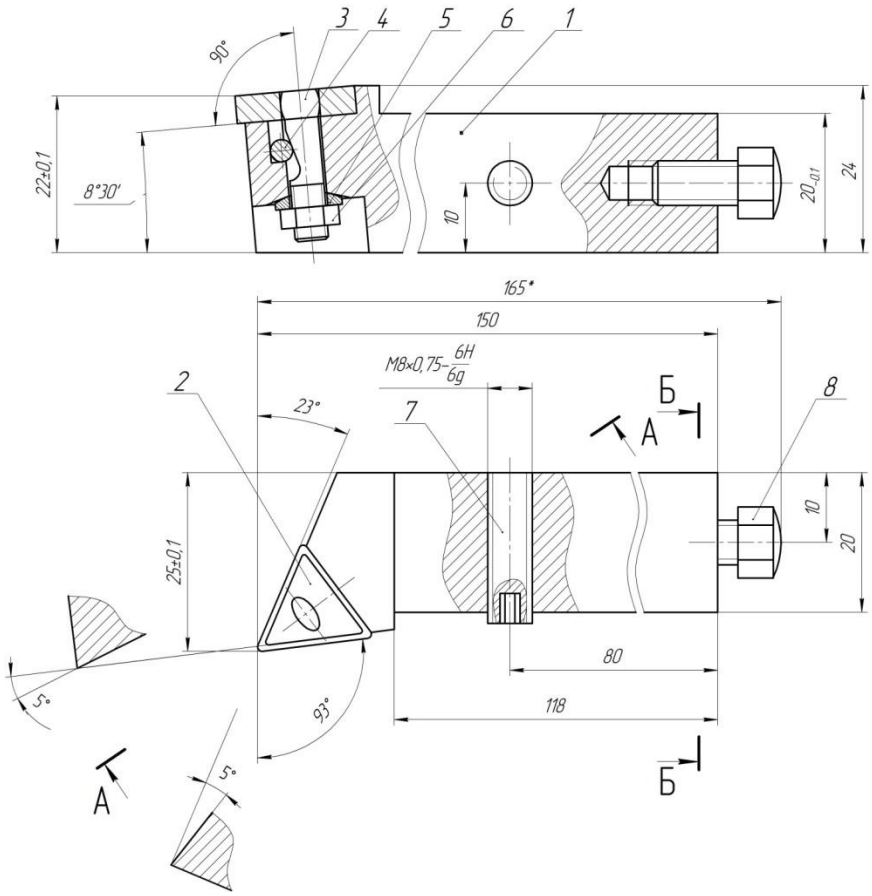


Рисунок 5 – Общий вид инструмента

«Резец токарный сборный с механическим креплением пластины 2 содержит державку 1, в резьбовые отверстия которой завинчены 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.Матермал 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]

Таким образом, можно сказать, что решена важная задача проектирование техоснастки – инструмента и приспособления, по результатам выполнены соответствующие чертежи в графической части и спецификация в приложении В.

4. Безопасность и экологичность технического объекта

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

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 15» [7].

Таблица 15 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Штамповка	Штамповщик	Пресс	Сталь 19ХГН, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарная	Оператор станков с ЧПУ	Станок токарный с ЧПУ Fanuc	Сталь19ХГН, СОЖ, ветошь

«В таблице 16 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 16 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Штамповка	«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]	Пресс

Продолжение таблицы 16

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]	«Станок токарный с ЧПУ Fanuc, 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 17)» [7] .

Таблица 15 – 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 17

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 противошумных 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 18 – 21 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 18 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки вала	Станок токарный с ЧПУ Fanuc	Класс B, E	«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 19 – 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 20 – Средств защиты и пожаротушения

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

Таблица 21 – 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 несгораемых 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 22 и 23. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 22 – 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	Станок токарный с ЧПУ Fanuc	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 23 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

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

«Рассматривается обработка на заготовительной и токарной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на токарном станке с ЧПУ Fanuc, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон. Инструмент - резцы. Применяются материалы: сталь 19ХГН, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 15)» [21] .

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 16» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 17» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления вала (таблица 18). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 19, 20), мер по обеспечению пожарной

безопасности процесса изготовления вала (таблица 21)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления вала на окружающую среду (таблица 22). 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 23)» [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 маховика» представлено на рисунке 6.

Рисунок 6 – Общее представление технологии изготовления детали

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

Вычисление технико-экономических показателей начинается с определения технологической себестоимости, которая определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [10]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 7.

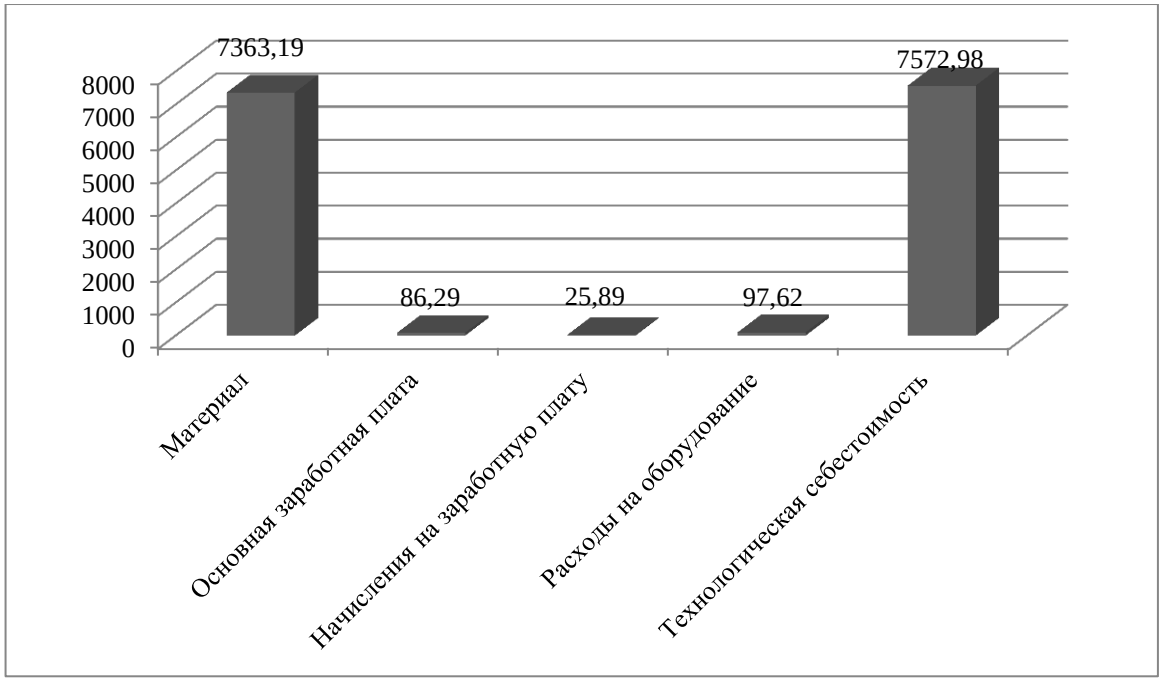


Рисунок 7 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 7), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается издержками на материал, с долевой величиной 97,2 %. Минимальное влияние на значение технологической себестоимости обеспечивают начисления на заработную плату, с долевой величиной 0,3 %.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать капитальные вложения в разработанную технологию или

выражаясь научными терминами – необходимая сумма 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 «затраты на оборудование, доставку и транспорт ($К_{ОБ}$), затраты на проектирование ($К_{ПР}$), оснастку и инструмент ($К_{ОИ}$), площадь ($К_{ПЛ}$) и программное обеспечение ($К_{П.ОБ}$)» [10]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 8.

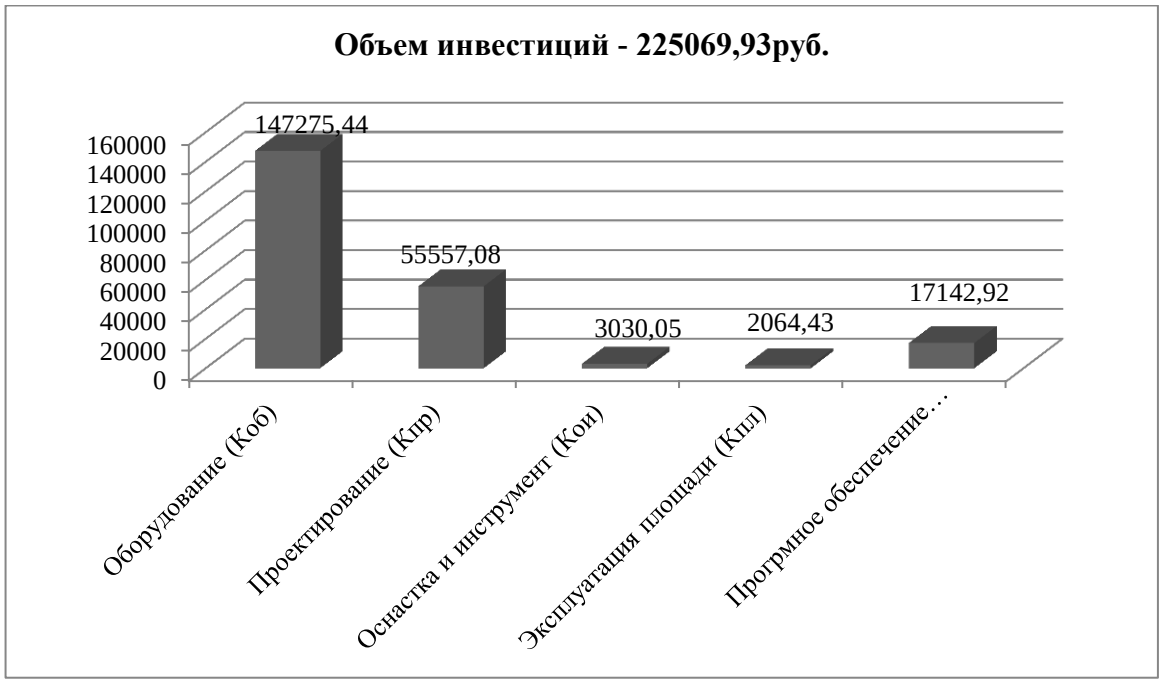


Рисунок 8 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

Детализация рисунка 8, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами являются оборудование, доставка и транспорт, их доля в общей сумме инвестиций составляет 65,4 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с производственной площадью, так как их доля составит всего 0,9 %.

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.

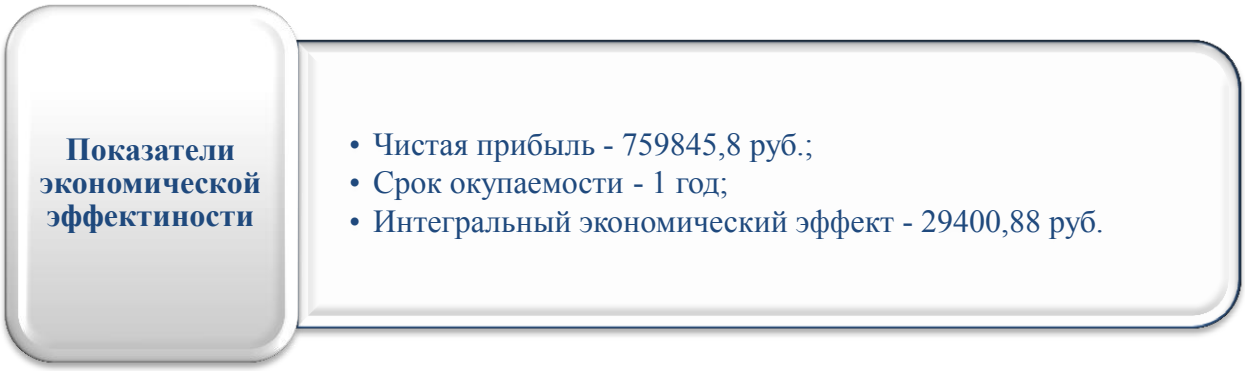


Рисунок 9 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной технологии изготовлении детали «Вал маховика». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате его внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 29400,88 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 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, 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.: Стандартинформ, 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 процес-сов 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 practicle 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.

Приложение А

Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.			
Взам.			
Подп.			
		Листов3	Лист1
Разраб.	Ребиков	ТГУ	
Провер.	Левашкин		
Н.Контр	Левашкин	Вал	
Утв.	Логинов		

М01	Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71									
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
	-	166	23,9			0,72			1	33

	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа
Б	Код, наименование оборудования					СМ / Проф. / Р / УТ / КР / КОИД / ЕН / ОП / Кшт. / Тпз. / Тшт.
А03						
Б04				000	ХХХХ Заготовительная	
05Т						
06						
07						
08О				005	4269 Фрезерноцентровальная	
09Т	381825 ХХХХ Фрезерно-центровальный станок 2Г942					
10	Приспособление специальное; Фреза торцевая диаметр 100 SANDVIC, сверло центровочное диаметр 6 SANDVIC					
11						
12О				010	4269 Токарная	
13Т	381825 ХХХХ Станок токарный с ЧПУ Fanuc					
14	Патрон самоцентрирующий, центр; Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max®P для точения SANDVIC 25 х 25; Штангенциркуль					
15						
16 О				015	4269 Токарная	
17 Т	381825 ХХХХ Станок токарный с ЧПУ Fanuc					
18	Патрон самоцентрирующий, центр; Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max®P для точения SANDVIC 25 х 25; Штангенциркуль					
19						
20 О				020	4269 Токарная	
21 Т	381825 ХХХХ Станок токарный с ЧПУ Fanuc					
22	Патрон самоцентрирующий, центр; Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max®P для точения SANDVIC 25 х 25; Штангенциркуль					
23						
МК						

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Лист 2

Вал

Обозначение документа

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
А01				025	42269 Токарная											
Б02	381825 XXXX Станок токарный с ЧПУ Fanuc															
03	Патрон самоцентрирующий, центр; Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC 25 x 25; Штангенциркуль															
04																
05 О				030	Шпоночнофрезерная											
06 Т	Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc															
07	Приспособление специальное; Фреза торцевая диаметр 6 SANDVIC; Штангенциркуль															
08																
09				035	Шпоночнофрезерная											
10	Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc															
11	Приспособление специальное; Фреза торцевая диаметр 6 SANDVIC; Штангенциркуль															
12																
13				040	Сверлильная											
14	Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc															
15	Приспособление специальное; Сверло CoroDrill® 460, диаметр 5 мм, с покрытием PVD TIALN; Штангенциркуль															
16																
17				045	Сверлильная											
18	Горизонтальный сверлильно-фрезерный станок BO 110															
19	Приспособление специальное; Сверло CoroDrill® 460, диаметр 6,5 мм, с покрытием PVD TIALN,Метчик CoroDrill® 460, диаметр 8 мм, с покрытием PVD TIALN															
МК																

Дубл.
Взам.
Подп.

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 форма 3

Дубл.
Взам.
Подп.

Лист 3

Вал

Обозначение документа

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования															
А01				050	4269 Термическая											
Б02	381825 XXXXX Печь шахтная															
03																
04																
05 О				055	Шлифовальная											
06 Т	Торцекруглошлифовальный станок GAH-3580CNC Paragon															
07	Патрон поводковый, центр; Круг шлифовальный сборный 3-600 90 250 24AF16LV5; Микрометр															
08																
09				060	Шлифовальная											
10	Торцекруглошлифовальный станок GAH-3580CNC Paragon															
11	Патрон поводковый, центр; Круг шлифовальный сборный 3-600 90 250 24AF16LV5; Микрометр															
12																
13				065	Шлифовальная чистовая											
14	Торцекруглошлифовальный станок GAH-3580CNC Paragon															
15	Патрон поводковый, центр; Круг шлифовальный сборный 3-600 90 250 24AF16LV5; Микрометр															
16				070	Моечная											
17				075	Контрольная											
18																
МК																

Приложение Б

Операционные карты

Таблица Б.1 – Операционные карты

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

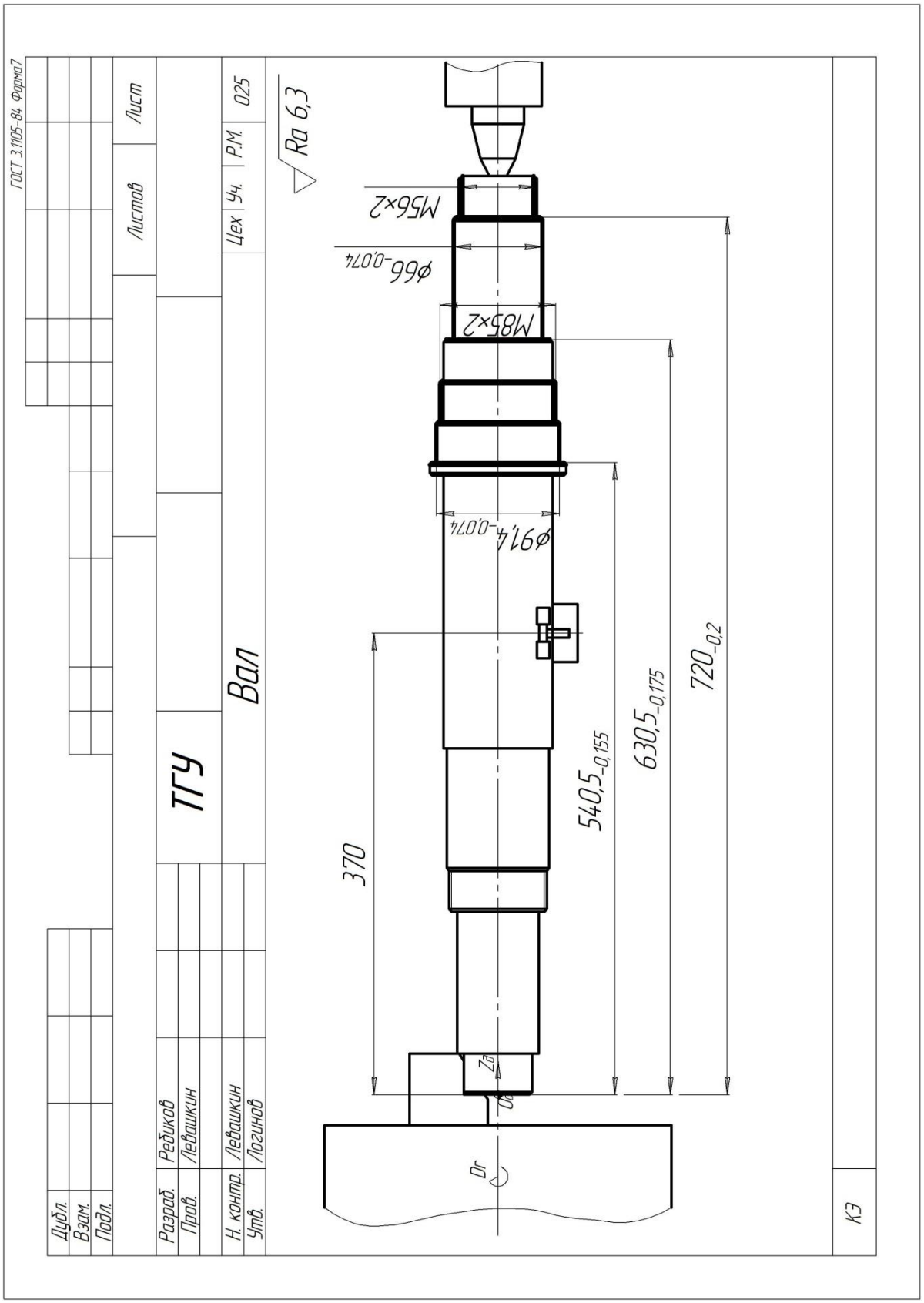
Дубл.			
Взам.			
Подп.			
Разраб.	Ребиков	ТГУ	
Пров.	Левашкин		
Н.Контр	Левашкин	Вал	Цех / Уч. / РМ / Опер 025
Утв	Логинов		

Наименование операции	Материал	твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Токарная	Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71		166	23,9		33	1

Оборудование	Обозначение программы	Тм	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
Станок токарный с ЧПУ Fanuc	-XXXXXXX	0,44	-	-	0,92	5% эмульсия ГОСТ 1975-70

Р		ПИ	D или В	t	i	S	V	n	Тм
01	А								
02 О	396160 XXXX Патрон самоцентрирующий, центр								
03 Р	Точить поверхности, выдерживая размеры согласно эскиза								
04 Т	397711 XXXX Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC 25 x 25								
05 Т	393120 XXXX Штангенциркуль								
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
ОК									

Продолжение таблицы Б.1



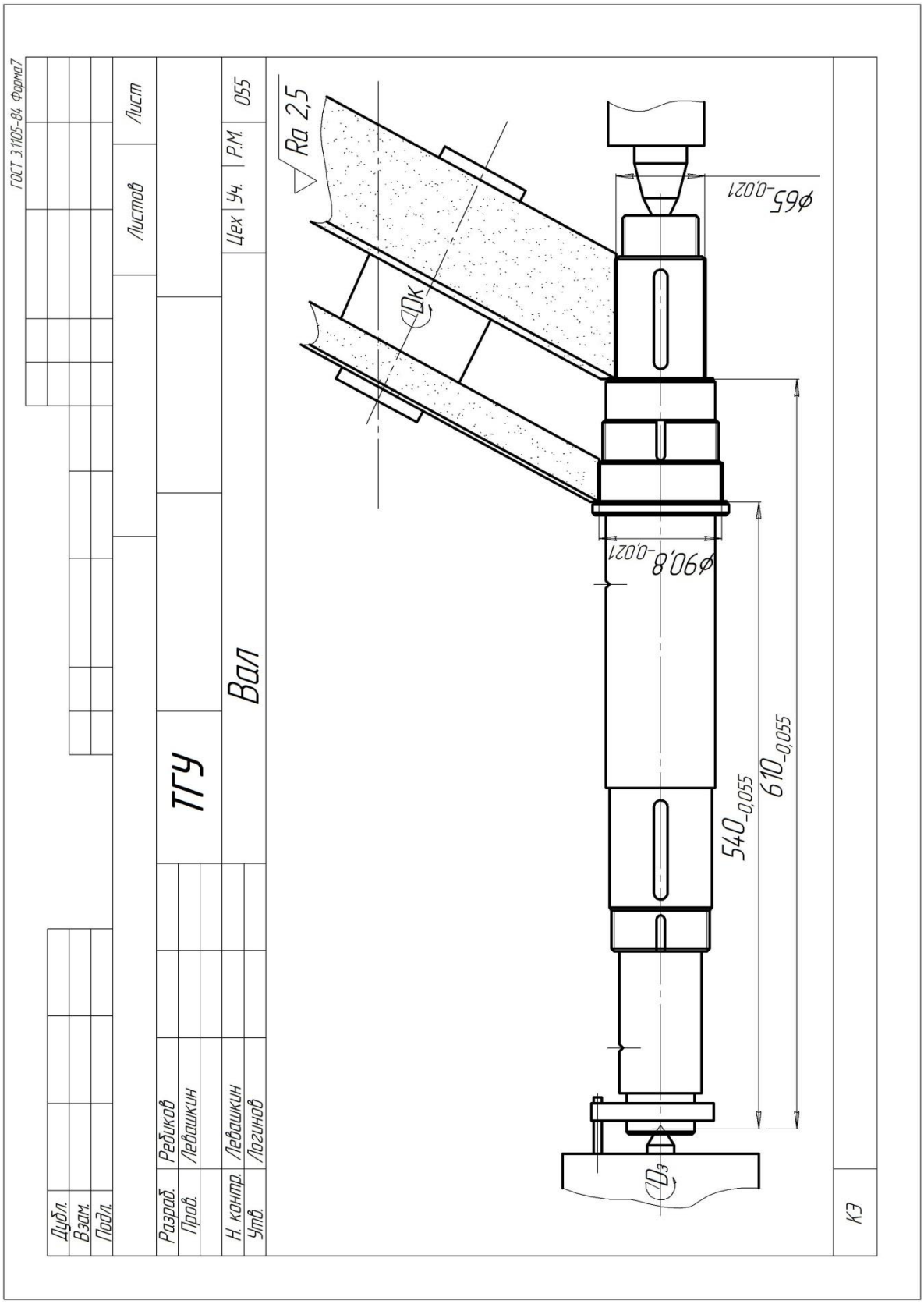
Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Ребиков			ТГУ										
Пров.	Левашкин													
Н.Контр	Левашкин			Вал							Цех	Уч.	РМ	Опер 055
Утв	Логинов													
Наименование операции				Материал		твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Шлифовальная				Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71			166	23,9				33	1	
Оборудование				Обозначение программы		Тм	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ				
Торцекруглошлифовальный станок GAH-3580CNC Paragon				-XXXXXXX		0,03	-	-	0,08	5% эмульсия ГОСТ 1975-70				
Р		ПИ	D или B	t	i	S	V	n	Тм					
01	А													
02 О	396160 XXXX Патрон поводковый, центр													
03 Р	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры согласно эскиза													
04 Т	397711 XXXX Круг шлифовальный сборный 3-600 90 250 24AF16LV5													
05 Т	393120 XXXX Микрометр													
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
ОК														

Продолжение таблицы Б.1



Приложение В

Спецификация

Таблица В.1 – Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А1				Сборочный чертеж		
				Детали		
А1		1		Корпус патрона	1	
А4		2		Подкулачок	3	
44		3		Сухарь	3	
А4		5		Кулачок сменный	3	
А3		6		Втулка-клин	1	
А3		7		Втулка	1	
А4		8		Винт специальный	1	
А4		9		Втулка	1	
А4		11		Втулка	1	
А4		15		Корпус	3	
А4		18		Штифт специальный	3	
А1		27		Корпус гидроцилиндра	1	
А3		29		Крышка	1	
А3		31		Шток	1	
А4		33		Втулка	1	
А3		34		Крышка	1	
А3		35		Поршень	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.БР.ОТМП.027.70.000 СБ		
Разраб.		Ребиков			Патрон Сборочный чертеж	Лит. Д	Лист 1 / Листов 2
Пров.		Левашкин				ТГУ ТМбд-1901а	
Н.контр.		Левашкин					
Утв.		Логинов					

Копировал Формат А4

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Стандартные изделия		
		4		Винт М5-6g×50,22 ГОСТ 1479-93		
		10		Пружина 7012- 2011 ГОСТ 13165-67	1	
		12		Винт М4-6g×10 ГОСТ 1479-93	1	
		13		Пробка М10-6g×17,45	3	
		14		Пружина 7012- 2011 ГОСТ 13165-67	3	
		16		Винт М3-6g×20 ГОСТ11738-84	3	
		17		БолтМ7×1,5-6g ГОСТ3033-79	3	
		19		Пружина 7039- 2011 ГОСТ 13165-67	3	
		20		Шайба Н.22.01.05 ГОСТ11872-89	3	
		21		Кольцо опорное 30 МН 5654-76	1	
		22		Кольцо 018-023-25 ГОСТ9833-73	2	
		23		Кольцо 056-061-30 ГОСТ9833-73	3	
		24		Кольцо 059-063-46 ГОСТ9833-73	3	
		25		Кольцо 056-066-58 ГОСТ9833-73	2	
		26		Подшипник 3108 ГОСТ 12941-76	2	
		32		Винт М6-6g×15ГОСТ 1479-93	1	

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.БР.ОТМП.027.70.000 СБ	Лист 2

Копировал Формат А4

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
A1				Сборочный чертеж		
				Детали		
A1		1		Державка	1	
A4		2		Пластина	1	
44		3		Винт	1	
A4		4		Ролик	1	
A3		5		Шайба	1	
A3		6		Гайка	1	
A4		7		Винт	1	
A4		8		Винт	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.БР.ОТМП.027.75.000 СБ		
Разраб.		Ребиков			Резец Сборочный чертеж	Лит. Д	Лист 1 / Листов 2
Пров.		Левашкин				ТГУ ТМбд-1901а	
Н.контр.		Левашкин					
Утв.		Логинов					

Копировал Формат А4