

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)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления штока привода патрона

Обучающийся	<u>Д.М. Массарова</u> (Инициалы Фамилия) _____ (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Аннотация

Технологический процесс изготовления штока привода патрона. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2022.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления штока 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 произведено:

- определение функционального назначения детали;
- определены стратегические особенности технологии изготовления детали, на базе массовых и количественных характеристик;
- разработана последовательность технологических методов воздействия на свойства и размеры детали;
- определение оптимального оснащения технологии необходимыми типами оснастки и инструмента;
- определение параметров отдельных операций;
- в соответствии с принятыми методиками выполнена разработка зажимной оснастки;
- в соответствии с принятыми методиками выполнена разработка инструмента;
- проведён расчет показателей экономической эффективности технологического процесса.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 59 страниц, содержащую 18 таблиц, 16 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Технологичность детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	10
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	14
2.4 Выбор СТО.....	18
2.5 Разработка технологических операций.....	20
3 Расчет и проектирование оснастки	22
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	22
3.2 Проектирование инструмента.....	24
3.3 Совершенствование инструмента.....	24
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	38
5 Экономическая эффективность работы.....	44
Заключение.....	49
Список используемых источников.....	51
Приложение А Маршрутная карта.....	54
Приложение Б Операционные карты.....	57
Приложение В Спецификация.....	59

Введение

Энергоэффективность, отсутствие простоев, безопасность людей и оборудования – вот необходимые условия, которые определяют каждый современный процесс на промышленном предприятии. Пневматические приводы эффективно решают все подобные задачи. Эта технология уже много десятилетий идет рука об руку с промышленностью, и она продолжает поддерживать компании в их стремлении к целям, поставленным сегодняшними рынками и нормативными актами. Безопасность, производительность и забота об окружающей среде - вот причины, по которым пневматические приводы играют центральную роль практически во всех отраслях промышленности, при проектировании машин и в других многочисленных областях применения.

Пневматические приводы работают по принципу, который включает преобразование энергии сжатого воздуха (или другого газа) в линейное или вращательное движение. Эта технология пользуется постоянным спросом везде, где есть необходимость в выполнении механических работ. Пневматические приводы предлагают множество возможностей, будучи при этом безопасными и простыми в эксплуатации. Широкое разнообразие предложений на рынке делает их подходящими для многих отраслей промышленности, и дизайнеры могут успешно подобрать оптимальные компоненты в соответствии с требованиями своего проекта. Спектр потенциальных применений очень широк.

Пневматические приводы используются в широком спектре машиностроительных производств, от стационарных устройств, используемых, например, на производстве или в тяжелой промышленности, до мобильных машин, используемых на транспорте или в сельском хозяйстве. Пневматические приводы также широко используются в системах технологической и промышленной автоматизации, где производительность, надежность и безопасность имеют ключевое значение.

Пневматика - это хорошо зарекомендовавшая себя технология, которая хорошо знакома проектировщикам и инженерам по техническому обслуживанию. В то же время это область, которая никогда не перестает удивлять нас новыми решениями и возможностями. Производители компонентов, входящих в эту группу, постоянно совершенствуют свою продукцию, чтобы соответствовать все более высоким требованиям. Современные пневматические приводы являются мощными, но в то же время высокоэффективными и надежными. Благодаря своей устойчивости к суровым условиям окружающей среды, таким как влажность, грязь и колебания температуры, они подходят для сложных промышленных, горнодобывающих и строительных работ. Одновременно, принимая во внимание тип используемого энергоносителя (например, воздух), пневматика считается экологически чистой технологией, которая идеально подходит для компаний с высокими стандартами гигиены. Воздух, как правило, доступен и бесплатен, не загрязняет окружающую среду и не нуждается в регенерации или специальных операциях по удалению после использования. Низкое сопротивление и вязкость способствуют эффективной транспортировке по пневматическим линиям даже на значительные расстояния.

Хранение и транспортировка воздуха относительно просты и безопасны. Более того, в отличие от электричества или жидкостей, воздух не представляет опасности поражения электрическим током, пожара или загрязнения.

Тогда, цель бакалаврской работы является актуальной и может быть сформулирована следующим образом: изготовление штока пневмоцилиндра с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Деталь "Шток", является деталью трехкулачкового самоцентрирующего патрона с пневматическим приводом. Деталь в узле базируется по двум шейкам и торцу, а по остальным отверстиям базируются другие детали пневмопривода самоцентрирующего патрона. Служебное назначение детали «Шток» состоит в преобразовании энергии сжатого воздуха в механическое перемещение зажимного механизма. Эскиз патрона, в котором используется данная деталь, представлен на рисунке 1. [24]

Для изготовления детали, исходя из технических требований, применяют сталь 20ХН, которая обладает высокой прочностью, хорошей обрабатываемостью и малой чувствительностью к концентрации напряжений. Ниже в таблице 1 и таблице 2 указаны основные свойства и состав данной стали. [15], [20]

Таблица 1 – Химический состав стали 20ХН, в %.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,17-0,24	0.17-0.37	0,35-0,65	1-1,4	до 0,4	до 0.035	0,45-0,75	до 0.3

Таблица 2 - Механические свойства стали 20ХН

Сталь	σ_T	σ_B	δ_5	Ψ
20ХН	780	590	45	5

1.2 Классификация поверхностей детали

«Необходимость классификации поверхностей проистекает из необходимости определиться с назначением каждой поверхности. Далее, на основании этого, можно будет эффективно спроектировать необходимый

маршрут обработки для каждой из поверхностей. Ниже, на рисунке 2 показан общий вид детали, а в таблице 3 приведена классификация поверхностей.»
 [25]

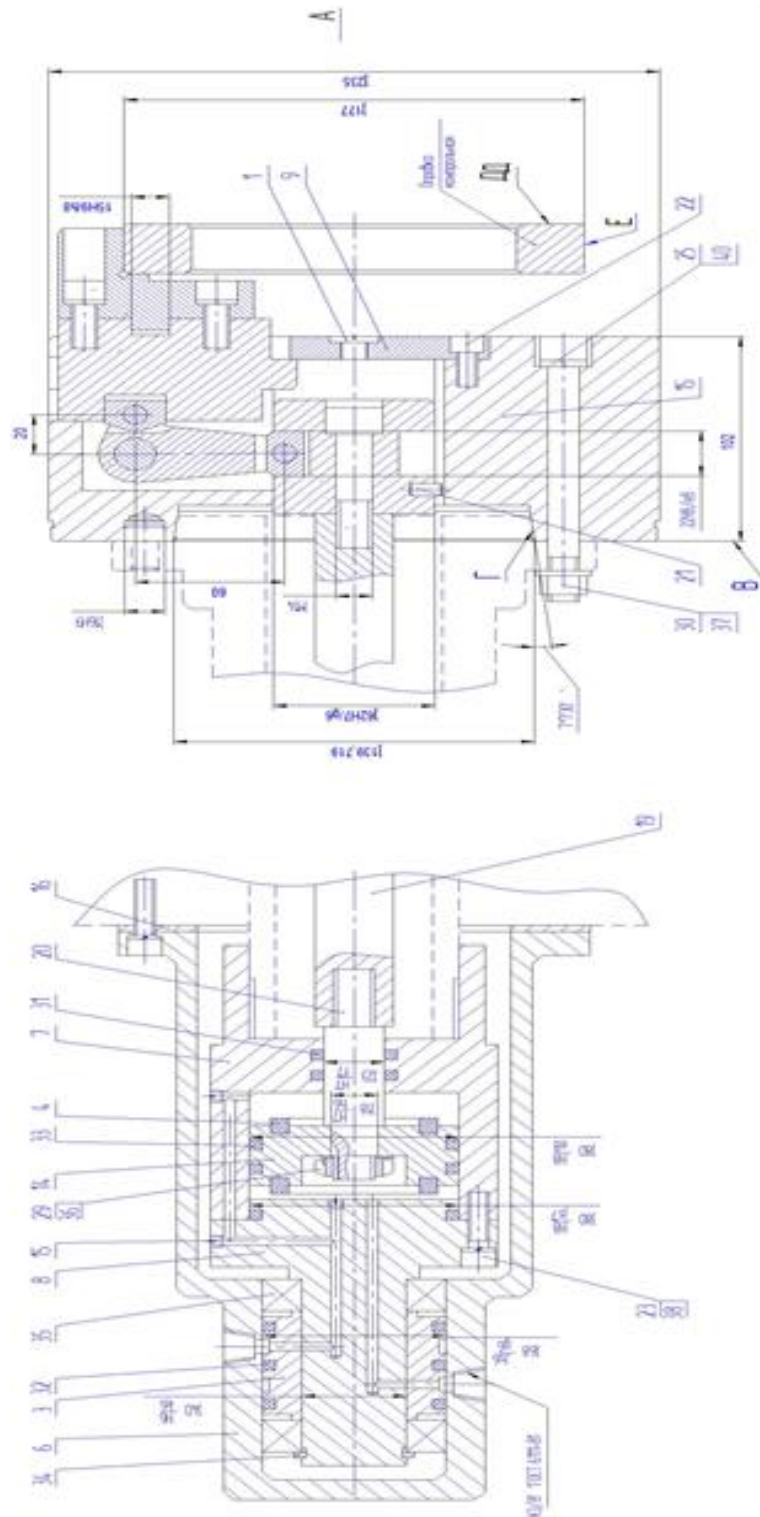


Рисунок 1 – Общий вид патрона

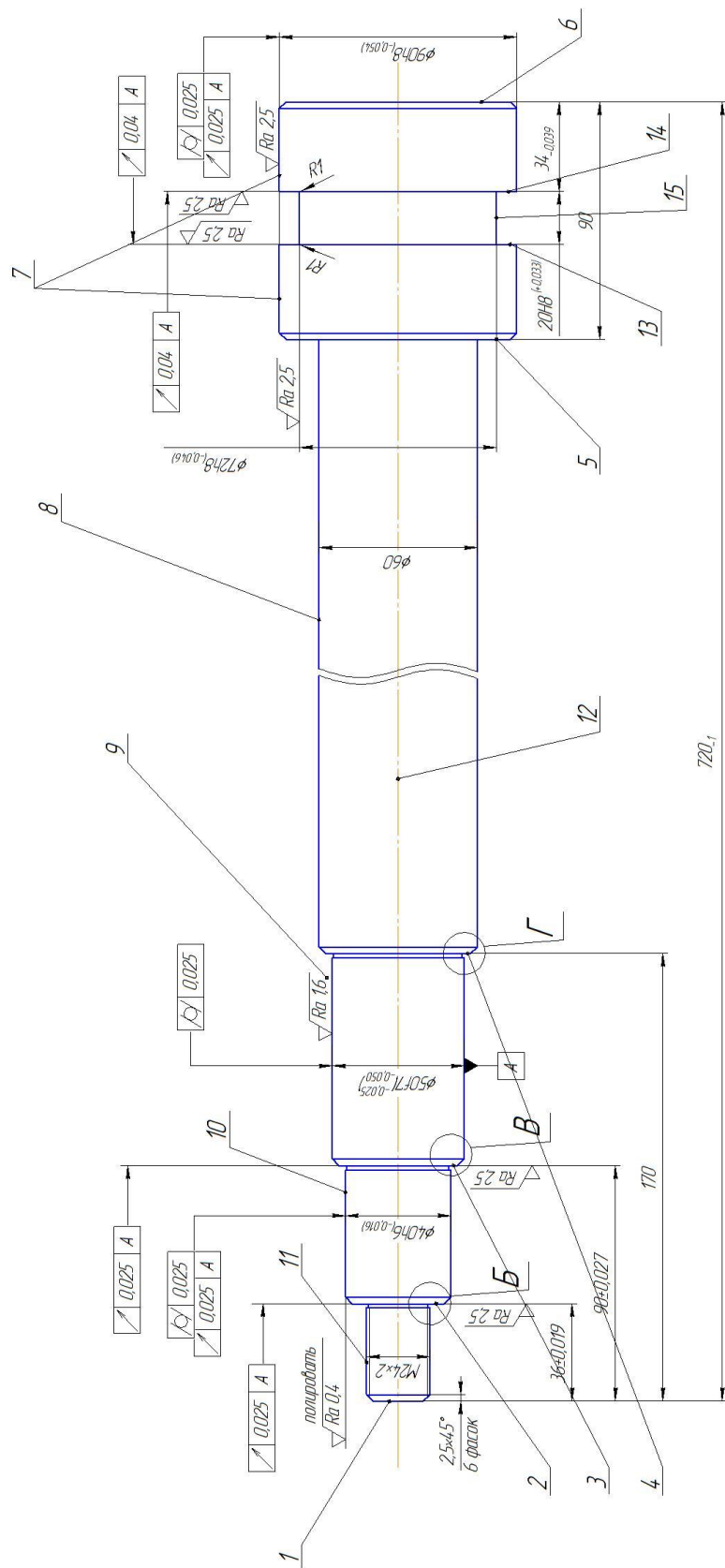


Рисунок 2 – Общий вид детали - «Крышка»

Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	4,9,7
ВКБ	3,10
Исполнительные	11,13,14,15
Свободные	остальные

1.3 Технологичность детали

В виде таблицы 4, приведенной ниже, проведем анализ технологичности, позволяющий установить особенности обработки данной детали. Кроме этого, данный анализ позволяет установить тип средств производства и необходимой оснастки для изготовления детали, установить проблемные моменты, которые увеличивают стоимость изготовления, продумать пути устранения или снижения влияния данных факторов. Таким образом, можно сказать, что всесторонний анализ технологических параметров, формирует особенности по организации производства детали.

Таблица 4 – Показатели технологичности детали [9], [11]

Наименование коэффициентов	Расчетная зависимость	Расчет
Точности	$K_{тч}=1-1/T_{ср}$	$K_{тч} = 1-(1/10,1)=0,91$
Шероховатости	$K_{ш}=1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/9,4=0,1$
Унификации	$K_{у.э.}=Q_{у.э.}/Q_{э}$	$K_{у.э.}=15/15=1$
Использования материала	$K_{и.м.}=M_{д}/M_{з}$	$K_{и.м.} = 16,57/18,88 = 0,87$

Данные определенные в таблице 4 говорят о том, что данная деталь обладает достаточно высокими точностными показателями, которые являются оптимальными, с точки зрения конструкции детали и ее назначения. С точки зрения шероховатости и унификации, можно сказать, что специального инструмента, оснастки и оборудования не требуется.

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

1.4 Задачи работы

Одним из самых эффективных способов, достижения какой либо цели, является разбиение ее на ряд задач, последовательное решение которых приведет к достижению цели. В качестве таких задач могут выступать разделы настоящей работы, представленные в разделе – «Содержание». Рассмотрим последовательно данные задачи.

Задача анализа данных, представленных в задании, может быть разбита на ряд более конкретных подзадач:

- определение функционального назначения детали;
- анализ назначения отдельных элементов детали (поверхностей);
- всесторонний анализ технологических параметров, формирующий особенности по организации производства;
- выполнение чертежа детали.

Задача формирования технологии изготовления детали, может быть разбита на ряд более конкретных подзадач:

- определение стратегических особенностей технологии изготовления детали, на базе массовых и количественных характеристик;
- разработка последовательности технологических методов воздействия на свойства и размеры детали, представление его в работе в виде подробного плана по обработке;
- проектирование и определение исходного полуфабриката для изготовления детали, разработка его чертежа;
- определение оптимального оснащения технологии необходимыми типами оснастки и инструмента;
- определение параметров отдельных операций, исходя из представленной в литературе информации, выполнение чертежей наладок.

Задача разработки средств оснащения, может быть разбита на ряд более конкретных подзадач:

- в соответствии с принятыми методиками выполнить разработку зажимной оснастки, выполнить ее чертеж;

- в соответствии с принятыми методиками выполнить разработку инструмента, выполнить его чертеж.

Задача обеспечения безопасности, может быть разбита на ряд более конкретных подзадач:

- определение опасностей;
- определение мер безопасности, определение технических средств реализующих данные меры.

Заключительной задачей для достижения цели является обоснование эффективности предложенной технологии по методологии определения экономической эффективности.

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 [14]. Согласно задания - программа составляет 10000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 16,57 кг. Применяя методику [14] тип производства определяем, как среднесерийный.» [14]

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 5.

«Таблица 5 – Показатели стратегии производства

№	Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
1	Разновидность оборудования	универсальная
2	Технологическая документация	в виде операционных и маршрутных технологических карт
3	Разновидность оснастки	универсальная
4	Расстановка в цехе оборудования	по группам станков
5	Нормирование ТП	по общемашиностроительным нормативам
6	Метод изготовления заготовки	прокат, поковка
7	Использование достижений науки	не высокое
8	Метод определения припуска	по таблицам
9	Квалификация наладчиков	высокая
10	Квалификация рабочих	высокая
11	Определение режимов резания	по статистическим и эмпирическим зависимостям
12	Уровень автоматизации	низкий
13	Транспортировка деталей между операциями	вручную, электрокар, кран-балка
14	Форма организации ТП	предметные партии не большого объема
15	Коэффициент концентрации операций	10-20» [14]

2.2 Выбор метода получения заготовки

Предварительный выбор вида заготовки проведен по таблицам 3.1...3.4 [4].

По таблице 3.1 [4] для марки конструкционной стали 20Л определен код – 6.

По таблице 3.2 [4], согласно, основных признаков детали, определенных по рабочему чертежу, определен код конструктивной формы – 10.

По таблице 3.3 [4], определен код серийности: для отливки – 1.

По таблице 3.3 [4], определен код серийности: для штамповки – 1.

По таблице 3.4 [4], определен диапазон отливок по массе – 2.

По таблице 3.4 [4], определен диапазон поковок по массе – 2.

Ниже в таблице 6 по методике [3], проведем стоимостной анализ предполагаемых вариантов получения заготовок.

«Таблица 6 – Расчет стоимости заготовок

Метод получения заготовки	Масса детали, кг	Масса заготовки, кг	Стоимость одного килограмма заготовки, руб.	Стоимость механической обработки, руб.	Стоимость одного килограмма отходов, руб.	Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.
штамповка	16,97	18,4	46	65	1,4	1387
литье в землю	16,97	18,88	35	85	1,4	1220» [3]

«Анализирую данные, представленные в таблице 5, можно сделать вывод о том, что в качестве метода получения заготовки для данной детали предпочтительнее всего выбрать метод литья в землю, как более дешевый.

Тогда, условная годовая экономия будет определяться по формуле (1):

$$\mathcal{E} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N \quad (1)$$

где C_{T_2} , C_{T_1} – технологические себестоимости изготовления заготовки, руб.;

N – годовая программа выпуска заготовок, шт./год.

Подставим требуемые данные в формулу (1):

$$\mathcal{E} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N = (1387 - 1220) \cdot 10000 = 1670000 \text{руб.}$$

Таким образом, применение в качестве метода получения заготовки – литья в землю, позволяет получить условную годовую экономию в размере – 1670000 рублей». [3]. Ниже, на рисунке 3 показан эскиз отливки.

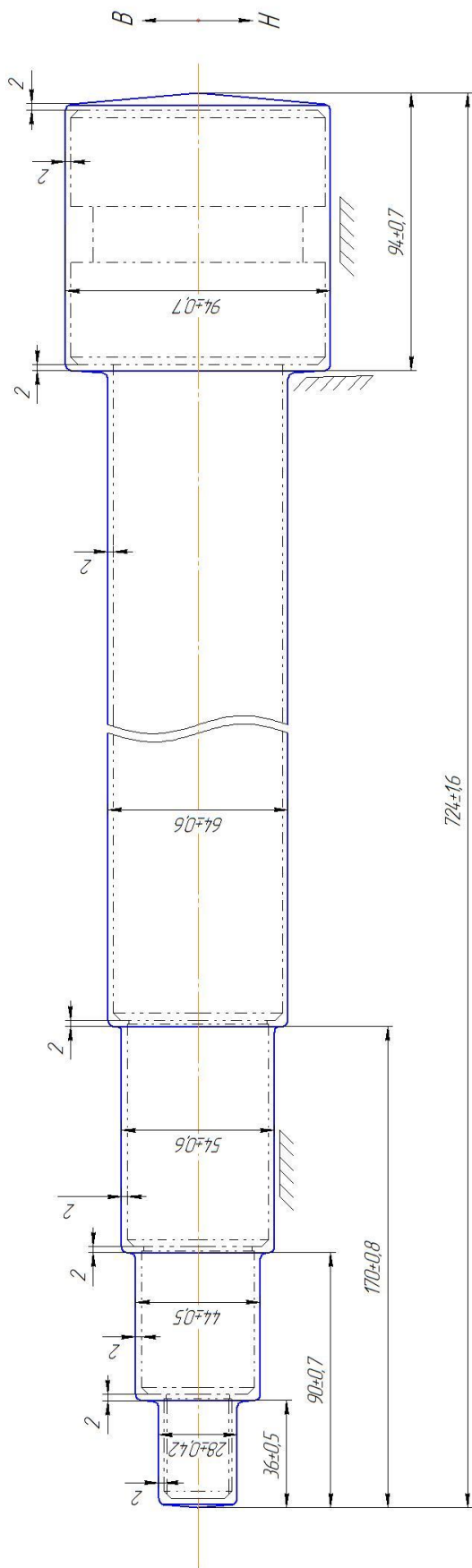
2.3 Разработка ТП изготовления детали

Рассмотрим последовательно технологию обработки каждой из поверхностей. [5], [16]

Поверхность 1 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 12 квалитета, при шероховатости Ra12,5.

Поверхность 2 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем точение чистовое, термическая обработка, затем шлифование. При такой последовательности достигается точность 7 квалитета, при шероховатости Ra2,5.

Поверхность 3 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем точение чистовое, термическая обработка, затем шлифование. При такой последовательности достигается точность 7 квалитета, при шероховатости Ra2,5.



1. HB 170±10;
2. Неуказанные литейные радиусы 2 мм;
3. Неуказанные литейные уклоны 7°;
4. Точность отливки 8-8-5-2;
5. — черновые базы;
6. Поверхностные дефекты не более половины величины фактического припуска;
7. Очистка поверхности пескоструйная.

Рисунок 3 – Общий вид отливки

Поверхность 4 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем точение чистовое, термическая обработка, затем шлифование. При такой последовательности достигается точность 7 квалитета, при шероховатости Ra2,5.

Поверхность 5 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 12 квалитета, при шероховатости Ra12,5.

Поверхность 6 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 12 квалитета, при шероховатости Ra12,5.

Поверхность 7 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем точение чистовое, термическая обработка, затем шлифование. При такой последовательности достигается точность 7 квалитета, при шероховатости Ra2,5.

Поверхность 8 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 12 квалитета, при шероховатости Ra12,5.

Поверхность 9 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем точение чистовое, термическая обработка, затем шлифование. При такой последовательности достигается точность 7 квалитета, при шероховатости Ra1,6.

Поверхность 10 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем точение чистовое, термическая обработка, затем шлифование, затем шлифование

чистовое и полирование. При такой последовательности достигается точность 6 качества, при шероховатости Ra0,4.

Поверхность 11 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем резьбонарезание, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 12 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем сверление центрального отверстия, термическая обработка. При такой последовательности достигается точность 9 качества, при шероховатости Ra3,2.

Поверхность 13 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем точение чистовое, термическая обработка, затем шлифование. При такой последовательности достигается точность 7 качества, при шероховатости Ra2,5.

Поверхность 14 – плоская. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем точение чистовое, термическая обработка, затем шлифование. При такой последовательности достигается точность 7 качества, при шероховатости Ra2,5.

Поверхность 15 – цилиндрическая. Наиболее оптимальная последовательность обработки: отливка, затем точение, затем точение чистовое, термическая обработка, затем шлифование. При такой последовательности достигается точность 7 качества, при шероховатости Ra2,5. [1], [12]

Ниже, в таблице 7 представлена технология изготовления данной детали.

Таблица 7 – Технологический процесс обработки детали

Номер операции	Наименование операции.
005	Фрезерно-центровальная
010	Токарная
015	Токарная
020	Токарная чистовая
025	Токарная чистовая
030	Термическая
035	Центрошлифовальная
040	Шлифовальная
045	Шлифовальная
050	Шлифовальная
055	Шлифовальная чистовая
060	Полировальная
065	Моечная
070	Контрольная

2.4 Выбор СТО

В данном разделе необходимо для каждой операции и перехода подобрать такое оборудование, инструмент и измерительный прибор, чтобы с минимальными затратами средств и времени обеспечить выпуск продукции требуемого качества. Выбор средств представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Средства технологического оснащения [6], [8], [13]

№ оп.	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля.
005 Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный п/а Х2К 8230-1500 С ЧПУ (Китай)	Приспособление специальное;	Фреза торцовая Т15К10; Сверло центровочное тип А Ø 6,3ГОСТ 14952-75	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80;
010 Токарная	Токарный станок с ЧПУ Metalmaster MLM 460×1500 (Германия)	Патрон трехручачковый самоцентрирующий, центр вращающийся	Резец	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80;

Продолжение таблицы 8

№ оп.	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля.
015 Токарная	Токарный станок с ЧПУ Metalmaster MLM 460×1500 (Германия)	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий, центр вращающийся	Резец	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80;
020 Токарная	Токарный станок с ЧПУ Metalmaster MLM 460×1500 (Германия)	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий, центр вращающийся	Резец вставка. Резец кановочный Резец резьбовой	Микрометр МК-50
025 Токарная	Токарный станок с ЧПУ Metalmaster MLM 460×1500 (Германия)	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий, центр вращающийся	Резец. Резец кановочный	Микрометр МК-50
035 Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок Dynamics (Корея)	Приспособление специальное;	Круг центрошлифовальный	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80;
040 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок ZIERSCH 460×1500 (Германия)	Патрон поводковый, центр вращающийся	Круг шлифовальный 24AF08LV5 1-500×100×250	Микрометр МК-50
045 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок ZIERSCH 460×1500 (Германия)	Патрон поводковый, центр вращающийся	Круг шлифовальный 24AF08LV5 3-500×130×250	Микрометр МК-50

Продолжение таблицы 8

№ оп.	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля.
050 Шлифовальн	Торцекруглошлифовальный станок ZIERSCH 460×1500 (Германия)	Патрон поводковый, центр вращающийся	Круг шлифовальный сборный 91AF60LV7 1-500×20×250	Микрометр МК-50
055 Шлифовальн	Торцекруглошлифовальный станок ZIERSCH 460×1500 (Германия)	Патрон поводковый, центр вращающийся	Круг шлифовальный 24AF04LV5 3-500×60×250	Микрометр МК-50
060 Полировальная	Круглошлифовальный станок HERMINGYFUSE N SR-40 (Германия)	Патрон поводковый, центр вращающийся	Круг шлифовальный 24AF01LV5 3-500×130×250	Микрометр МК-50

2.5 Разработка технологических операций

Нормы времени на выполнение операций и режимы времени определим при помощи онлайн калькулятора «Sandvik Coromant», а полученные данные представим в виде таблицы 9. [17], [18]

Таблица 9 – Нормы времени для ТП изготовления детали

№ операции	S, мм/мин	n, об/мин	T, мин	To, мин	Tшт, мин
000	-	-	-	-	-
005	0,2	200	60	1,12	1,57
010	0,2	600	60	1,7	2,94
015	0,2	600	60	0,7	1,21

Продолжение таблицы 9

№ операции	S, мм/мин	n, об/мин	T, мин	T _о , мин	T _{шт} , мин
020	0,2	600	60	085	1,47
025	0,2	600	60	0,65	1,12
030	-	-	-	-	-
035	0,2	600	60	0,05	0,11
040	0,4	800	-	0,25	0,53
045	0,4	800	-	0,18	0,38
050	0,4	800	-	0,15	0,32
055	0,4	800	-	0,35	0,74
060	0,01	2200	-	0,8	1,68
065	-	-	-	-	-
070	-	-	-	-	-

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

Маршрутные и операционные карты приведены соответственно в: Приложение А -Маршрутная карта; Таблица А.1 – Маршрутная карта и Приложение Б - Операционные карты; Таблица Б.1 – Операционные карты настоящей работы.

3 Расчет и проектирование оснастки

3.1 Расчет и проектирование приспособления

В качестве проектируемого приспособления выбраны гидравлические тиски двустороннего действия, которые используются при обработке на 005 Фрезерноцентровальной операции. [2] [19]

Для расчёта силы зажима и выбора силового привода нужно определить силы резания, действующие на деталь при обработке. В расчётных формулах при определении силы зажима учитываются все силы, возникающие при резании. Эти силы схематично изображены на рисунке 4.

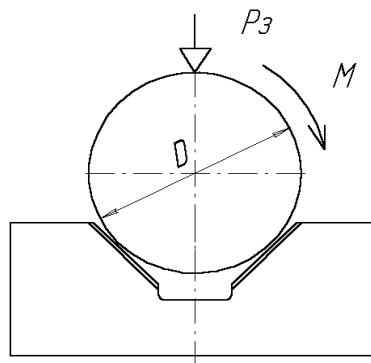


Рисунок 4 - Схема зажимной силы и момента, действующих, при обработке

Описание конструкции приспособления

Чертеж спроектированного станочного приспособления представлен на чертеже в графической части работы.

Тиски гидравлические предназначены для закрепления заготовки при обработке на фрезерноцентровальном станке.

Быстрая настройка на размер осуществляется передвижением установочной губки 5 с закрепленной на ней призмой 4 вдоль зубчатой рейки 7. Губка жестко фиксируется наклонным зубом 6. При подаче сжатого воздуха в рабочую полость цилиндра поршень 8 перемещается вниз,

поворачивает рычаг 1, который, воздействуя на губку 2, зажимает деталь призмой 3.

Расчёт и конструирование станочного приспособления для 005 операции.

Усилие зажима определяется по формуле (2)

$$P_3 = (K \times M) / [(f_{3M} \times D / 2) + (D \times f_{OP} / (2 \times \sin(\alpha / 2)))] \quad (2)$$

где K - коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку;

M - момент, возникающий при обработке;

f_{3M} , и f_{OP} - коэффициенты трения в местах контакта заготовки с зажимным механизмом и опорами соответственно;

D - диаметр заготовки;

α - угол установочной призмы. [23]

Тогда:

$$P_3 = 2,88 \times 105 / [0,16 \times 0,016 + 0,16 \times 0,032 / (2 \times \sin 90^\circ / 2)] = 115 \text{ кН}$$

Усилие на штоке пневмоцилиндра двустороннего действия рассчитывается по формуле (3)

$$Q = P_3 \times l / (l_1 \times \eta), \quad [12, \text{ с. } 195] \quad (3)$$

где η - коэффициент, учитывающий потери от трения в передающем кулачке, [12, с. 195];

l , l_1 - габаритные размеры прижима относительно оси (согласно чертежа)

$$Q = 115000 \times 0,045 / (0,08 \times 0,8) = 80,85 \text{ кН}$$

Схема прилагаемых сил показана на рисунке 5. [22]

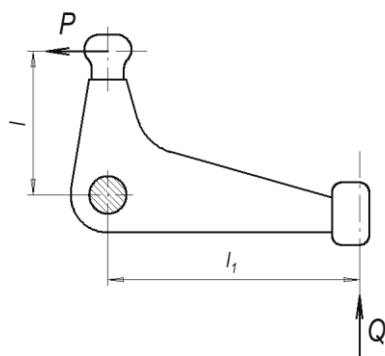


Рисунок 5 - Усилия, действующие в приспособлении

Рассчитаем диаметр пневмоцилиндра (поршня) по формуле (4)

$$D = 0,7 \times \sqrt{Q} \quad (4)$$

Тогда:

$$D = 0,7 \sqrt{80850} = 120 \text{ мм}$$

3.2 Проектирование инструмента

На шлифовальной операции 50 применяется шлифовальный круг 91AF60L7V 35 м/с.

1. Марка абразивных зерен- 91А- сложнолегированный электрокорунд
2. Зернистость – 25 по ГОСТ 52781-2007
3. Индекс зернистости- F60 (для диапазона 25-16 с 45% основной фракции)
4. Твердость –L – средняя
5. Структура – 7 – средняя
6. Связка- V-керамическая
7. Принимаем тип круга –1- ПП (плоский прямой)
8. Принимаем класс круга- А

9. Допустимая окружная скорость – 35 м/с (обычное шлифование)

Маркировка полной характеристики круга:

1- 250x50x14 91AF60L7V 35 м/с

Общий вид круга показан на рисунке 6. [21]

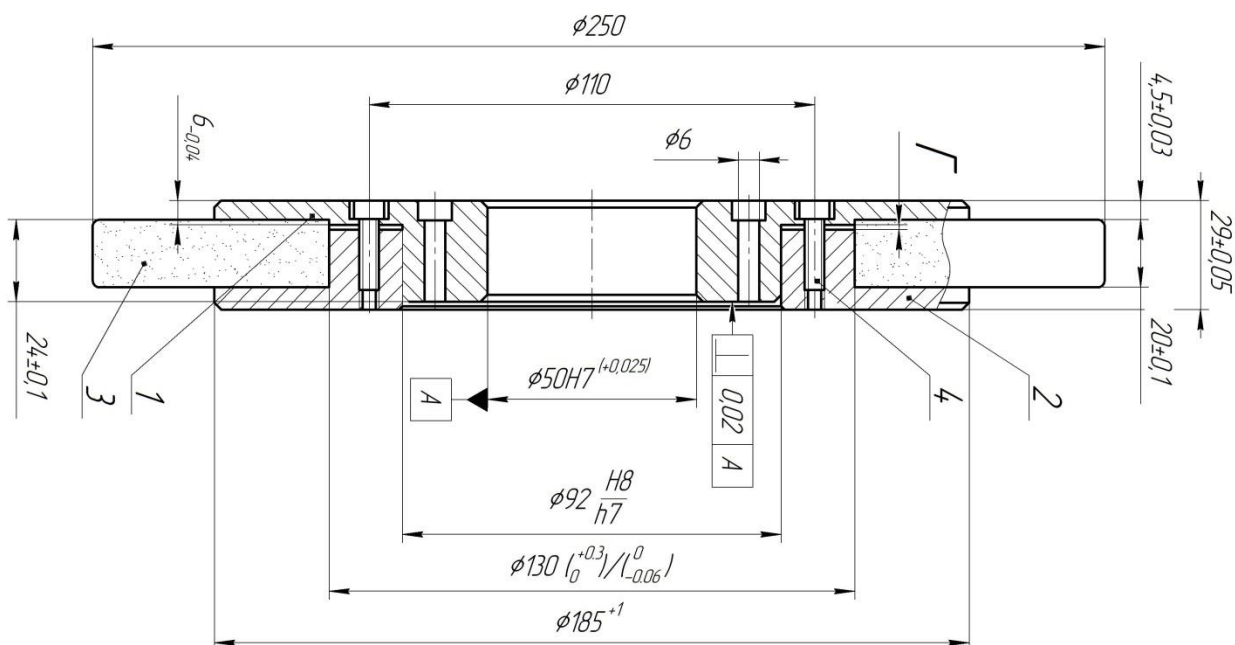


Рисунок 6 – Общий вид круга

3.3 Совершенствование инструмента

Обработка металлов и неметаллических материалов заканчивается с помощью шлифовального круга. Шлифовальный круг, имеющий плоскую поверхность шлифования (или плоскую шлифовальные дорожки), используется для обработки плоскости и образующих колеса, имеющего неплоские (специальные формы) лицевые поверхности, для чего используется специальное шлифование краем шлифовального круга.

У шлифовального круга имеются два важных показателя - эффективность измельчения и деформация шлифовальной поверхности,

которые используются для оценки производительности шлифовального круга.

Большое количество тепла и отходов шлифования производится в процессе шлифовки шлифовальным кругом, так что шлифовальный круг должен быть охлажден во время обработки (плоского шлифования и специального фигурного шлифования). Способ охлаждения включает в себя подачу охлаждающей воды путем охлаждения механизма шлифовального станка и позволяет охлаждающей воде, чтобы действовать на шлифовальной поверхности. Охлаждающая вода способна охлаждать обрабатываемую поверхность заготовки, а также удалять большинство отходов. Скорость охлаждения и удаления отходов непосредственно влияют на качество и эффективность обработки.

Станок содержит внешнее охлаждение шлифовального станка и внутреннее охлаждение станка в соответствии с разницей в режимах охлаждения.

Механизм внешнего охлаждения шлифовального станка имеет простую структуру и в основном включает в себя охлаждающий трубопровод, соединенный с источником давления. Трубы охлаждения установлены рядом с рабочим столом. Охлаждающая жидкость истекает из охлаждающей трубы и непосредственно действует на обрабатываемые поверхности заготовки, однако, охлаждающая жидкость быстро удаляется от обрабатываемой поверхности заготовки под действием центробежной силы при вращении шлифовального круга. Кроме того, рабочая поверхность плотно прикреплена к заготовке во время шлифования, и чипы, полученные в измельчении, образуют стойкий слой против хладагента, так что охлаждающую жидкость на самом деле трудно ввести рабочую поверхность во время обработки, но только функции в охлаждении шлифовального круга до и после измельчения.

Внутреннее охлаждение реализуется, если станок снабжен шлифовальным кругом, имеющим внутреннее средство охлаждения. Хладагент может непосредственно воздействовать на рабочую поверхность

шлифования. Как правило, охлаждающий эффект от режима внутреннего охлаждения лучше, чем в режиме внешнего охлаждения.

Устройство внутреннего охлаждения шлифовального круга выполнено с впускным отверстием для воды, расположенным по оси отверстия основания, соответственно выход воды из вращающегося вала шлифовального круга осуществляется внутри шлифовального станка. Шлифовальный круг снабжен (небольшое количество) водяными каналами, расположенными на поверхности основания, и (небольшое количество) отверстиями для выпуска воды на шлифовальном круге. Хладагент поступает в канал вращающегося вала для установки шлифовального круга. Хладагент поступает далее в впускное отверстие в осевой канал шлифовального круга через выход воды из вращающегося вала, проходит через водные каналы и действует на рабочей поверхности после того, как выбрасывается из каналов шлифовального круга.

Кроме того, только специальный шлифовальный круг, имеющий охлаждающую структуру, пригоден для шлифовального станка с внутренним охлаждением, что приводит к увеличению комплексных расходов на обработку.

В случае, если применяется общий шлифовальный круг, используемый в шлифовальных станках с наружным охлаждением и внутренним охлаждением шлифовального круга по современной технологии, определяет, что последовательность, длину и количество выбросов частиц абразивного материала. Тем не менее, скорость нагнетания и количество выбросов частиц обрабатываемого и абразивного материала непосредственно влияет на качество и эффективность обработки. Учитывая трудность полного удаления стружки, качество и эффективность обработки уменьшается. Это является ключевым фактором, ограничивающим эффективность работы шлифовального круга.

В случае неплоской формы шлифуемой поверхности, учитываются соответствующие требованиям к состоянию заготовки, подлежащей

обработке. Окончательное формирование формы заготовки обусловлено, в частности, дугообразной или другой геометрической формой, например правильной геометрической формой или неправильной геометрической формой, образованной прямыми линиями, дугообразными или криволинейными линиями.

Для заготовки специальной формы предусмотрен припуск на шлифуемых поверхностях. Предусмотренный припуск может не совпадать с формой шлифуемой поверхности, но в большинстве случаев геометрическая форма припуска на механическую обработку относительно регулярной (обычно квадратной) формы и заготовки является равномерной. В процессе обработки, в частности, на различных позициях в осевом направлении и специальных формах поверхности шлифовального круга, вероятно, не эквивалентны и даже имеют несколько различий, тем не менее, износ материала шлифовального круга должен быть равномерным. Таким образом, различные степени износа в местах с соответствующей обработкой и различными осевыми положениями специальной формы шлифовальной поверхности шлифовального круга, деформация специальной формы шлифовальной поверхности с последующим специальным использованием шлифовального круга могут происходить, требуя восстановления или замены в результате отказа.

Ввиду вышеописанных проблем, одна задача состоит в создании недеформируемого и высокоэффективного долговечного шлифовального круга, который имеет повышенную антидеформирующую способность, улучшенные свойства в отношении равномерного и непрерывного удаления продуктов износа и охлаждения.

Другой задачей и техническим результатом является обеспечение эффективного охлаждения при работе шлифовального станка для уменьшения деформаций шлифовального круга и обеспечения, тем самым, сохранения формы, а также расширение возможностей и снижение

трудоемкости для контроля состояния и оперативной замены абразивного кольца.

Сущность решения заключается в том, что шлифовальный круг содержит основание, состоящее из опорной пластины с центральным отверстием для установки на вал и кольцевой прижимной пластины, соединенных посредством болтов, установленных в опорных втулках между указанными пластинами, а также абразивное кольцо, закрепленное между пластинами основания, установленными с образованием кольцевого канала для впуска хладагента и кольцевой полости для заполнения хладагентом, соединенной с выполненными по наружной поверхности абразивного кольца отверстиями для выпуска хладагента.

Предпочтительно, опорная пластина основания выполнена с центральным кольцом, в котором выполнено упомянутое центральное отверстие для установки на вал, а кольцевая прижимная пластина - с отверстием, имеющим диаметр больше наружного диаметра центрального кольца опорной пластины, и образующим вокруг центрального кольца упомянутый кольцевой канал для впуска хладагента.

Предпочтительно, абразивное кольцо выполнено с кольцевым желобом на наружной поверхности. Предпочтительно, опорная пластина и прижимная пластина выполнены с одинаковым наружным диаметром и с внутренними проточками по периферии, образующими кольцевую канавку, в которой упомянутое абразивное кольцо закреплено с помощью клея.

Предпочтительно, абразивное кольцо выполнено с равномерно расположенными вдоль наружной поверхности сквозными радиальными отверстиями круглой или овальной формы для выпуска хладагента.

На рисунке 7 приведен общий вид - объемное изображение шлифовального круга; на рисунке 8 приведена структурная схема внутренней части шлифовального круга. На рисунке 9 изображена диаграмма, показывающая распределение по области выработки шлифовальной поверхности специальной формы в виде кольцевого желоба, в котором,

осевая ширина области обработки несущественно больше, чем толщина обработки детали. На рисунке 10 изображена диаграмма, показывающая распределение по области переработки на шлифовальной поверхности в виде кольцевого желоба, в котором осевая ширина обработки области меньше толщины обработки детали. На рисунке 11 изображена схема, показывающая поверхность заготовки, обрабатываемой с помощью кольцевого желоба.

На чертежах используются следующие цифровые позиции: основание 1, опорная пластина основания 1-1, кольцевая прижимная пластина 1-2, абразивное кольцо 2, отверстия 2-1, поверхность обработки 2-2, кольцевой канал на входе 3, опорные втулки 4, кольцевая полость 5, болты 6, центральное кольцо 7 и заготовка 8.

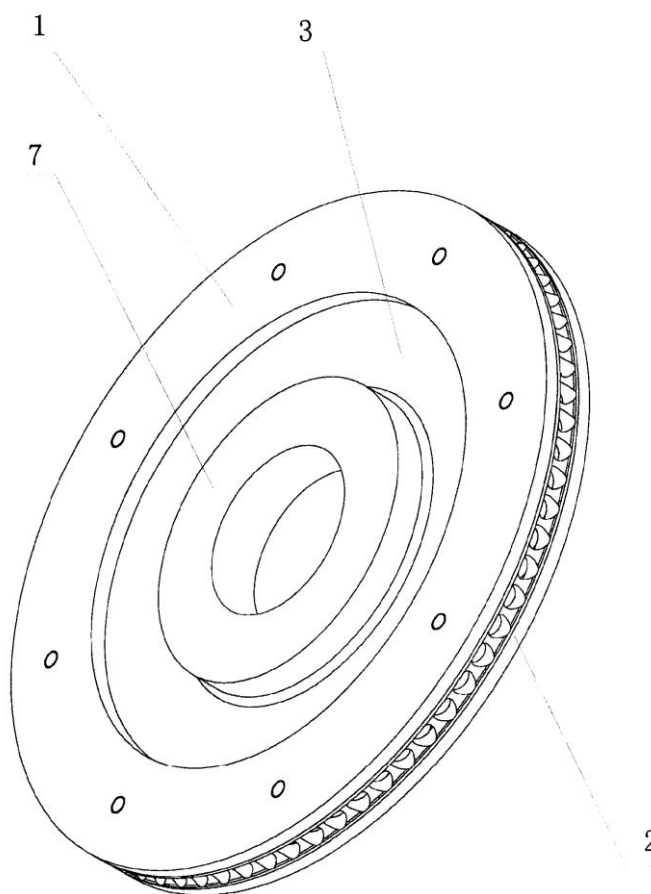


Рисунок 7 – Объемное изображение шлифовального круга

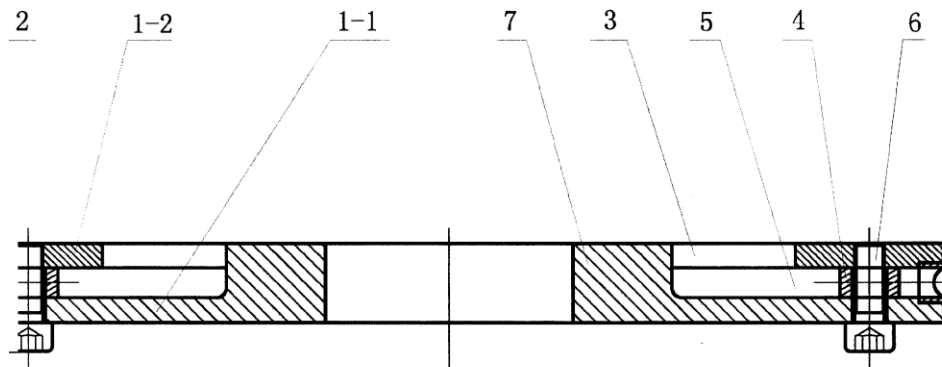


Рисунок 8 – Структурная схема внутренней части шлифовального круга

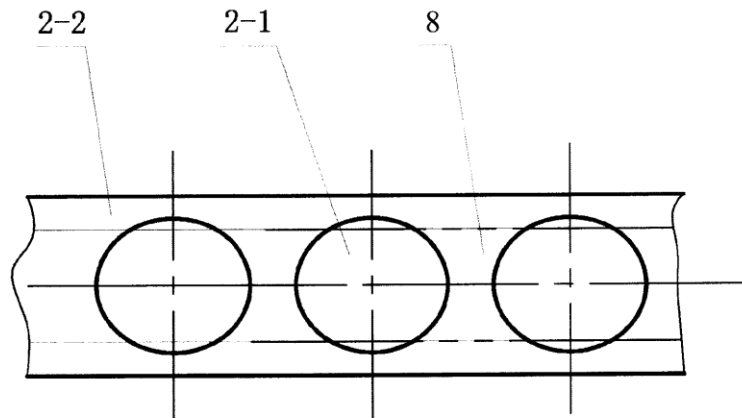


Рисунок 9 – Диаграмма выработки шлифовальной поверхности

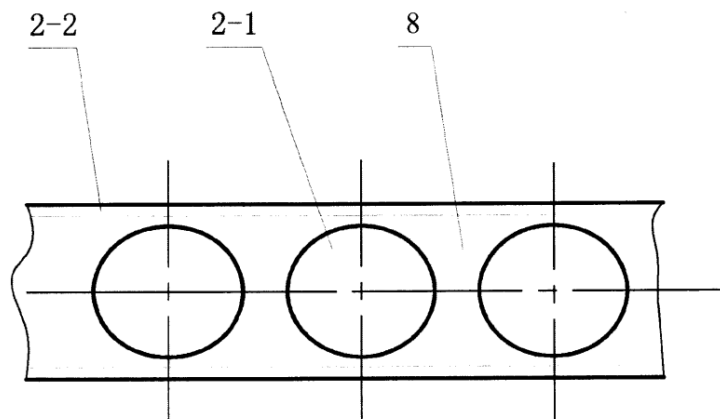


Рисунок 10 – Диаграмма переработки шлифовальной поверхности

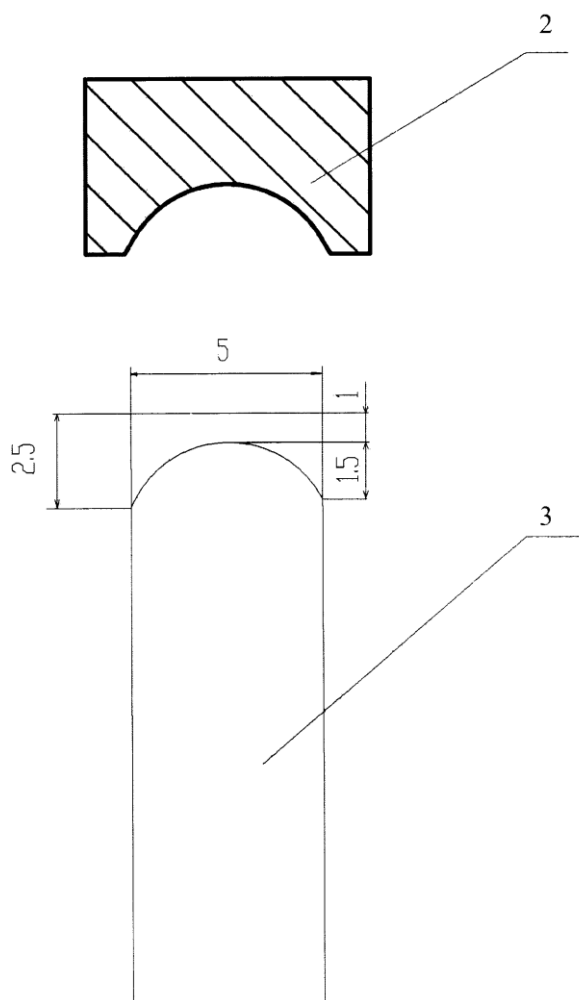


Рисунок 11 – Схема, показывающая поверхность заготовки, обрабатываемой с помощью кольцевого желоба

Шлифовальный круг, содержащий корпус 1, состоящий из основания в виде пластины 1-1 с центральным отверстием для установки на вал и кольцевой прижимной пластины 1-2, соединенных болтами 6, установленными в опорных втулках 4 между указанными пластинами 1-1, 1-2, а также абразивное кольцо 2, закрепленное в корпусе 1 между его пластинами 1-1, 1-2, установленными с образованием кольцевого канала 3 для впуска хладагента и кольцевой полости 5 для заполнения хладагентом, соединенной с выполненными по наружной поверхности абразивного кольца 2 отверстиями 2-1 для выпуска хладагента.

Болты (эквивалентно: винты, шурупы, шпильки и т.п.) 6 установлены в резьбовые отверстия, выполненные в прижимной пластине 1-2.

Пластина 1-1 основания выполнена в центральной части с выступающим с одной стороны центральным кольцом 7, в котором выполнено центральное отверстие для установки на вал, и с окружающей кольцо 7 периферийной поверхностью, с одной стороны которой установлены абразивное кольцо 2 и прижимная пластина 1-2, выполненная с отверстием, охватывающим кольцо (ступицу) 7 пластины 1-1 основания с образованием вокруг последней кольцевого осевого канала 3 для впуска хладагента.

Абразивное кольцо 2 может быть составным из нескольких элементов или монолитным и выполнено с кольцевым желобом на наружной поверхности. Пластина 1-1 основания и прижимная пластина 1-2 выполнены с одинаковым наружным диаметром и с односторонними проточками по периферии, установленными навстречу друг другу с образованием кольцевой канавки, в которой с помощью клея установлено абразивное кольцо 2.

Абразивное кольцо 2 выполнено с равномерно расположенными вдоль наружной поверхности 2-2 сквозными радиальными отверстиями 2-1 для выпуска хладагента круглой или овальной формы.

Диаметр внешнего кольца в кольцевой пластине 1-2 равен диаметру окружности пластины 1-1, а диаметр внутреннего отверстия в кольцевой пластине 1-2 больше, чем наружный диаметр ступицы 7 пластины 1-1. Пластины 1-1 и 1-2 разделены с помощью полых опорных втулок 4, равномерно распределенных по окружности пластины 1-1.

Болты 6 вставлены в опорные втулки 4 и аксиально скрепляют пластину 1-1 и пластину 1-2. При этом абразивное кольцо 2 закреплено и соединено (как правило, с помощью клея) внутренней частью, обращенной к окружным кромкам пластин 1-1 и 1-2.

В случае обработки кромки дуги, в качестве примера, шлифовальная поверхность кольцевого желоба абразивного кольца 2 имеет форму дуги и

снабжена круглыми или овальными отверстиями 2-1 для выпуска хладагента (воды), которые проходят по кольцевому желобу и равномерно распределены на шлифующей поверхности. Отверстия 2-1 обеспечивают обработку дугообразной шлифовальной поверхности в области 2-2, контактирующей с заготовкой 8. Количество частиц отверстий 2-1 больше, чем ноль, и меньше, чем 30 в диапазоне длины линии соприкосновения шлифовального кольца 2 и заготовки 8 при обработке шлифовальным кругом. Между тем, в соответствии с длиной окружности при разных осевых положениях в области 2-2 обработки, припуск соответствует положениям заготовки 8. Другими словами, соотношения длин окружности L_n при различных осевых положениях поверхности 2-2 объекта обработки и припусков A_n в соответствующих положениях заготовки 8 эквивалентны (L_n/A_n , L_1/A_1 , L_2/A_2 , L_3/A_3 , ... эквивалентны), тем самым обеспечивая эквивалентный износ (структуру истирания) на дугообразной поверхности шлифовального круга. То есть различные осевые положения шлифовального круга образуют соответствующие длины окружности в области обработки поверхности по припускам, которые должны быть сняты шлифовальным кругом в процессе обработки. Чем больше обрабатываемая часть заготовки 8, тем больше соответствующая общая длина окружности обработки.

Чем меньше обрабатываемая часть заготовки, тем меньше соответствующая общая длина окружности обработки. Припуск и соответствующая общая длина окружности на разных позициях образуют константу пропорциональности C , тем самым обеспечивая эквивалентное истирание и деформацию шлифовального круга специальной формы.

Эквивалентные соотношения, приведенные выше, представляют собой идеальные соотношения. При невысоких требованиях к геометрии заготовки 8, диапазон его относительно велик, или изготовление шлифовального круга является слишком сложным, собственно разница разрешается выбором между константой C и коэффициентов пропорциональности C_n , которой определяется соотношение между значениями длина окружности L_n области

обрабатываемой поверхности, выделенной в различных позициях в осевом направлении шлифовального круга, и припусков A_p в соответствующих положениях заготовки 8. Амплитуда разности константы пропорционального константы C и соотношения C_p удовлетворяет требованиям к показателям допустимой погрешности формы заготовки 8. Кроме того, ошибка формы происходит в области 2-2 обработки объекта из-за производственных погрешностей.

Таким образом, разница между практическим значением соотношения и теоретическим значением соотношения формирует соответствующее отношение, которое является приближенным результатом ошибки формы заготовки 8 и обрабатываемой обработки шлифовального круга. Под действием указанных выше факторов, существуют отклонения от соотношения между общей длиной окружности L_n в различных позициях в осевом направлении и припуском обработки A_p в соответствующих положениях заготовки 8. Чем меньше разброс (дисперсия), тем ближе коэффициент пропорциональности c , тем лучше эффект эквивалентного износа.

Материал заготовки 8 имеет толщину, например, 5 мм, кривизну подъема дуги 1,5 мм, минимальный припуск (что соответствует средней части заготовки в направлении толщины) от 1 мм и максимальному припуску на механическую обработку (соответствующему правой и левой сторонам торцов) 2,5 мм. Таким образом, доля соотношения между припуском в осевом направлении заготовки 8 и общей длиной окружности в соответствующем положении в области 2-2 обработки определяет минимальный припуск, при этом максимальный припуск 1:2,5.

При осевой ширине отверстий 2-1 выхода воды большей, чем ширина обрабатываемой поверхности заготовки 8, формируются микрорасстояния разрывной структуры шлифования или полуразрывной структуры шлифования.

Полунепрерывная структура шлифования имеет гораздо меньшее биение, тем самым являясь оптимальной для обработки изделий, которые имеют высокие требования к развалу краев. При узком и высоком краях требуется, чтобы поперечная ширина выпускного отверстия 2-1 воды была больше, чем ширина поверхности обработки заготовки 8, чтобы сформировать непрерывную структуру шлифования, тем самым устраняя сужение края результате биения.

Шлифовальный круг по изобретению имеет внутреннюю структуру охлаждения и применим для к внешнего охлаждения шлифовального станка. Хладагент (вода) на входе канала 3 охлаждающей воды представляет собой кольцеобразное отверстие, расположенное между пластинами 1-2 и 1-1. Полость 5 между пластинами 1-1 и 1-2 представляет собой область для хранения хладагента (воды) для размещения охлаждающей воды. Отверстия 2-1 соединены с полостью 5 хранения воды.

При использовании шлифовального круга для обработки заготовки, трубы наружного охлаждения шлифовального станка соединяются с кольцеобразным отверстием канала 3 между ступицей 7 опорной пластины 1-1 основания и внутренним диаметром отверстия прижимной пластины 1-2. Охлаждающая вода поступает через кольцевой канал 3 в полость 5 и хранится в ней. Под действием центробежной силы охлаждающая вода из полости 5 хранения воды истекает на шлифовальную поверхность через отверстия 2-1 (круглой или овальной формы сквозных отверстий), тем самым реализуя внутреннее охлаждение заготовки 8. Обработка производится при шлифовке с истечением воды через отверстия 2-1 (круглой или овальной формы) и современно взаимодействует с ней. Если отверстия 2-1 переместить далеко от шлифуемой поверхности, вместе с вращением шлифовального круга, продукты износа равномерно удаляются под действием центробежной силы и потока воды.

Шлифовальный круг обеспечивает своевременное и быстрое удаление продуктов износа от шлифовального круга, тем самым обеспечивая

относительно хорошую высоту абразивных зерен, что способствует улучшению производительности шлифования абразивных зерен и повышению скорости резания с одновременным сохранением формы шлифовального круга. Между тем, поскольку продукты износа быстро удаляются, это способствует эффективности действия охлаждающей воды, отводу тепла, выделяемого при шлифовании из абразивных зерен и в результате трения, присутствие продуктов износа в значительной степени уменьшается, условия работы абразивных зерен улучшаются, условия работы абразивных зерен улучшаются, и срок службы шлифовального круга увеличивается. Кроме того, уменьшение воздействия теплоты трения также направлено на сохранение формы шлифовального круга и является полезным для улучшения качества поверхности заготовки 8.

Специальное использование: обработка шлифовальной поверхности сложной формы усложняется. Для этого она делится на множество секций, и используются множество соответствующих шлифовальных кругов, которые можно рассматривать как суперпозицию многих шлифовальных кругов. Когда два или более двух шлифовальных круга при работе расположены соосно и параллельно, полости 5 (области хранения воды) шлифовальных кругов 1 сообщены друг с другом.

Замена абразивного кольца 2 не представляет трудностей и не требует высокой квалификации, производится путем вывинчивания болтов 6. Техническое решение по изобретению особенно применимо для обработки жестких металлов или неметаллических материалов. Кольцевой желоб 2 шлифовального круга выполнен из сверхтвердого абразивного материала. Область обработки 2-2 с помощью кольцевого желоба абразивного кольца 2 формируется путем одностадийной операции его формирования или комбинацией таких операций.

Спецификация на оснастку приведена: Приложение В – Спецификация, Таблица В.1 – Спецификация, настоящей работы.

4. Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления крышки 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	Отливка в армированный кокиль	Литейщик	Литейная машина	Сталь 20ХН, смазки графитовые
Механическая обработка	токарная	Оператор станков с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ Metalmaster MLM	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
Токарная	<p>«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]</p>	<p>«Токарный станок с ЧПУ Metalmaster MLM, зона резания, зажимные губки патрона, фрезы, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]</p>

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

Таблица 12 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

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

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 шток	Токарный станок с ЧПУ Metalmaster MLM	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 ЦП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 16 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления штока	«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 технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления штока	Токарный станок с ЧПУ Metalmaster MLM	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 штока
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 токарном станке с ЧПУ Metalmaster MLM, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – специальное. Инструмент – фрезы. Применяются материалы: сталь 20ХН, 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 штока (таблица 13). Проводится выбор средств

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

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления штока 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 крышки и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.» [7]

5 Экономическая эффективность работы

Основной задачей данного раздела является экономическое обоснование разработанного технологического процесса.

Для выполнения данной задачи необходимо проанализировать разработанный технологический процесс. Основываясь на подробном описании этого технологического процесса в предыдущих разделах бакалаврской работы, на рисунке 12, представлено краткое его описание.

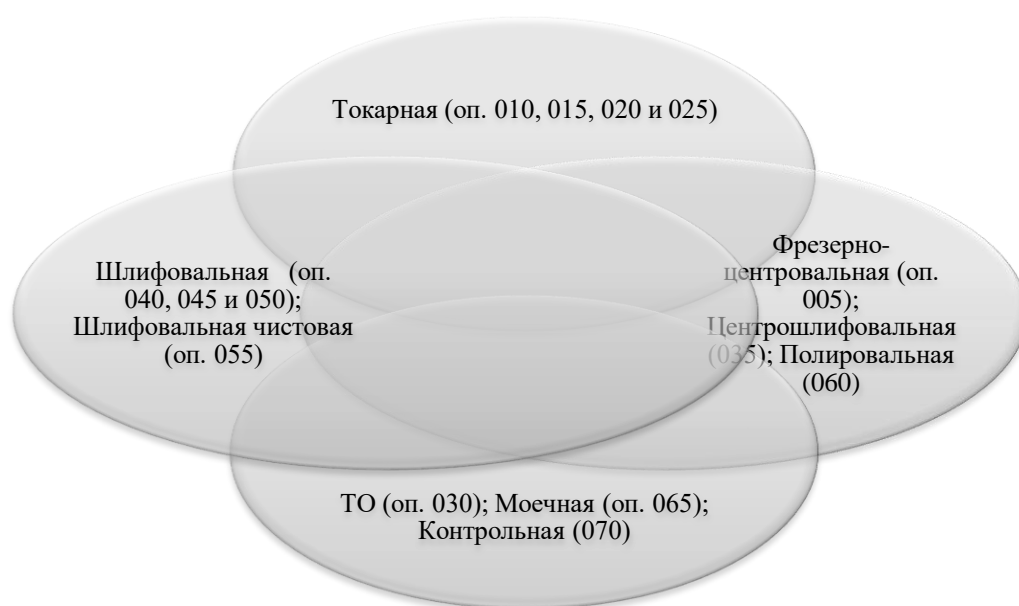


Рисунок 12 – Краткое описание технологического процесса изготовления штока привода патрона

На рисунке 11 представлены номера операций технологического процесса изготовления штока привода патрона и их названия.

Чтобы дать компетентное заключение по разработанному технологическому процессу, необходимо воспользоваться определенными материалами и информацией, которые позволят сделать необходимый вывод. Более детальное описание материалов и информации представлено на рисунке 13.

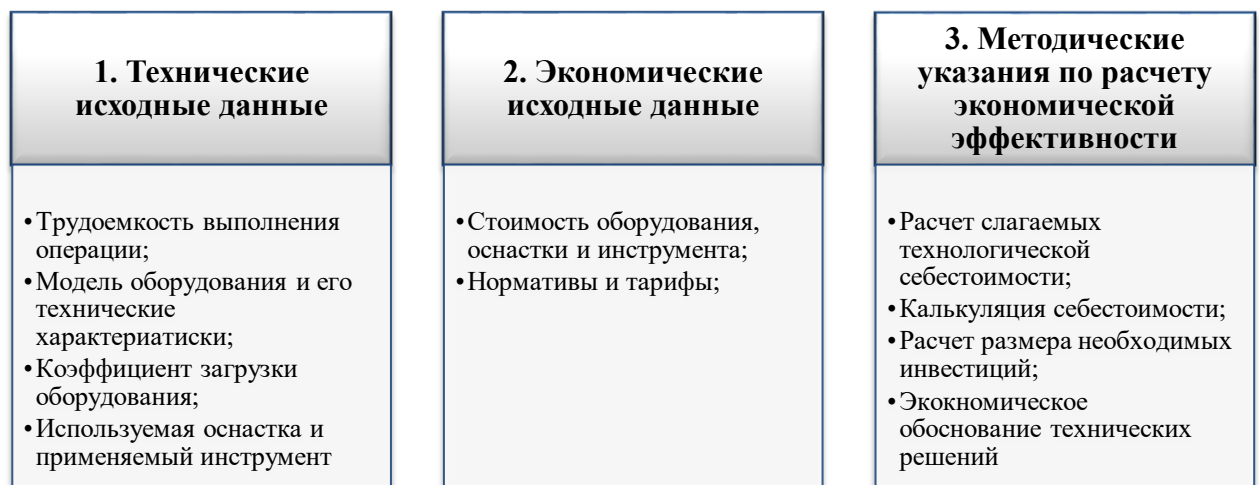


Рисунок 13 – Детальное описание материалов и информации, необходимых для проведения соответствующих экономических расчетов

Информация и материалы, представленные на рисунке 12, описывают совокупность необходимых данных для проведения всех соответствующих расчетов. А также показывают направление на источник, для этой информации, а именно:

– технические исходные данные – это тот материал, который можно найти в технической части бакалаврской работы. При разработке технологического процесса описывают используемое оборудование, оснастка и инструмент, рассчитывается трудоемкость выполнения предложенных операций и коэффициент загрузки этих операций. Естественно оборудование подбираю исходя из серийности производства, которые напрямую зависит от программы выпуска изделия. Что касается технических параметров используемого оборудования, то это общедоступная информация из справочной литературы.

– экономические исходные данные – это стоимостные значения оборудования, оснастки и инструмента, т.е. его цена, тарифы на энергоносители, тарифные ставки по оплате труда и всевозможные экономические коэффициенты. Эти данные, как правило, предоставляются предприятиями, соответствующими министерствами и регулируются

правительством РФ.

– методические указания по расчету экономической эффективности – это методики по расчету всех необходимых экономических показателей. По их значениям можно сделать вывод о необходимости внедрения или, наоборот, об отказе вкладывать денежные средства в данный проект. Зная методику и используя соответствующее программное обеспечение, например такое, как Microsoft Excel, можно рассчитать все итоговые показатели и сделать заключение.

Если первые два пункта: технические и экономические исходные данные, это только источники информации, а вот третий – является объектом пристального внимания. Поэтому, далее будут представлены результаты расчетов всех необходимых экономических показателей, по результатам которых будут сделаны выводы, на которые и нацелен данный раздел.

На рисунке 14 представлены значения всех слагаемых технологической себестоимости, которая является основой для всех дальнейших расчетов.

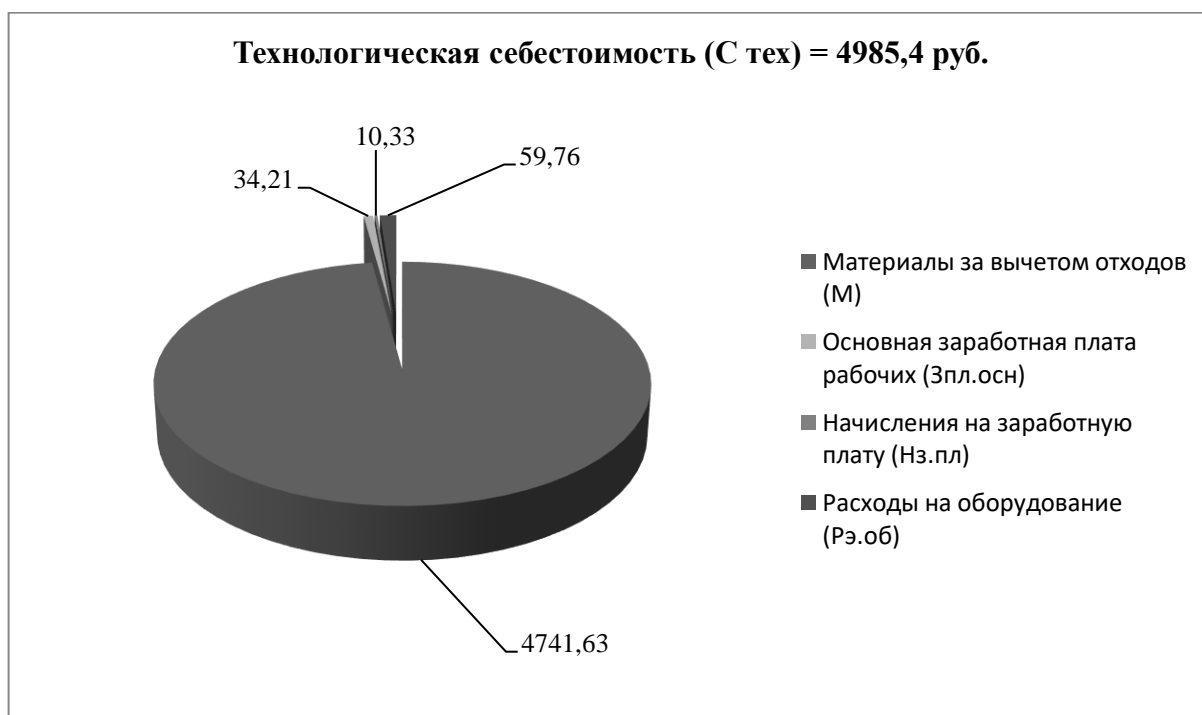


Рисунок 14 – Величина технологической себестоимости изделия по разработанному технологическому процессу, руб.

Основываясь на значениях рисунка 11 необходимо составить диаграмму долей слагаемых технологической себестоимости, которая представлена на рисунке 15.

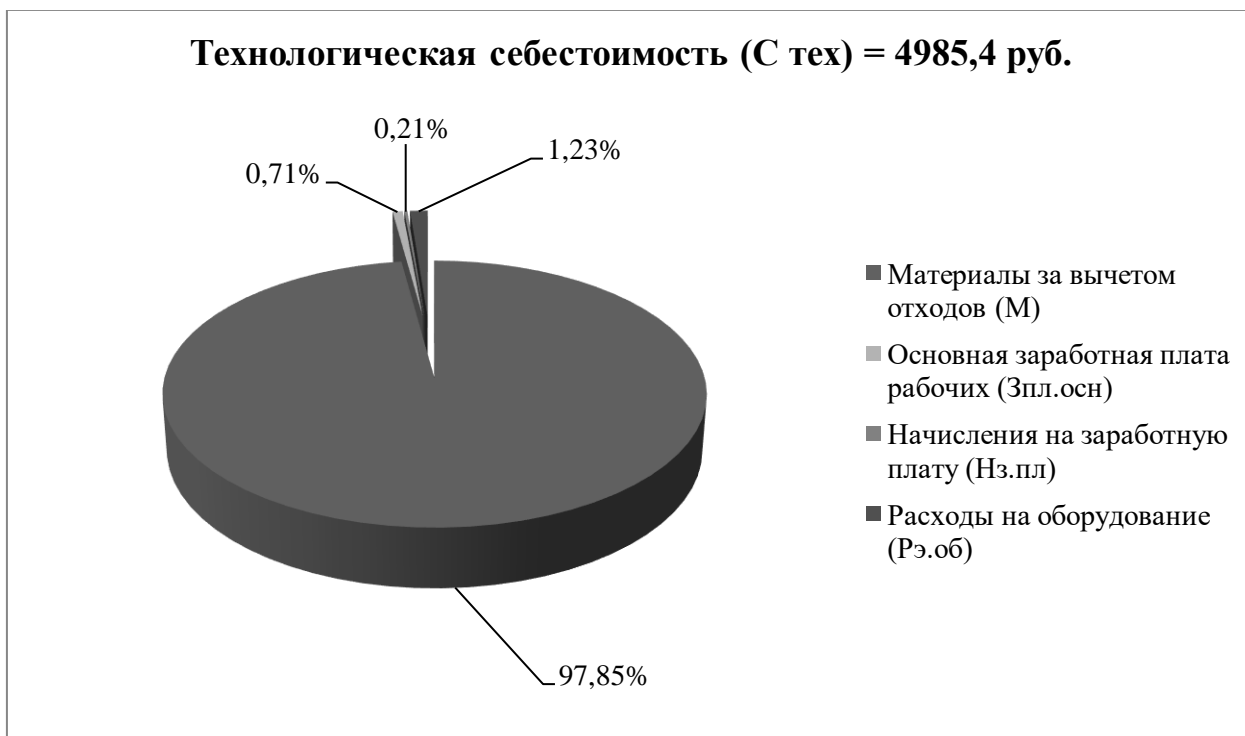


Рисунок 15 – Доли слагаемых технологической себестоимости изделия по разработанному технологическому процессу, %.

Из рисунка 14 видно, что максимальное влияние на величину технологической себестоимости оказывает такой показатель, как материалы за вычетом отходов (М), его доля в общем объеме составляет 97,85%. Такая весомость указанного значения объясняется тем, что масса производимого изделия составляет 16,57 кг, а стоимость материала 269,96 руб./кг.

Продолжая использовать методические указания, согласно п. 3 на рисунке 12, и программное обеспечение Microsoft Excel, можно рассчитать итоговые показатели экономического расчета. На рисунке 16 представлены наиболее значимые итоговые показатели, по которым формируется вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления штока привода патрона.

Общие капитальные вложения в разработку технологического процесса

• $K_{общ} = 5396844,43$ руб.

Чистая прибыль при изготовлении изделия

• $\Pi_{чист} = 9970800$ руб.

Срок окупаемости капитальных вложений

• $T = 1$ год

Чистый дисконтируемый доход или интегральный экономический эффект

• $\text{Эинт} = 794237,9$ руб.

Индекс доходности

• $\text{ИД} = 1,15$ руб./руб.

Рисунок 16 – Значения итоговых показателей экономического расчета

Учитывая, представленные на рисунке 16 данные, можно сделать вывод об эффективности предлагаемых совершенствований, т. к. экономический эффект в результате расчетов получился положительным.

Заключение

В ходе выполнения бакалаврской работы были решены следующие основные задачи, позволившие разработать технологический процесс изготовления детали. А именно, произведено:

- определение функционального назначения детали;
- анализ назначения отдельных элементов детали (поверхностей);
- всесторонний анализ технологических параметров, формирующий особенности по организации производства;
- выполнен чертеж детали.
- определены стратегические особенности технологии изготовления детали, на базе массовых и количественных характеристик;
- разработка последовательности технологических методов воздействия на свойства и размеры детали, представление его в работе в виде подробного плана по обработке;
- спроектирован и определен исходный полуфабрикат для изготовления детали, разработан его чертеж;
- определение оптимального оснащения технологии необходимыми типами оснастки и инструмента;
- определение параметров отдельных операций, исходя из представленной в литературе информации, выполнение чертежей наладок.
- в соответствии с принятыми методиками выполнена разработка зажимной оснастки, выполнен ее чертеж;
- в соответствии с принятыми методиками выполнена разработка инструмента, выполнен его чертеж.
- определены опасности;
- определены меры безопасности, определены технических средств реализующих данные меры.

Заключительной задачей для достижения цели являлось обоснование эффективности предложенной технологии по методологии определения

экономической эффективности.

В ходе работы широко использовались различные специальные инженерные программы, которые наилучшим образом способствуют улучшению качества и повышению производительности работы. Например, для выполнения графической части использовалась программа «Компас» компании «Аскон», которая является ведущим российским и мировым производителем такого рода программ. Для определения режимов обработки использовался специальный калькулятор, который является программным продуктом компании «Sandvik Coromant», которая является одним из основных производителей инструмента и оснастки для технологического оборудования во всем мире.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления крышки с минимальной себестоимостью 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.: 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 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 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.

13 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.

14 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.

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 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).

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.

Приложение В

Спецификация

Таблица В.1 – Спецификация

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
							A2								
											<u>Документация</u>				
											<u>Сборочный чертёж</u>	1			
											<u>Сборочные единицы</u>				
											<u>Детали</u>				
									1		Рычаг	1			
									2		Подвижная гудка	1			
									3		Призма	1			
									4		Призма	1			
									5		Установочная гудка	1			
									6		Зуб наклонный	1			
									7		Рейка зубчатая	1			
									8		Поршень	1			
									9		Основание	1			
									10		Корпус	1			
											<u>Стандартные изделия</u>				
									11		Винт М8-6dх16.109.05 ГОСТ 11738-84	5			
							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
							Разраб.	Массарова				Лит.		Лист	Листов
							Проб.	Воронов				а			1
							Н.контр.	Воронов				ТМбд-1702б			
							Утв.	Логинов				Копировал			
													Формат А4		