



## Аннотация

Технологический процесс изготовления вала рубочного механизма. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2023.

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

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

В выпускной квалификационной работе:

- проведен анализ исходных данных из задания на бакалаврскую работу;
- установлена и выбрана стратегия типа производства;
- установлен метод и спроектирована заготовка;
- разработаны технологические методы обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- установлены рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;
- установлены параметры обработки на операциях техпроцесса;
- разработаны чертежи, с использованием специальных программных средств;
- рассчитано и сконструировано приспособление, и режущий инструмент;
- определены показатели и мероприятия по безопасности технологического процесса;
- проведён расчет показателей экономической эффективности от предложенного технологического процесса;

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 50 страниц, содержащую 16 таблиц, 9 рисунков, и графическую часть, содержащую 7,5 листов.

## **Annotation**

The technological process of manufacturing the shaft of the chopping mechanism. Bachelor's work. Togliatti. Togliatti State University, 2023.

The bachelor's thesis presents the technology of shaft manufacturing for medium-scale production conditions.

Keywords: part, workpiece, processing route, processing plan, technological equipment, processing modes, device, tool, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency.

In the final qualifying work:

– the analysis of the initial data from the assignment for the bachelor's work was carried out;

- a production type strategy has been set and selected;

- the method is established and the workpiece is designed;

- technological methods of part processing have been developed based on dimensional, precision and mass characteristics;

- establishment of rational means of equipment, technological methods of part processing;

- the processing parameters are set for the operations of the technical process;

- drawings have been developed using special software tools;

– the device and the cutting tool are calculated and constructed;

- indicators and measures for the safety of the technological process are determined;

– the calculation of economic efficiency indicators from the proposed technological process was carried out;

The bachelor's thesis contains an explanatory note in the size of 50 pages, containing 16 tables, 9 figures, and a graphic part containing 7.5 sheets.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
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.....	10
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	13
2.4 Выбор СТО.....	19
2.5 Разработка технологических операций.....	22
3 Расчет и проектирование оснастки.....	24
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	24
3.2 Проектирование инструмента.....	26
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	28
5 Экономическая эффективность работы.....	34
Заключение.....	39
Список используемых источников.....	41
Приложение А Маршрутная карта.....	44
Приложение Б Операционные карты.....	46
Приложение В Спецификация.....	50

## Введение

Вал - это механическая деталь, которая обычно имеет круглое поперечное сечение. Он используется для передачи энергии посредством вращения. Он обеспечивает ось вращения для различных механических компонентов, закрепленных на нем, таких как звездочка, шестерни, шкивы, маховики и кулачки. Наконец, он используется для управления геометрией их движения во время вращения.

Вал не следует путать с осью, которая на самом деле по определению является невращающимся элементом, не несущим крутящего момента, и вместо этого используется для поддержки колес и других вращающихся объектов. Автомобильная ось - это не настоящая ось, а по определению вал. При анализе вала можно представить его, в виде статической балки, и выполнить статический анализ на ней. С другой стороны, для определения усталостного напряжения вала также потребуется провести динамический анализ.

Как правило, геометрия вала представляет собой ступенчатый цилиндр. Это поможет расположить компоненты. Это также поможет поддерживать компоненты при возникновении осевого усилия из-за осевой нагрузки. Примером компонента, который может создавать осевую нагрузку, является червячная передача. Выступы на валу будут удерживать деталь только с одной стороны. Если необходимо поддерживать обе стороны, то потребуется добавить стопорное кольцо, распорку или зажим для удержания компонента с обеих сторон. Надежная опора компонента не только способствует выравниванию, но и может помочь уменьшить вибрацию и дребезжание компонента во время его работы.

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

## 1 Анализ исходных данных

### 1.1 Служебное назначение детали

Деталь «Вал», является деталью коробки скоростей рубочного автомата. Деталь в узле базируется по двум цилиндрическим шейкам и торцу. На данной детали «Вал», установлены передающие и вращающиеся механизмы необходимые при рубке заготовок. На двух ступенях и расположен маховик с косозубой шестерней подшипниках скольжения по средствам фланцев закреплённые на валу. Данная деталь приводится в движение за счёт маховика по средству храпового механизма. [22], [26]

Данная деталь изготавливается из стали 40Х. Ее механические свойства следующие:  $\sigma_{0,2}$  - предел текучести условный, составляет 275 МПа,  $\sigma_B$  - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), составляет 570 МПа,  $\psi$  - относительное сужение, составляет 45%, КСЧУ - ударная вязкость, составляет 259 Дж/см<sup>2</sup>, твердость НВ 310±10.

Основной химический состав: углерод - 0.37 - 0.45%, кремний - 0.17 - 0.37%, марганец - 0.2 - 0.5%, хром – 1.%, никель – 0,25%, незначительное количество серы, фосфора, остальное железо. [23]

### 1.2 Классификация поверхностей детали

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

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	2,11,30,32
ВКБ	9,12,15,28,29,31
Исполнительные	16,18,19,21,22,24,25,27
Свободные	остальные

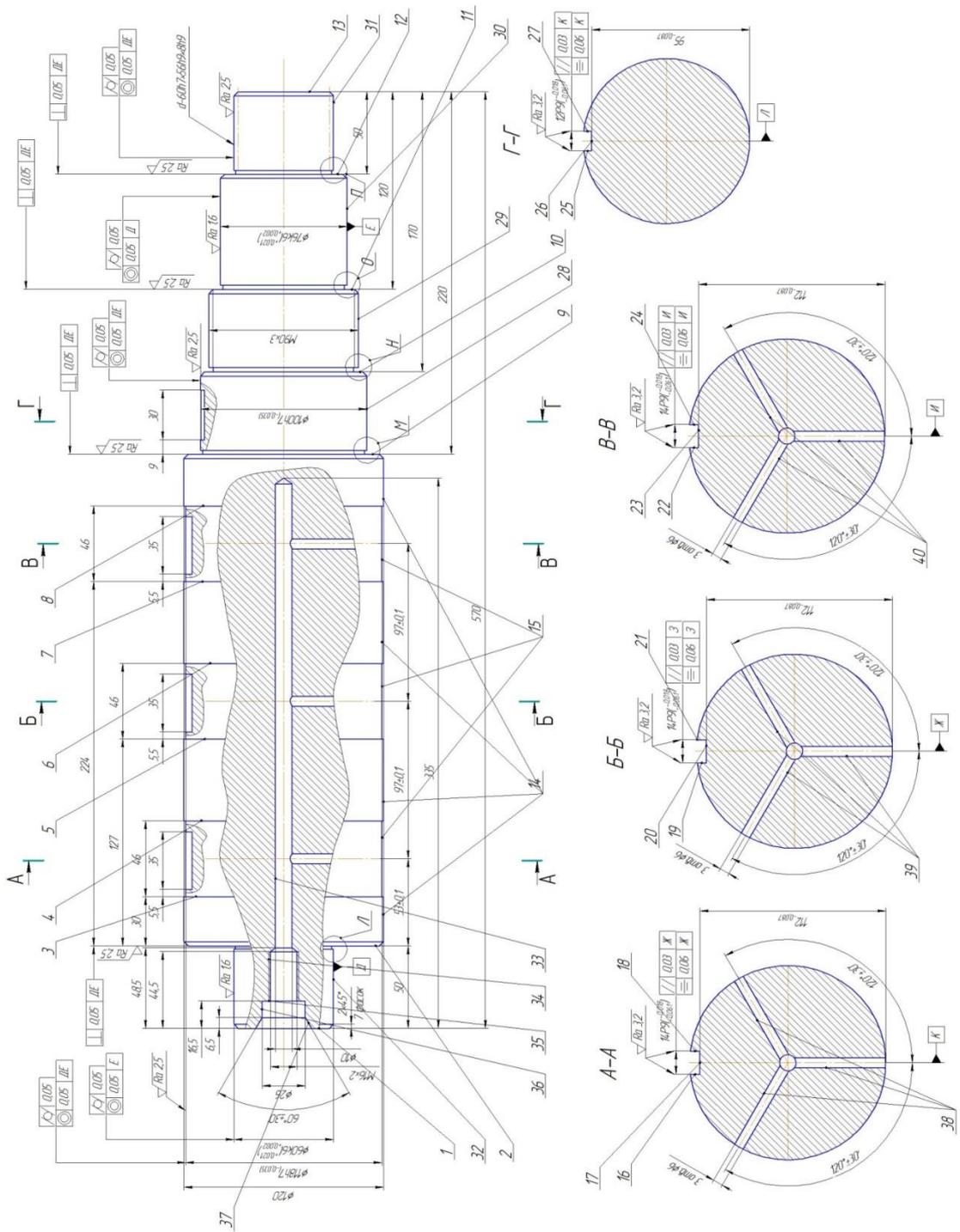


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Вал»

### 1.3 Технологичность детали

Количественные показатели технологичности данной детали показаны ниже в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_{д}/M_{з}$	$K_{и.м.} = 35,9/40 = 0,89$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.}/Q_{э}$	$K_{у.э.} = 32/40 = 0,8$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1/8,25) = 0,87$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 - 1/6,4 = 0,84$

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

#### 1.4 Задачи работы

Достижение цели бакалаврской работы возможно последовательным, поэтапным выполнением ряда задач. Данные задачи, охватывают весь спектр вопросов, проектирования технологии изготовления детали. Причем очень важно соблюдать порядок выполнения задач и подзадач внутри задачи. Типовые способы решения данных задач, представленных ниже, изложены в соответствующей технической литературе, приведенной в разделе «Список используемых источников». Последовательность задач, о которых говорилось выше, можно представить в следующем виде.

Начальная задача исходного анализа данных из задания на бакалаврскую работу, которая содержит в себе ряд подзадач:

- исполнение чертежа детали, с использованием специальных программных средств;
- установление назначения детали;
- классифицирование поверхностей по их назначению в детали;
- установление степени технологичности детали и ее поверхностей по количественным и качественным параметрам.

Следующей задачей, является задача проектирования технологии обработки детали, которую можно разбить на несколько последовательно выполняемых подзадач, а именно:

- установление и выбор стратегии определенного типа производства;
- установление метода и проектирование заготовки;
- исполнение чертежа заготовки, с использованием специальных программных средств;
- разработка технологических методов обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- исполнение чертежа плана обработки, с использованием специальных программных средств;
- установление рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;
- установление параметров обработки на операциях техпроцесса;
- исполнение чертежей наладок, с использованием специальных программных средств.

Третьей задачей, является задача конструирования оснастки, которая содержит в себе ряд подзадач:

- конструирование станочной оснастки;
- исполнение чертежа оснастки, с использованием специальных программных средств;
- конструирование инструмента;
- исполнение чертежа инструмента, с использованием специальных программных средств.

Четвертой задачей, является задача по охране труда, которая содержит в себе ряд подзадач:

- мониторинг и управление опасностями;
- установление мероприятий по безопасности производства.

Последней задачей бакалаврской работы является установление параметров экономической эффективности предложенной технологии.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Выбор типа производства и его стратегии

«Масса и объем выпуска изделия являются главными показателями для определения типа производства. Данный тип определим, по методике [12]. Согласно задания - программа составляет 1000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 35,9 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как среднесерийный.

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели стратегии производства

№	Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
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» [20], [15]

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

Получение заготовки осуществляется штамповкой. Общий вид заготовки представлен на рисунке 2.

1. НВ 165±20

2. Неуказанные штамповочные уклоны: наружные 5 ; внутренние 7.

3. Неуказанные штамповочные радиусы: наружные 2,5 мм; внутренние 3 мм.

4. Точность штамповки: группа стали М2, степень сложности С2, класс точности поковки Т3.

5. Смещение в плоскости разъема штампа не более 0,9 мм.

6. Поверхностные дефекты не более половины величины припуска.

7.///// - технологические базы на первой механической обработке

8.х- х - плоскость разъема штампа

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

Таблица 4 – Определение стоимости заготовки

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [4]	«Масса заготовки, кг» [4]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [4]	«Стоимость механической обработки, руб.» [2]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [6]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [8]
штамповка	35,9	40	95	250	1,4	3670

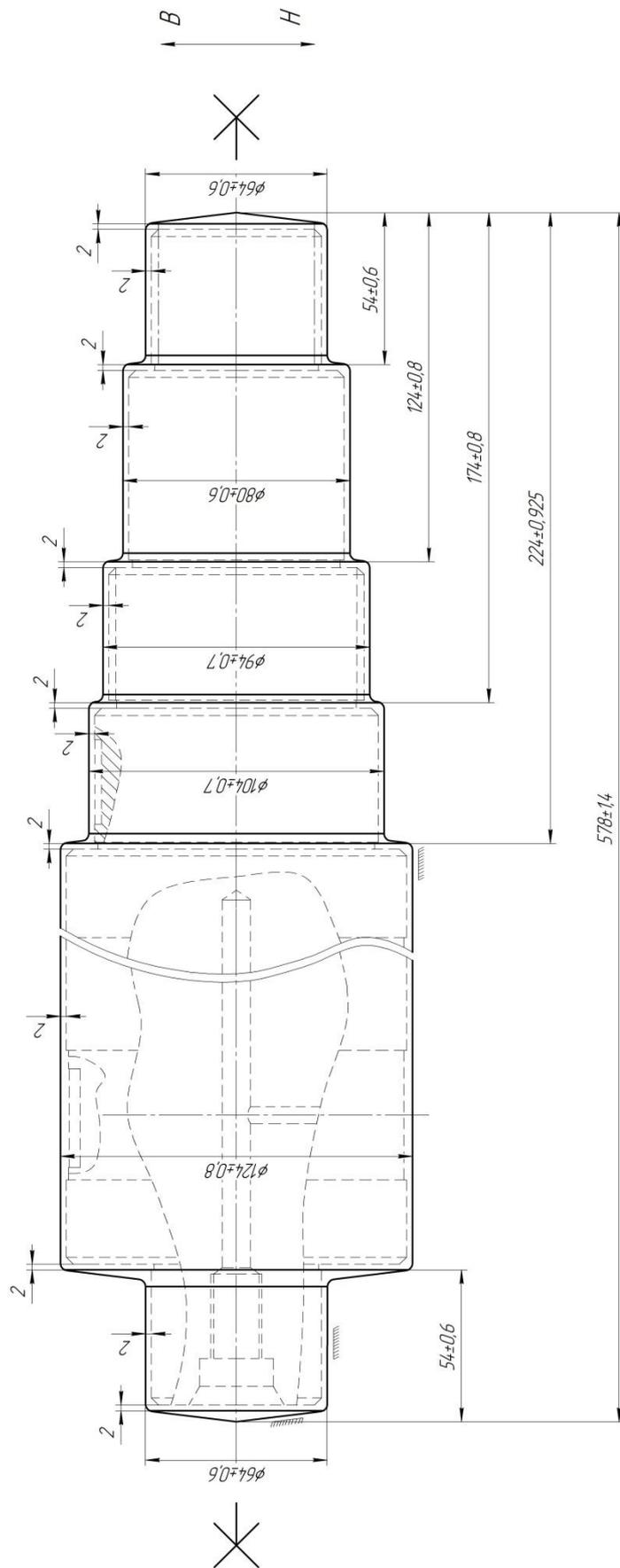


Рисунок 2 – Общий вид заготовки вала

## 2.3 Разработка ТП изготовления детали

Спроектируем маршруты обработки для каждой из поверхностей.

Плоская поверхность 1 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Плоская поверхность 2 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

Плоская поверхность 3 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Плоская поверхность 4 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Плоская поверхность 5 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Плоская поверхность 6 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Плоская поверхность 7 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик

точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Плоская поверхность 8 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Плоская поверхность 9 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

Плоская поверхность 10 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Плоская поверхность 11 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

Плоская поверхность 12 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

Плоская поверхность 13 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Цилиндрическая поверхность 14 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 15 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

Плоская поверхность 16 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 17 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 18 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 19 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 20 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 21 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 22 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 23 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 24 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 25 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 26 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Плоская поверхность 27 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 28 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик

точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

Цилиндрическая поверхность 29 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 30 обладает 6 квалитетом точности, с шероховатостью Ra1,6. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно, затем шлифование начисто.

Цилиндрическая поверхность 31 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

Цилиндрическая поверхность 32 обладает 6 квалитетом точности, с шероховатостью Ra1,6. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно, затем шлифование начисто.

Цилиндрическая поверхность 33 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, сверление, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 34 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик

точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, сверление, после чего термообработка.

Плоская поверхность 35 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 36 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 37 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 38 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, сверление, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 39 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, сверление, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 40 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: штамповка, сверление, после чего термообработка. [9]

Кроме этого, все поверхности детали проходят мойку и контроль. Сведем полученные данные в таблицу 5.

Таблица 5 - Технологический маршрут изготовления детали

№ операции	Наименование операции	Точность (IT)	Ra, мкм
000	Заготовительная	15	Rz=80
010	Токарная	12	12,5
020	Токарная	12	12,5
030	Токарная чистовая	9	6,3
040	Токарная чистовая	9	6,3
050	Сверлильнофрезерная	9	3,2
060	Термическая	-	-
070	Шлифовальная	7	2,5
080	Шлифовальная	7	2,5
090	Шлифовальная	7	2,5
100	Шлифовальная чистовая	6	1,6
110	Моечная	-	-
120	Контрольная	-	-

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

## 2.4 Выбор СТО

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

«Таблица 6 - Выбор средств технологического оснащения»

№ наименования операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование режущего инструмента	Наименование контрольно-измерительного средства
010 Токарная	Токарный станок с ЧПУ FANUC LT	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся, Люнет самоцентрирующийся	Резец вставка для контурного точения с механическим креплением пластины $\phi=930$ , $25 \times 25$ , T15K6	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80
020 Токарная	Токарный станок с ЧПУ FANUC LT	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся, Люнет самоцентрирующийся	Резец вставка для контурного точения с механическим креплением пластины $\phi=930$ , $25 \times 25$ , T15K6	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80
030 Токарная	Токарный станок с ЧПУ FANUC LT	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся, Люнет самоцентрирующийся	Резец вставка для контурного точения с механическим креплением пластины $\phi=930$ , $25 \times 25$ , T15K6. Резец вставка кановочный специальный $25 \times 25$ , T5K10. Резец вставка расточной с механическим креплением пластины $\phi=930$ , $25 \times 25$ , T15K6. Сверло пушечное диаметр 10, с напайными пластинами из твердого сплава T15K10. Метчик машинный M16, P6M5. » [14]	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80

«Продолжение таблицы 6

№ наименования операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование режущего инструмента	Наименование контрольно-измерительного средства
040 Токарная	Токарный станок с ЧПУ FANUC LT	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся, Люнет самоцентрирующийся	Резец вставка для контурного точения с механическим креплением пластины $\phi=930$ , $25 \times 25$ , T15K6. Резец вставка кановочный специальный $25 \times 25$ , T5K10. Резец вставка резьбовой $25 \times 25$ , T15K6.	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80
050 Сверлильно-резерная	Сверлильно-фрезерный станок FANUC LT	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся, Люнет самоцентрирующийся	Сверло, диаметр 6, P6M5K6. Фреза концевая, диаметр 14, P6M5K6. Фреза концевая, диаметр 12, P6M5K6. Фреза концевая специальная, диаметр 8, P6M5K6.	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80; Нутромер микрометрический НМ-75 ГОСТ 10-88
070 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок FANUC LWT	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся, Люнет самоцентрирующийся	Круг шлифовальный 3-600 $\times$ 120 $\times$ 100 93AF90L7B	Микрометр МК-50
080 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок FANUC LWT	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся, Люнет самоцентрирующийся	Круг шлифовальный 3-600 $\times$ 120 $\times$ 100 93AF90L7B	Микрометр МК-50» [14]

«Продолжение таблицы 6

№ наименования операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование режущего инструмента	Наименование контрольно-измерительного средства
090 Шлифовальная	Торцевкруглошлифовальный станок FANUC LWT	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся, Люнет самоцентрирующийся	Круг шлифовальный 3-600×120×100 93AF90L7B	Микрометр МК-50
100 Шлифовальная	Торцевкруглошлифовальный станок FANUC LWT	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующийся, Люнет самоцентрирующийся	Круг шлифовальный 3-600×120×100 93AF90L7B	Микрометр МК-50
110 Моечная	Моечная машина	-	-	-
120 Контрольная	Контрольный стенд, профилограф-профилометр А1 ГОСТ 19299-73	-	-	-» [14]

## 2.5 Разработка технологических операций

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

«Таблица 7 – Нормы времени

№ операции	Наименование операции	Основное время $T_o$ , мин	Значения коэффициента, $\phi$	Штучно-калькуляционное время $T_{штк}$ , мин
010	Токарная	0,89	1,73	1,53
020	Токарная	0,65	1,73	1,12
030	Токарная	1,02	1,73	1,76
040	Токарная	1,17	1,73	2,02
050	Сверлильнофрезерная	2,6	1,4	3,64
070	Шлифовальная	0,32	2,1	0,67» [18]

«Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Основное время $T_0$ , мин	Значения коэффициента, $\varphi$	Штучно-калькуляционное время $T_{штк}$ , мин
080	Шлифовальная	0,21	2,1	0,44
090	Шлифовальная	0,6	2,1	1,26
100	Шлифовальная	0,42	2,1	0,88» [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 Расчет и проектирование оснастки**

#### **3.1 Расчет и проектирование приспособления**

«Задача раздела – спроектировать специальное приспособление – роликовый самоцентрирующий люнет, используемый на всех операциях технологического процесса. Эскиз люнета представлен ниже на рисунке 3.» [2], [19]

Технические характеристики люнета:

1. Ход штока цилиндра 40 мм;
2. Максимальное осевое сжатие пружины 47,73 Н;
3. Максимальная допускаемая нагрузка на ролик за счет пружины 28 Н.

Технические требования к люнету:

1. Неперпендикулярность установочной поверхности относительно оси стойки не более 0,02 мм на длине 100 мм;
2. Смещение оси цилиндров относительно стойки не более 0,02 мм;
3. Погрешность установки люнета на станок не более 0,05 мм;
4. Неуказанные технические требования по ГОСТ 1654-71;
5. Радиальное биение отверстия цилиндра относительно оси штока не более 0,02 мм;
6. Неуказанные предельные отклонения размеров допуска 8-го класса точности;
7. Угол между цилиндрами 3°;
8. Накатывание роликами на обрабатываемой детали не допускается;
9. Материал роликов Х-М59 по ГОСТ 5950-73.



### 3.2 Проектирование инструмента

Общий вид инструмента – пушечного сверла для операции 030 показан ниже на рисунке 4.

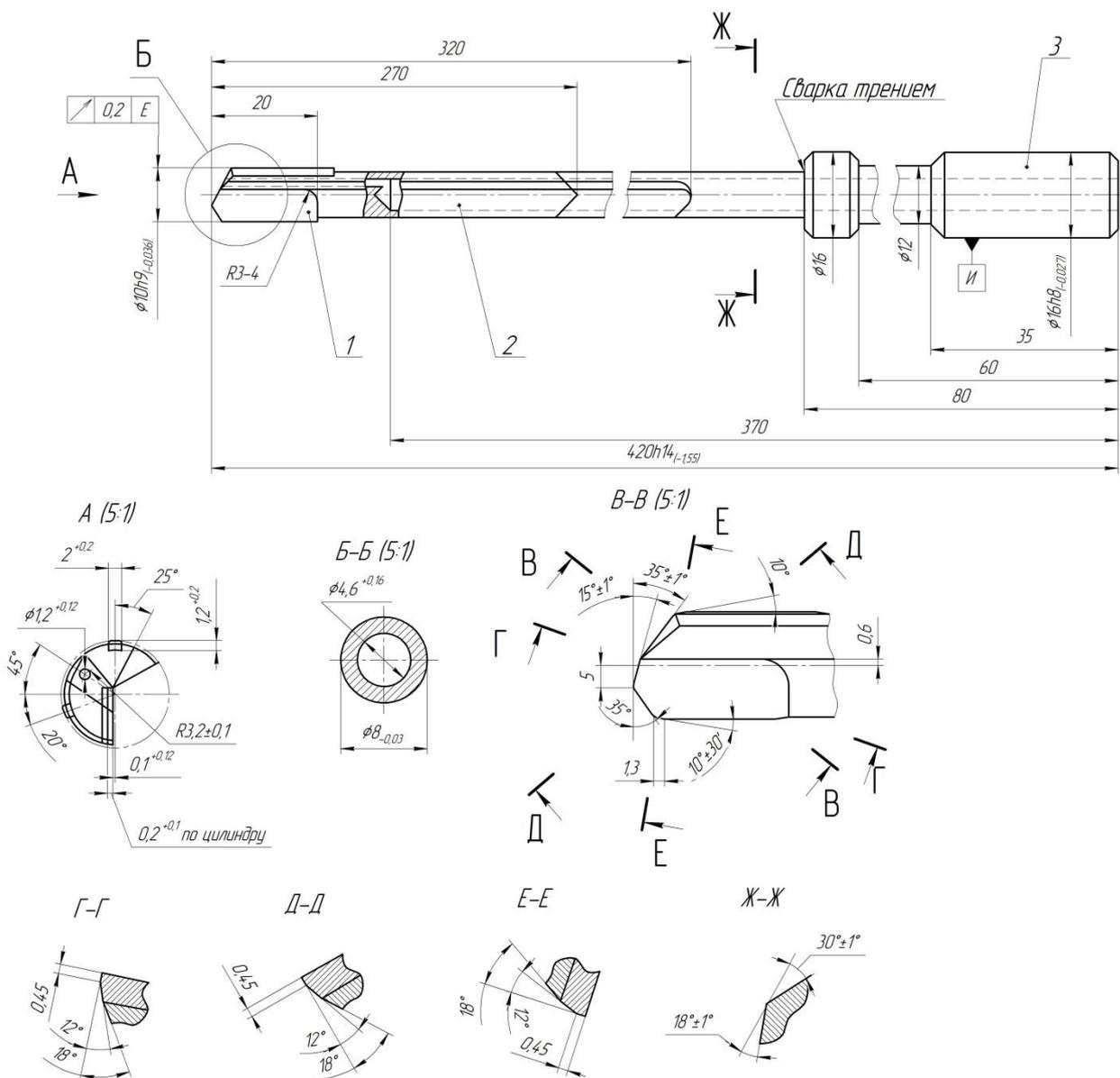


Рисунок 4 – Общий вид инструмента

Основные технические характеристики:

- 1 Материал режущей части сверла - напаянные твердосплавные пластины T15K10 или другой марки по ГОСТ 3882-74;
- 2 Материал рабочей части сверла - сталь ХВГ;
- 3 Материал хвостовой части - сталь 40Х по ГОСТ 4543-71;
- 4 Сверло должно удовлетворять техническим условиям по ТУ 2-035-722-80;
- 5 Неуказанные предельные отклонения размеров по 14 качеству.

«Калибрующая кромка сверла лишена возможности углубляться в металл, и снимает лишь гребешки, она предупреждает увод сверла и расширение отверстия, а также повышает стойкость сверла. Для уменьшения поверхности соприкосновения и повышения эффективного действия охлаждающей жидкости предусмотрены лыски, глубина 0,20 мм. Дно канавки расположено ниже центра на  $h = 0,18$  мм иначе сверло не будет работать, сможет прогнуться или сломаться.» [16], [27]

#### 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 8» [7].

Таблица 8 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Штамповка	Кузнец	Пресс	Сталь 40Х, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарная	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ FANUC LT	Сталь 40Х, СОЖ, ветошь

«В таблице 9 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 9 - 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 9

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Точение	<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>«Токарно-винторезный станок с ЧПУ FANUC LT, зона резания, зажимные губки патрона, резцы, СОЖ, стружка                      Заготовка, инструмент                      Пульт управления станком, смазки                      Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]</p>

Снижение рисков достигается мерами (таблица 10)» [7] .

Таблица 10 – 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 10

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 11 – 14 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 11 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки вала	Токарно-винторезный станок с ЧПУ FANUC LT	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 12 – 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 13 – Средства защиты и пожаротушения

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

Таблица 14 – Средства обеспечения пожарной безопасности

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

Результаты анализа в таблицах 15 и 16. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 15 – 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 вала	Токарно-винторезный станок с ЧПУ FANUC LT	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 16 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

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

«Рассматривается обработка на заготовительной и токарной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на токарно-винторезном станке с ЧПУ FANUC LT, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон. Инструмент - резцы. Применяются материалы: сталь 40Х, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 8)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 9» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 10» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления вала (таблица 11). Проводится выбор средств

пожаротушения (таблица 12, 13), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления вала (таблица 14)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления вала на окружающую среду (таблица 15). 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 16)» [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

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенного технологического процесса.

Для решения поставленной задачи необходимо провести экономические расчеты необходимых параметров описанного в предыдущих разделах технологического процесса.

Краткое описание операций, входящих в предложенный технологический процесс:

- токарные операции– 010, 020, 030 и 040;
- моечная операция – 110;
- контрольная операция – 120;
- сверлильная операция – 050;
- шлифовальные операции, разного рода – 080, 090, и 100.

В предыдущих разделах подробно описано назначенное для выполнения операций оборудование, выбрана оснастка, режущий и измерительный инструмент, а так же рассчитаны нормы времени выполнения всех операций. Техническое оснащение процесса изготовления детали полностью обеспечивает выполнение предъявленных требований к ее качеству. Эта информация считается основополагающей для проведения всех необходимых экономических расчетов, чтобы определить итоговые показатели. К таким показателям относятся:

- величина инвестиций,
- срок окупаемости
- и самый важный – экономический эффект

На рисунке 5 представлены методики, которые позволят грамотно провести экономические расчеты и определить итоговые экономические показатели.

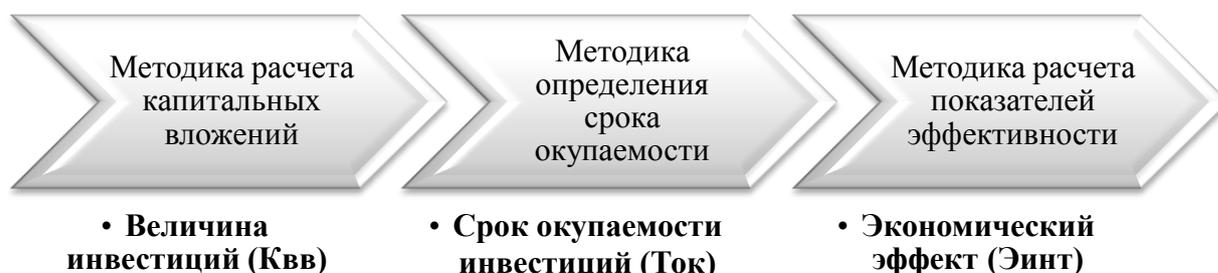


Рисунок 5 – Применяемые методики для определения необходимых итоговых экономических показателей [10]

Используя, описанную на рисунке 5, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций ( $K_{BB}$ ), которая составила 2723920 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в разработанный технологический процесс. На рисунке 6 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

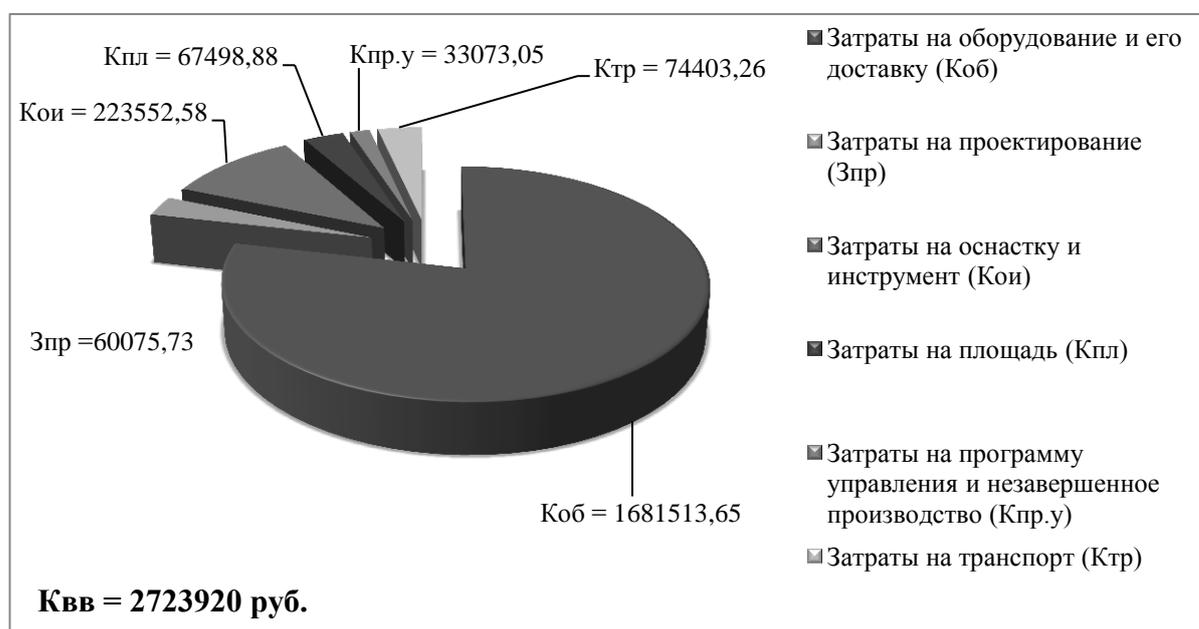


Рисунок 6 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемого технологического процесса, руб.

Анализируя рисунок 7, можно сказать, что затраты на оборудование и его доставку являются самыми существенными, так как их доля составила

79,4% в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 7.

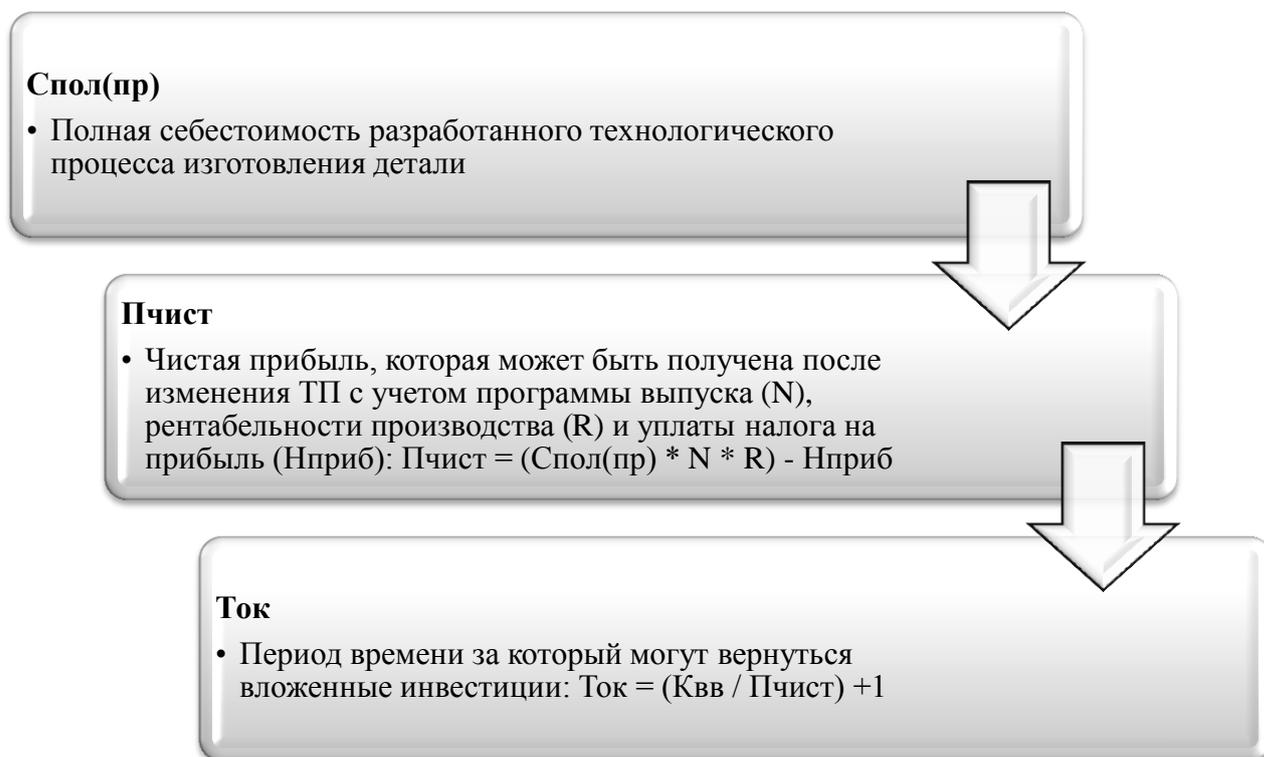


Рисунок 7 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 8, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость разработанных операций.

Результаты расчета полной себестоимости технологического процесса изготовления детали, и ее слагаемых представлены, на рисунке 8. Далее, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения этого процесса.

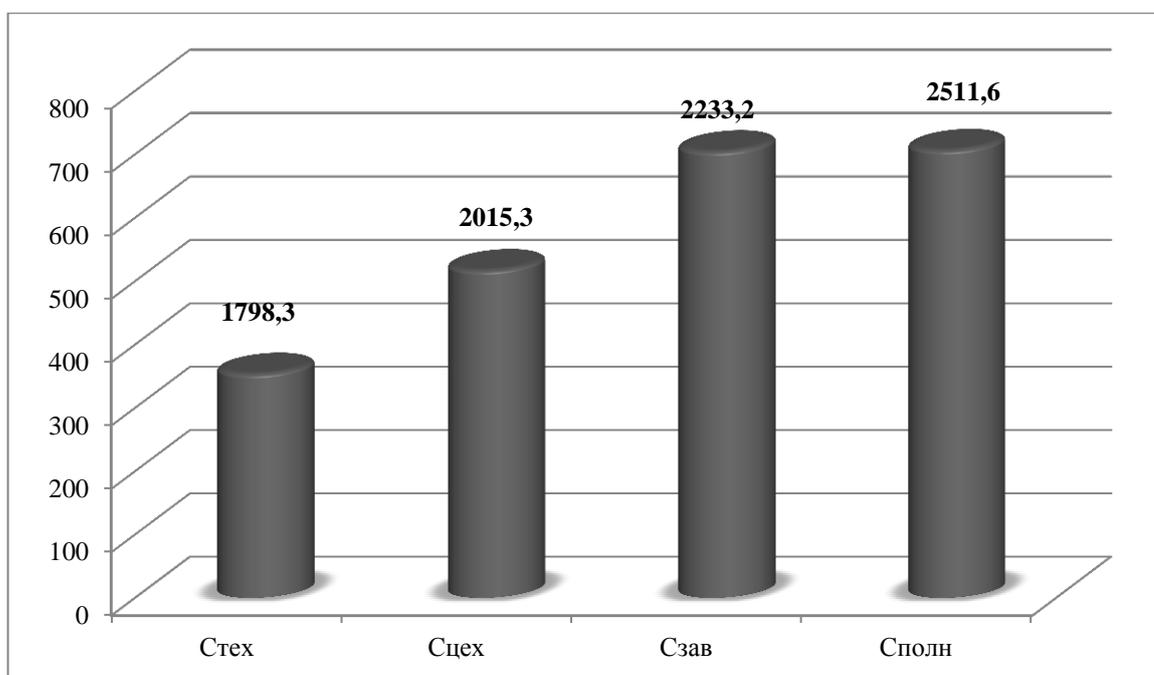


Рисунок 8 – Результаты расчета полной себестоимости, руб.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года. Если срок окупаемости превышает этот горизонт, то внедрение разработанного технологического процесса экономически нецелесообразно.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ( $\mathcal{E}_{ИИТ}$ ) путем расчета через сложные проценты. Они позволят максимально учесть потерю стоимости денежных средств за период окупаемости инвестиций и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 9 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

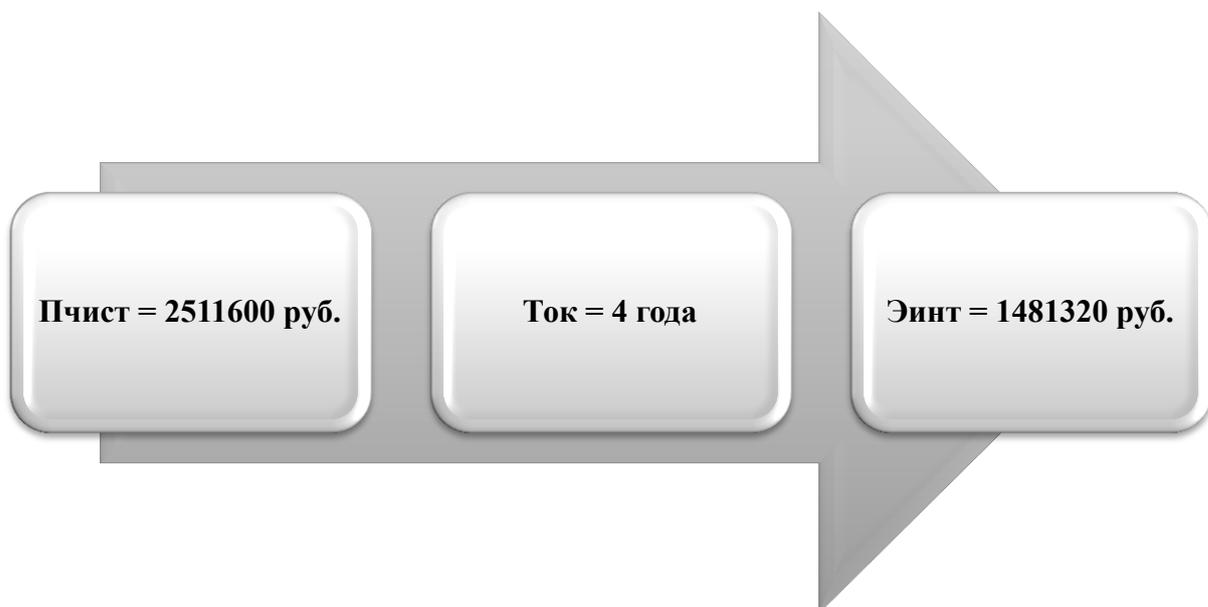


Рисунок 9 – Значения показателей чистой прибыли ( $P_{\text{ЧИСТ}}$ ), срока окупаемости ( $T_{\text{ОК}}$ ) и экономического эффекта ( $\text{Э}_{\text{ИНТ}}$ )

Как показано на рисунке 9, экономический эффект является положительной величиной, поэтому внедрение разработанного технологического процесса можно считать целесообразными.

## Заключение

Достижение целей бакалаврской работы производилось последовательным, поэтапным выполнением ряда задач. Данные задачи, охватывали весь спектр вопросов, проектирования технологии изготовления детали. Причем очень важно было соблюдать порядок выполнения задач и подзадач внутри задачи. Типовые способы решения данных задач, представленных ниже, изложены в соответствующей технической литературе, приведенной в разделе «Список используемых источников». Последовательность решенных задач, о которых говорилось выше, можно представить в следующем виде.

Начальная решенная задача исходного анализа данных из задания на бакалаврскую работу, которая содержит в себе ряд подзадач:

- исполнение чертежа детали, с использованием специальных программных средств;
- установление назначения детали;
- классифицирование поверхностей по их назначению в детали;
- установление степени технологичности детали и ее поверхностей по количественным и качественным параметрам.

Следующей решенной задачей, является задача проектирования технологии обработки детали, которую можно разбить на несколько последовательно выполняемых подзадач, а именно:

- установление и выбор стратегии определенного типа производства;
- установление метода и проектирование заготовки;
- исполнение чертежа заготовки, с использованием специальных программных средств;
- разработка технологических методов обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- исполнение чертежа плана обработки, с использованием специальных программных средств;

- установление рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;

- установление параметров обработки на операциях техпроцесса;

- исполнение чертежей наладок, с использованием специальных программных средств.

Третьей решенной задачей, является задача конструирования оснастки, которая содержит в себе ряд подзадач:

- конструирование станочной оснастки;

- исполнение чертежа оснастки, с использованием специальных программных средств;

- конструирование инструмента;

- исполнение чертежа инструмента, с использованием специальных программных средств.

Четвертой решенной задачей, является задача по охране труда, которая содержит в себе ряд подзадач:

- мониторинг и управление опасностями;

- установление мероприятий по безопасности производства.

Последней решенной задачей бакалаврской работы является установление параметров экономической эффективности предложенной технологии.

Таким образом, все задачи бакалаврской работы решены, а следовательно, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления вала 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 Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбачевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических 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 practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

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

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

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

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

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













Приложение В  
**Спецификация**

Таблица В.1 – Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<i>Документация</i>						
A1				Сборочный чертеж	1	
<i>Детали</i>						
A3				Корпус	3	
A3				Шток	3	
A3				Пружина	3	
A3				Крышка	3	
A3				Ролик	3	
A3				Корпус	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
				Болт М36×3 ГОСТ11738-84	1	
				Гайка 36×3 ГОСТ5927-70	1	
				Шайба 38×56 ГОСТ9833-73	1	
<i>Изм.</i>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Изм. № подл.	Разраб.	Салимов			<b>Люнет</b> ТГУ ТМдп-1901а	
Изм. № подл.	Пров.	Воронов				
Изм. № подл.	Н.контр.	Воронов				
Изм. № подл.	Утв.	Логинов				
<i>Копировал</i>					<i>Формат А4</i>	