

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

---

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения  
(направленность (профиль) / специализация)

---

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления шпинделя

---

Обучающийся

Р.Р. Резванов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант(ы)

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

И.В. Резникова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Аннотация

Технологический процесс изготовления шпинделя. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2023.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления шпинделя 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 59 страниц, содержащую 22 таблицы, 10 рисунков, и графическую часть, содержащую 6,5 листов.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 4  |
| 1 Анализ исходных данных.....                            | 5  |
| 1.1 Служебное назначение детали.....                     | 5  |
| 1.2 Классификация поверхностей детали.....               | 5  |
| 1.3 Технологичность детали.....                          | 6  |
| 1.4 Задачи работы.....                                   | 7  |
| 2 Разработка технологической части работы.....           | 9  |
| 2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....         | 9  |
| 2.2 Выбор метода получения заготовки.....                | 10 |
| 2.3 Разработка ТП изготовления детали.....               | 11 |
| 2.4 Выбор СТО.....                                       | 17 |
| 2.5 Разработка технологических операций.....             | 21 |
| 3 Расчет и проектирование оснастки.....                  | 24 |
| 3.1 Расчет и проектирование приспособления.....          | 24 |
| 3.2 Проектирование инструмента.....                      | 27 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта..... | 29 |
| 5 Экономическая эффективность работы.....                | 35 |
| Заключение.....  | 40 |
| Список используемых источников.....                      | 42 |
| Приложение А Маршрутная карта.....                       | 45 |
| Приложение Б Операционные карты.....                     | 50 |
| Приложение В Спецификация.....                           | 57 |

## Введение

Шпиндель с ЧПУ - это сердце любого станка с ЧПУ DIY. Он состоит из вращающегося узла с конусом, на котором могут устанавливаться держатели инструментов. Шпиндель с ЧПУ вращается с помощью двигателя шпинделя с ЧПУ с дополнительной передачей того или иного типа.

Коробка передач соответствует диапазону оборотов шпинделя с ЧПУ наивысшей мощности и тем оборотам шпинделя, которые идеально подходят для конкретных скоростей и подач разрезаемого материала. Шпиндели бывают трех типов. Существуют патронные шпиндели, которые представляют собой просто вращающийся узел без двигателя или трансмиссии.

Кроме того, существуют автономные шпиндели различных видов. Например, фрезерные станки Trim пользуются популярностью у тех, кто занимается ЧПУ своими руками, особенно у фрезерных станков с ЧПУ. Автономные шпиндели включают в себя вращающийся узел и двигатель "все в одном". Наконец, существуют готовые шпиндели, в которых такие детали, как подшипники шпинделя, установлены в (обычно) чугунном корпусе. Именно такая конструкция используется во фрезерном станке Bridgeport или многих китайских импортных станках, таких как RF-4.

Таким образом, можно сказать, что шпиндель является одной из самых ответственных деталей станочного оборудования, поэтому тема работы является актуальной.

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

## 1 Анализ исходных данных

### 1.1 Служебное назначение детали

Деталь "Шпиндель", является стационарной деталью 16 шпиндельной головки 2А и предназначена для передачи крутящего момента к исполнительным элементам (инструменту). Деталь «Шпиндель» работает в условиях действия радиальной, знакопеременной сосредоточенной нагрузки и крутящего момента, вне агрессивных сред, поэтому ее изнашивание происходит медленно. [20], [26]

Данная деталь изготавливается из стали 19ХГН. Ее механические свойства следующие:  $\sigma_{0,2}$  - предел текучести условный, составляет 930 МПа,  $\sigma_B$  - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), составляет 1180 МПа,  $\psi$  - относительное сужение, составляет 36%, КСЧ - ударная вязкость, составляет 275 Дж/см<sup>2</sup>, твердость НВ 500±7.

Основной химический состав: углерод - 0.16 - 0.21%, кремний - 0.17 - 0.37%, марганец - 0.7 - 1.0%, хром – 1.1%, незначительное количество серы, фосфора и никеля, остальное железо. [23]

### 1.2 Классификация поверхностей детали

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

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

| Наименование поверхностей | Номера поверхностей         |
|---------------------------|-----------------------------|
| ОКБ                       | 3, 6, 7                     |
| ВКБ                       | 1, 2, 5, 10, 11, 13, 16, 17 |
| Исполнительные            | 12, 15, 18                  |
| Свободные                 | остальные                   |



Таблица 2 – Показатели технологичности детали

| Показатель                          | Расчетная формула           | Расчет                         |
|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Коэффициент использования материала | $K_{и.м.} = M_{д}/M_{з}$    | $K_{и.м.} = 1,4/3,4 = 0,41$    |
| Коэффициент унификации              | $K_{у.э.} = Q_{у.э.}/Q_{э}$ | $K_{у.э.} = 20/22 = 0,9$       |
| Коэффициент точности                | $K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$     | $K_{тч} = 1 - (1/8,25) = 0,85$ |
| Коэффициент шероховатости           | $K_{ш} = 1/Ш_{ср}$          | $K_{ш} = 1/3,2 = 0,31$         |

Вывод: анализируемая деталь - «Шпиндель», показывает крайне 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 5000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 1,4 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как среднесерийный.

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 3.

«Таблица 3 – Показатели стратегии производства

| Показатель производства                  | Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства |
|--|---|
| Разновидность оборудования               | универсальная   |
| Технологическая документация             | в виде операционных и маршрутных технологических карт           |
| Разновидность оснастки                   | универсальная   |
| Расстановка в цехе оборудования          | по группам станков  |
| Нормирование ТП                          | по общемашиностроительным нормативам                            |
| Метод изготовления заготовки             | прокат, поковка   |
| Использование достижений науки           | не высокое  |
| Метод определения припуска               | по таблицам   |
| Квалификация наладчиков                  | высокая   |
| Квалификация рабочих                     | высокая   |
| Определение режимов резания              | по статистическим и эмпирическим зависимостям                   |
| Уровень автоматизации                    | низкий  |
| Транспортировка деталей между операциями | вручную, электрокар, кран-балка                                 |
| Форма организации ТП                     | предметные партии не большого объема                            |
| Коэффициент концентрации операций        | 10-20» [15]   |

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

Получение заготовки осуществляется из калиброванного прутка  $\varnothing 43 \times 304$  ГОСТ 7417-75. Общий вид заготовки представлен на рисунке 2. [3]

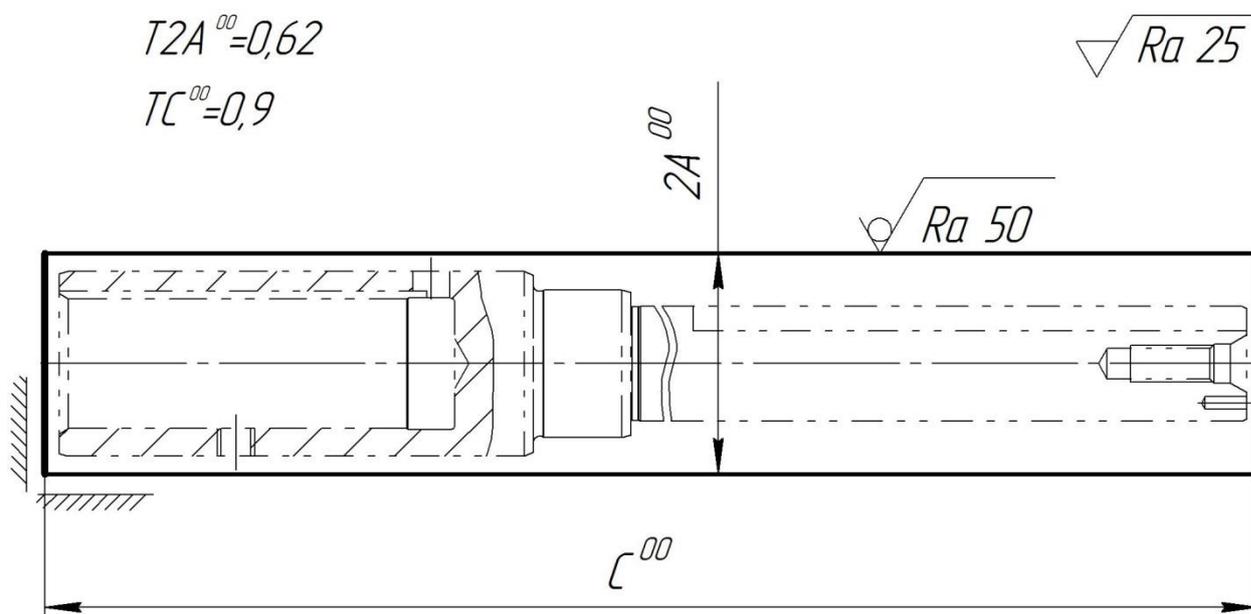


Рисунок 2 – Общий вид заготовки шпинделя

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

Таблица 4 – Определение стоимости прутка

| «Метод получения заготовки» [5] | «Масса детали, кг» [4] | «Масса заготовки, кг» [4] | «Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [4] | «Стоимость механической обработки, руб.» [4] | «Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [6] | «Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [8] |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------|---|--|---|--|
| пруток                          | 1,4                    | 3,4                       | 72  | 65   | 1,4   | 365,5  |

### 2.3 Разработка ТП изготовления детали

Спроектируем маршруты обработки для каждой из поверхностей. [9]

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

Плоская поверхность 3 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

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

Цилиндрическая поверхность 5 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 6 обладает 6 квалитетом точности, с шероховатостью Ra1,6. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно:

прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно, затем шлифование начисто.

Цилиндрическая поверхность 7 обладает 6 квалитетом точности, с шероховатостью Ra1,6. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно, затем шлифование начисто.

Цилиндрическая поверхность 8 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

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

Плоская поверхность 10 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

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

Цилиндрическая поверхность 12 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик

точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, сверление, после чего нарезание резьбы и термообработка.

Плоская поверхность 13 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, шлифование начерно.

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

Плоская поверхность 15 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, фрезерование шпоночного паза, после чего термообработка.

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

Цилиндрическая поверхность 19 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик

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

Цилиндрическая поверхность 20 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 21 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, сверление, после чего нарезание резьбы и термообработка.

Цилиндрическая поверхность 22 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Кроме этого, все поверхности детали проходят мойку и контроль.

Сведем полученные данные в таблицу 5. [14], [25]

Таблица 5 – Технологический маршрут изготовления детали

| № операции | Наименование операции   | Оборудование (тип, модель)                   | Содержание операции   | Точность (IT) | Ra, мкм  |
|------------|-------------------------|--|---|---------------|----------|
| 000        | Заготовительная         | Круглопильный п/а 8Г636                      | Отрезка проката   |               | 50<br>25 |
| 010        | Фрезерно - центральная  | Фрезерно – центральный п/а МР76М             | Фрезеровать торцы 1, 4  | 9             | 6,3      |
|            |                         |  | Сверлить, зенкеровать центр от отв. 24, 19  |               | 3,2      |
|            |                         |  | Нарезать резьбу в отв.  |               |          |
| 020        | Токарная                | Токарно-винторезный станок 16К20             | Установ А, Б<br>Подрезать торцы пов.2, 3; точить цилиндрические пов.6, 7, 5                               | 12            | 12,5     |
| 030        | Токарная с ЧПУ          | Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3     | Установ А, Б<br>Точить цилиндрические пов.6, 7, 5<br>Подрезать торцы пов. 2, 3;<br>Точить канавки и фаски | 9             | 3,2      |
| 040        | Горизонтально-расточная | Горизонтально-расточной станок 2620ГФ1       | Сверлить отв. пов. 13   | 12            | 12,5     |
|            |                         |  | Подрезать торец пов.1   | -             | 1,25     |
|            |                         |  | Расточить отв. пов. 13  | 9             | 3,2      |
|            |                         |  | Расточить канавку пов.14 в отв. 13  |               | 6,3      |
| 50         | Долбежная               | Долбежный станок 7А420                       | Долбить шпоночный паз пов. 18, 17 в отв. 13   | 11            | 3,2      |
| 060        | Сверлильная с ЧПУ       | Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2 | Установ А сверлить отв. пов. 11   | 12            | 6,3      |
|            |                         |  | Установ Б переход 1: сверлить отв. пов. 12  | 12            | 12,5     |
|            |                         |  | переход 2: нарезать резьбу в отв.12   | 7 ст          | 3,2      |
| 070        | Сверлильная             | Горизонтально-сверлильный станок ОС-900      | сверлить отв. пов. 10   | 12            | 6,3      |

Продолжение таблицы 5

| № операции | Наименование операции  | Оборудование (тип, модель)                               | Содержание операции                             | Точность (IT) | Ra, мкм              |
|------------|--|--|---|---------------|----------------------|
| 080        | Шпоночно-фрезерная   | Шпоночно-фрезерный станок 692М                           | Фрезеровать шпоночный паз пов. 15, 16           | 9             | 3,2<br>6,3           |
| 090        | Термическая<br>(цементировать h 0,3...0,5; закалка + низкий отпуск до твердости 58...62 HRC <sub>3</sub> ) |  |   |               |                      |
| 100        | Очистная<br>(очистить поверхность от окалины)  |  |   |               |                      |
| 110        | Контрольная<br>(проверить твердость и балл аустенитного зерна)   |  |   |               |                      |
| 120        | Центрошлифовальная   | Центрошлифовальный станок 3922Р                          | Установ А<br>Шлифовать цент-ровую фаску пов.19  | -             | 1,2<br>5             |
|            |  |  | Установ Б<br>Шлифовать фаску пов.25             |               |                      |
| 130        | Круглошлифовальная   | Круглошлифовальный станок 3М151В                         | Установ А<br>Шлифовать пов. 5                   | 7             | 0,6<br>3             |
|            |  |  | Установ Б<br>Шлифовать цил. пов. 6, 7 и торец 3 |               | 1,2<br>5             |
| 1          | 2  | 3  | 4   | 5             | 6                    |
| 140        | Внутришлифовальная   | Внутришлифовальный станок 3А227А                         | Шлифовать отв. пов. 13                          | 7             | 1,2<br>5             |
| 150        | Круглошлифовальная (тонкое)  | Круглошлифовальный станок особо высокой точности МА3Н161 | Шлифовать:<br>пов. 6<br>пов. 7                  | 6<br>5        | 0,6<br>3<br>0,3<br>2 |
| 160        | Моечная  |  |   |               |                      |
| 170        | Контрольная  |  |   |               |                      |
| 180        | Слесарная<br>(протереть шпиндель и покрыть антикоррозионным раствором)                                     |  |   |               |                      |

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, представленным ниже в таблице 6.» [13], [15].

«Таблица 6 - Выбор оборудования»

| Номер операции | Станок                                       | Наибольшие габариты заготовки, мм  | Мощность главного привода, кВт | Частота вращения шпинделя, об/мин          | Габариты станка, мм | Масса, т   |
|----------------|--|--|--------------------------------|--|---------------------|------------|
| 000            | Круглопильный п/а 8Г636                      | 240  | 40                             | 478-1217                                   | 4585×2900×1810      | 5,65       |
| 010            | Фрезерно-центровальный п/а МР-76М            | 80×1000  | 12,8                           | 270-1254 (фрез-го)<br>238-1125- (сверл-го) | 3300×1575×2130      | 8,695      |
| 020            | Токарно-винторезный станок 16К20             | 440×2000   | 10                             | 12,5-1600                                  | 2505×1190×1500      | 2,83       |
| 030            | Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3     | 400×1000   | 10                             | 12,5-2000                                  | 3360×1710×1750      | 4          |
| 040            | Горизонтально-расточной станок 2620ГФ1       | 1120×1250  | 10,2                           | 12,5-1600 (шпинделя)<br>8-200 (планшайбы)  | 5700×3650×3100      | 12,9       |
| 050            | Долбежный станок 7А420                       | Диаметр рабочей пов-ти стола 500 мм; Масса станка-2 т. 40-163 (частота движения дол-бяка, дв. ход, ход/мин); 320 -тах ход долбяка; 5°- тах угол наклона долбяка. Мощность-1,5 кВт; Габариты станка 1950×980×1825 мм. |                                |  |                     |            |
| 060            | Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2 | 400×710  | 3,7                            | 45-2000                                    | 1800×2170×2700      | 4,7        |
| 070            | Горизонтально-сверлильный станок ОС-900      | ∅35 (тах ∅ сверления)  | 3,0                            | 25-1000                                    | 3700×1400×3250      | 7,4        |
| 080            | Шпоночно-фрезерный станок 692М               | 200×800  | 4,6                            | 375-3750                                   | 1520×1400×1750      | 1,25» [24] |

«Продолжение таблицы 6

| Номер операции | Станок   | Наибольшие габариты заготовки, мм   | Мощность главного привода, кВт | Частота вращения шпинделя, об/мин          | Габариты станка, мм | Масса, т |
|----------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|--|---------------------|----------|
| 120            | Центрошлифовальный станок 3922Р                          | 200×1000                            | 0,4                            | 16000-48000                                | 990×870×2025        | 0,96     |
| 130            | Круглошлифовальный станок 3М151В                         | 200×700                             | 10                             | 1590                                       | 4605×2450×2170      | 5,6      |
| 140            | Внутришлифовальный станок 3А227А                         | 100×100 (обрабатываемого отверстия) | 4,0/11,8                       | 320-800 (детали)<br>9000-24000 (шл. круга) | 2815×1900×1750      | 4,5      |
| 150            | Круглошлифовальный станок особо высокой точности МАЗН161 | 200×1000                            | 3                              | 20-300 (детали)                            | 4600×2255×1755      | 12       |
| 160            | Моечная  | Моечная машина                      |                                |  |                     |          |
| 180            | Слесарная  | Слесарный верстак» [1]              |                                |  |                     |          |

«Для обеспечения требуемого качества и производительности изготовления детали целесообразнее воспользоваться оснасткой, представленной ниже в таблице 7.» [13], [15].

«Таблица 7 - Выбор приспособлений

| Номер операции | Наименование операции  | Приспособление   |
|----------------|------------------------|--|
| 010            | Фрезерно-центровальная | Тиски призматические с самоцентрирующими губками ГОСТ 12195-66<br>Патрон для центровочного сверла ГОСТ 2876-80 |
| 020            | Токарная               | Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновой ГОСТ 24351-80<br>Центр вращающийся ГОСТ 8742-62                |
| 030            | Токарная чистовая      |  |
| 040            | Горизонтально-расточн. | Тиски призматические с самоцентрирующими губками ГОСТ 12195-66;  |
| 050            | Долбежная              | Тиски призматические с самоцентрирующими губками ГОСТ 12195-66; Плита опорная» [19]                            |

«Продолжение таблицы 7

| Номер операции | Наименование операции | Приспособление   |
|----------------|-----------------------|--|
| 060            | Сверлильная с ЧПУ     | Тиски призматич. с самоцентрирующ. губками ГОСТ 130041-89; Регулируемый отводимый упор Универ. делительная головка УГ-160 ГОСТ 8615-69 |
| 070            | Сверлильная           | Тиски призматические с самоцентрирующими губками ГОСТ 130041-89<br>Регулируемый отводимый упор   |
| 080            | Шпоночно-фрезерная    | Призмы опорные по ГОСТ 12159-66<br>Прихват; Регулируемый отводимый упор.   |
| 120            | Центрошлифовальная    | Центр упорный ГОСТ 8742-62<br>Тиски самоцентрирующими ГОСТ 130041-89   |
| 130<br>150     | Круглошлифовальная    | Патрон поводковый 7160–0002 МН4050–02<br>Центр вращающийся ГОСТ 8742-62<br>Пробка (для центра)   |
| 140            | Внутришлифовальная    | Патрон поводковый 7160–0002 МН4050–02<br>Люнет самоцентрирующий специальный» [19]  |

«Для обеспечения требуемого качества и производительности изготовления детали целесообразнее воспользоваться оснасткой, представленной ниже в таблице 8.» [13], [15].

«Таблица 8 - Выбор инструмента

| № операции | Наименование операции    | ИМ     | Режущий инструмент  |
|------------|--------------------------|--------|---|
| 000        | Заготовительная          | T5K10  | Дисковая сегментная пила Ø250 ГОСТ 4047-82                                |
| 010        | Фрезерно-центровальная   | T15K10 | Фреза торцовая со вставными ножами ГОСТ 9413-80                           |
|            |                          | P6M5   | Сверло центровочное тип А Ø6,5 ГОСТ 14952-75                              |
|            |                          | T15K10 | Цековка цилиндрическая Ø12 ГОСТ 26258-87                                  |
|            |                          | P18    | Метчик М8-7Н ГОСТ 3266-81   |
| 020        | Токарная                 | T5K10  | Резец вставка для контурного точения с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82 |
| 030        | Токарная чистовая        | T15K6  | Резец вставка для контурного точения с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82 |
|            |                          | T15K6  | Резец вставка с углом в плане 45°, ТУ2-035-1040-86                        |
|            |                          | T5K10  | Резец вставка канавочный специальный К01-4112-000                         |
| 040        | Горизонтально-расточная. | T15K6  | Резец вставка с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82                        |
|            |                          | P6M5   | Сверло спиральное Ø27,5 ГОСТ 10903-77                                     |
|            |                          | T15K6  | Резец расточной для глухих отв. ГОСТ 18063-72                             |
| 050        | Долбежная                |        | Резец долбежный   |
| 060        | Сверлильная с ЧПУ        | P6M5   | Сверло спиральное Ø 6,3 ГОСТ 10903-778» [27]                              |

«Продолжение таблицы 8

| Номер операции | Наименование операции | ИМ  | Режущий инструмент   |
|----------------|-----------------------|---|--|
| -              | -                     | P6M5  | Сверло спиральное Ø 8 ГОСТ 10903-77                          |
|                |                       | P18   | Метчик М8-7Н ГОСТ 3266-81                                    |
| 070            | Сверлильная           | P6M5  | Сверло спиральное Ø 2,7 ГОСТ 10902-77                        |
| 080            | Шпоночно-фрезерная    | BK8   | Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком Ø8 ГОСТ 17025-71 |
| 120            | Центрошлифовальная    | Шлифовальная головка EW8×15 24A25-НСТ1КАА ГОСТ 2447-82                        |  |
| 130            | Круглошлифовальная    | Круг шлифовальный ПП 300×25×155 91A25НСМ28К5                                  |  |
| 140            | Внутришлифовальная    | Круг шлифовальный ПП 20×40×10 , 25A16СМ28К5                                   |  |
| 150            | Круглошлифовальная    | Круг шлифовальный из эльбора по ГОСТ 17123-79 6A2 250×20×50 ЛО Л20СМ2К7» [15] |  |

Средства контроля представлены ниже в таблице 9

«Таблица 9 – Средства контроля

| Номер операции | Наименование операции  | Средство контроля                      |
|----------------|------------------------|--|
| 000            | Заготовительная        | Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80      |
| 010            | Фрезерно-центровальная | Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80      |
|                |                        | Калибр-пробка гладкий ГОСТ 24853-81    |
|                |                        | Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162-80   |
|                |                        | Шагомер 21707 ТУ 2-034-203-83          |
| 020            | Токарная               | Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80      |
| 030            | Токарная чистовая      | Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80      |
|                |                        | Скоба-рычажная ГОСТ 11098-75           |
| 040            | Горизонтально-расточн. | Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80      |
|                |                        | Нутромер НМ-75 ГОСТ 10-88              |
| 050            | Долбежная              | Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162-80   |
|                |                        | Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80      |
| 060            | Сверлильная с ЧПУ      | Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-80        |
|                |                        | Шагомер 21707 ТУ 2-034-203-83          |
| 070            | Сверлильная            | Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162-80   |
|                |                        | Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-80        |
| 080            | Шпоночно-фрезерная     | Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-80        |
| 120            | Центрошлифовальная     | Калибры-пробки гладкие ГОСТ 24853-81   |
| 130            | Круглошлифовальная     | Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78 (060,065) |
|                |                        | Датчик активного контроля БВ-4100      |
| 140            | Внутришлифовальная     | Датчик активного контроля БВ-4100      |
|                |                        | Нутромер 154 ГОСТ 9244-75» [24]        |

«Продолжение таблицы 9

| Номер операции | Наименование операции | Средство контроля   |
|----------------|-----------------------|---|
| 150            | Круглошлифовальная    | Датчик активного контроля БВ-4100   |
| 170            | Контрольное           | Профилограф-профилометр А1 ГОСТ19299-73<br>Приспособление для контроля биения;<br>Прибор для измерения биения ПБ-250 ТУ2-034-543-81» [15] |

## 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 таблиц 10 и 11.» [17], [18]

«Таблица 10 – Режимы резания

| №   | Название операции       | № переход, установка | Глубина резания t, мм | Стойкость инструмент Т, мин | Подача на оборот S <sub>o</sub> , мм/об | Скорость резания V, м/мин | Частота вращения шпинделя n, об/мин |
|-----|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|
| 020 | Токарная                | Установ А            | 1,2                   | 60                          | 0,6                                     | 41                        | 400                                 |
|     |                         | Установ Б            | 1,2                   | 60                          | 0,6                                     | 51                        | 400                                 |
| 030 | Токарная с ЧПУ          | Установ А            | 0,215                 | 60                          | 0,24                                    | 93                        | 760                                 |
|     |                         | Установ Б-1          | 0,215                 | 60                          | 0,24                                    | 115                       | 760                                 |
|     |                         | Переход 2            | 0,25                  | 45                          | 0,19                                    | 86                        | 900                                 |
| 040 | Горизонтально-расточная | Переход 1            | 0,3                   | 60                          | 0,15                                    | 86                        | 650                                 |
|     |                         | Переход 2            | 13,75                 | 60                          | 0,26                                    | 12                        | 140                                 |
|     |                         | Переход 3            | 0,25                  | 45                          | 0,19                                    | 82                        | 935                                 |
|     |                         | Переход 4            | 0,3                   | 45                          | 0,19                                    | 93                        | 935» [17]                           |

«Продолжение таблицы 10

| №   | Название операции  | № переход, установка | Глубина резания t, мм | Стойкость инструмент T, мин | Подача на оборот So, мм/об | Скорость резания V, м/мин     | Частота вращения шпинделя n, об/мин |
|-----|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 050 | Долбежная          | -                    | 2                     | 45                          | 0,16                       | 26                            | 305                                 |
| 060 | Сверлильная с ЧПУ  | Установ А            | 4                     | 60                          | 0,12                       | 31,5                          | 1254                                |
|     |                    | Установ Б-1          | 3,15                  | 60                          | 0,12                       | 24,8                          | 1254                                |
|     |                    | Переход 2            | -                     | 100                         | 0,9                        | 50,2                          | 2000                                |
| 070 | Сверлильная        | -                    | 1,35                  | 60                          | 0,12                       | 9                             | 1000                                |
| 080 | Шпоночно-фрезерная | -                    | 5,4                   | 80                          | 0,04<br>ММ/ЗУБ             | 25                            | 1000                                |
| 120 | Центрошлифовальная | -                    | -                     | 0,16                        | 0,005/0,001                | 35 М/С                        | 2230                                |
| 130 | Круглошлифовальная | Установ А            | 0,12/2                | -                           | $S_B=0,005$<br>$S_T=0,001$ | 35                            | 1590                                |
|     |                    | Установ Б            | 0,12/2                |                             |                            |                               |                                     |
| 140 | Внутришлифовальная | -                    | 0,2/2                 | -                           | $S_B=0,003$<br>$S_T=0,001$ | 30,5                          | 9000                                |
| 150 | Круглошлифовальная | -                    | 0,064/2               | -                           | $S_B=0,005$<br>$S_T=0,001$ | 35-<br>КРУГА<br>20-<br>ДЕТАЛИ | 2000» [17]                          |

«Таблица 11 – Нормы времени

| №   | Наименование операции  | Основное время $T_0$ , мин | Значения коэффициента $\phi$ | Штучно-калькуляционное время $T_{штк}$ , мин |
|-----|--|----------------------------|------------------------------|--|
| 010 | Фрезерно-центровал.  | 3,26                       | 1,84                         | 6,0  |
| 020 | Токарная   | 3,7                        | 2,14                         | 7,92   |
| 030 | Токарная с ЧПУ   | 1,697                      | 2,14                         | 3,63   |
| 040 | Горизонтально-расточная (переход1-точить торец переход2-сверлить отв. переход3-расточить переход4-расточ. канавку) | 0,083                      | 2,14                         | 0,178  |
|     |  | 1,215                      | 1,75                         | 2,126  |
|     |  | 0,476                      | 3,25                         | 1,547  |
|     |  | 0,056                      | 3,25                         | 0,182  |
| 050 | Долбежная  | 1,12                       | 1,73                         | 1,94   |
| 060 | Сверлильная с ЧПУ  | 0,143                      | 1,75                         | 0,25» [18]                                   |

«Продолжение таблицы 11

| №   | Наименование операции | Основное время $T_0$ , мин | Значения коэффициента $\phi$ | Штучно-калькуляционное время $T_{штк}$ , мин |
|-----|-----------------------|----------------------------|------------------------------|--|
| 070 | Сверлильная           | 0,15                       | 1,75                         | 0,26   |
| 080 | Шпоночно-фрезерная    | 1,132                      | 1,84                         | 2,08   |
| 120 | Центрошлифовальная    | 0,16                       | 2,1                          | 0,34   |
| 130 | Круглошлифовальная    | 0,85                       | 2,10                         | 1,8  |
| 140 | Внутришлифовальная    | 1,3                        | 2,10                         | 2,73   |
| 150 | Круглошлифовальная    | 0,65                       | 2,10                         | 1,37» [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» таблица А.1 данной работы представлена маршрутная карта, а в приложении «Б» таблица Б.1 – операционные карты.

### 3 Расчет и проектирование оснастки

#### 3.1 Расчет и проектирование приспособления

Произведем описание конструкции и расчет токарного 3-х кулачкового сацентрирующего патрона для обработки детали на 020 токарной операции. Эскиз операции представлен ниже на рисунке 3. [16]

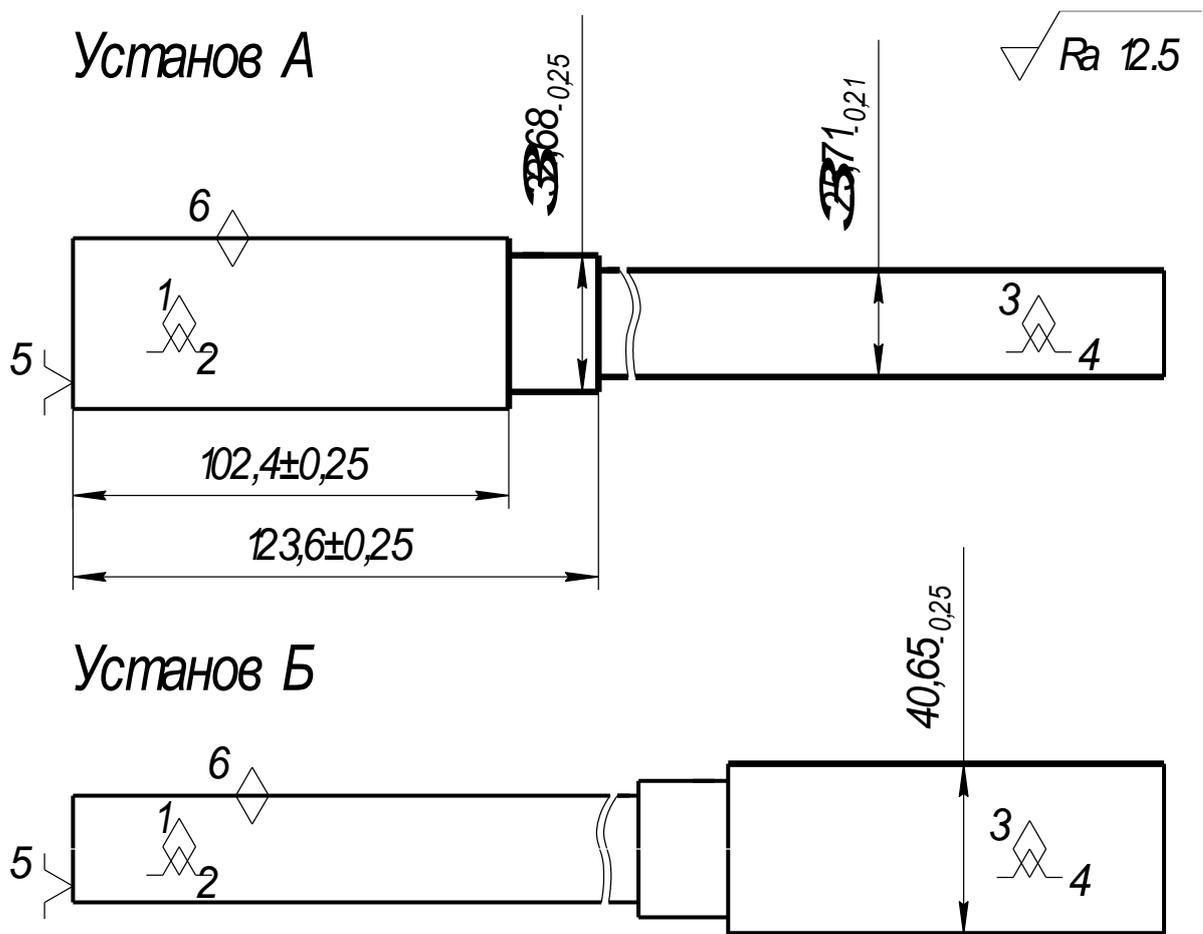


Рисунок 3 – Операция 020

Расчет усилия зажима патрона и его основных параметров представим ниже в таблицах 12 и 13. [2]

Таблица 12 – Определение усилия зажима

| Расчетная зависимость      | По оси X   | По оси Y   | По оси Z   |
|----------------------------|--|--|--|
| Момент резания             | $M_P^I = \frac{P_x \cdot D_1}{2}$  | $M_P^{II} = P_y \cdot l^I$   | $M_P^I = \frac{P_z \cdot D_1}{2}$                                  |
| Момент закрепления         | $M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$  | $M_3^{II} = \frac{2}{3} \cdot W^{II} \cdot f \cdot D_2$  | $M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$                            |
| Коэффициент запаса         | 2,5  | 2,5  | 2,5  |
| Сила зажима                | $W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$  | $W_3^{II} = \frac{3 \cdot K \cdot P_y \cdot l^I}{2 \cdot f \cdot D_2}$                             | $W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$                |
| Расчет силы зажима по осям | $W_z = \frac{2,5 \cdot 1576 \cdot 80}{0,3 \cdot 57,5}$<br>=8350 Н  | $W_3^{II} = \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 732 \cdot 730 \cdot 0,66}{2 \cdot 0,3 \cdot 57,5}$<br>=18320 Н | $W_z = \frac{2,5 \cdot 1576 \cdot 80}{0,3 \cdot 57,5}$<br>=19777 Н |
| Корректировка силы зажима  | $W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_K/H_K)}$ ; $W_1 = \frac{38654,72}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (40/60)} = 19777 \text{ Н}$ |  |  |

Таблица 13 – Основные параметры привода патрона

| Параметр                     | Расчетная зависимость  | Расчет  |
|------------------------------|--|---|
| Передаточное отношение       | $i_{c.кл.} = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1}$                                   | $i_{c.кл.} = \frac{1}{\text{tg}(15 + 6) + \text{tg}6} = 2,3$                                    |
| Усилие привода               | $Q = W_1 / i_c$  | $Q = 19777 / 2,3 = 8598 \text{ Н.}$   |
| Диаметр поршня, мм           | $D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$   | $D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{8598}{0,4 \cdot 0,9}} = 61,82 \text{ мм}$                           |
| Значение диаметра поршня, мм | -  | 63 (для гидравлического привода)  |
| Погрешность установки        | $\varepsilon_y = \frac{\omega \Delta_\Delta}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_3^2}$ | $\varepsilon_y = 0,5 \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2} = 0,0234 \text{ мм}$ |

Чертеж патрона представлен в графической части, общий вид патрона показан ниже на рисунке 4, а в приложении «В» таблица в.1 данной работы приложена спецификация на приспособление.

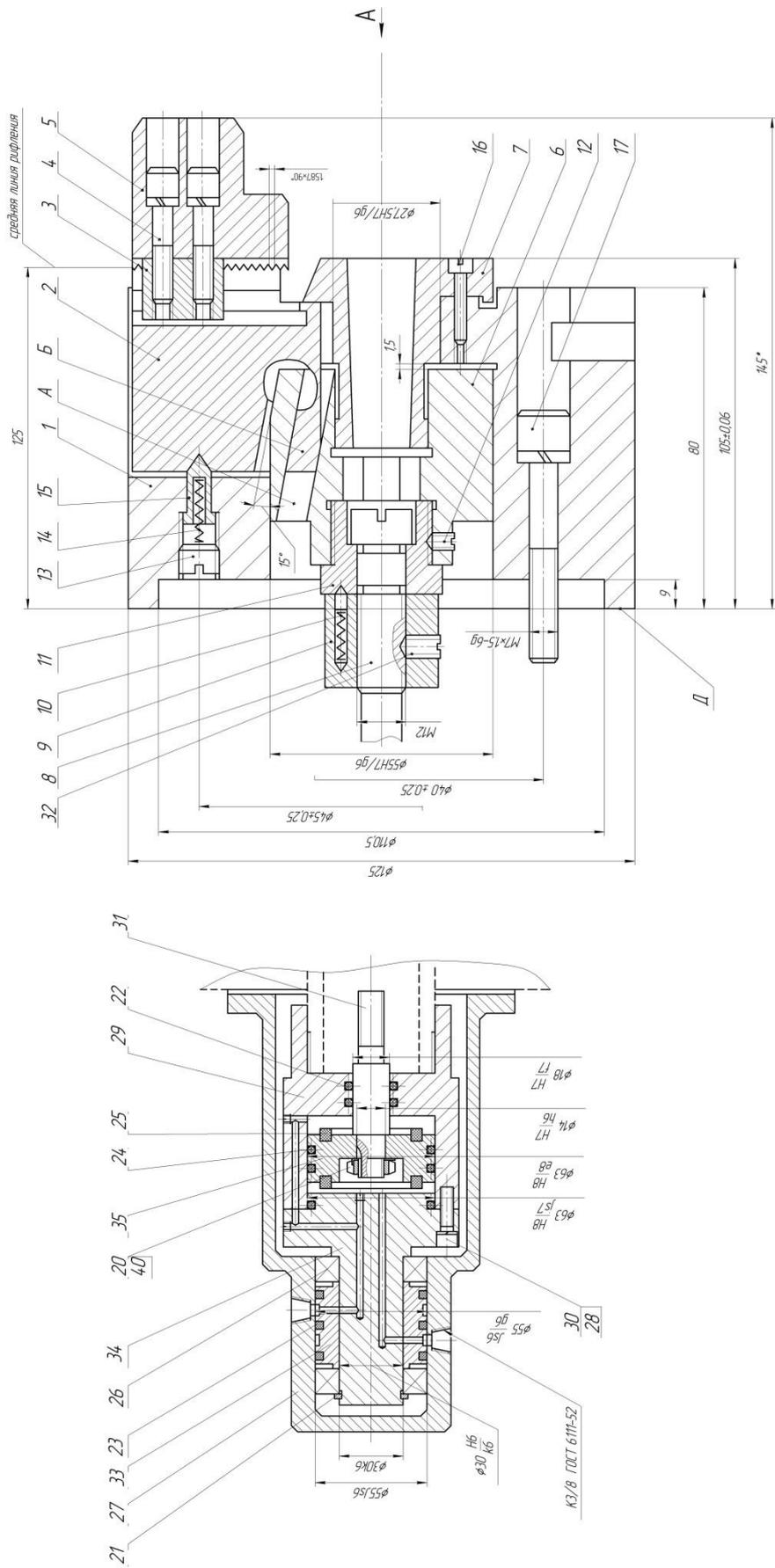


Рисунок 4 – Общий вид патрона



Технические характеристики:

- Круг шлифовальный 300 25 155 91A25HSM28K5;
- Рабочая скорость 35 м/с.

Технические требования:

- Круг поставляется формы ПП;
- Непараллельность торцев 0.15 мм;
- Несоосность наружного диаметра круга посадочному отверстию в состоянии поставки не более 0.2 мм;
- Зазор Г обеспечить при сборке равным 0.05...0.15 мм;
- Размер В обеспечить при сборке;
- На периферии круга выполнить 34 спиральных пазов с шагом 27.7 мм и шириной 8 мм;
- Класс точности-А.

#### 4. Безопасность и экологичность технического объекта

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

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 14» [7].

Таблица 14 - Паспорт объекта

| Объект                 | Технологическая операция | Наименование должности работника | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы и вещества           |
|------------------------|--------------------------|----------------------------------|--|--------------------------------|
| Заготовительная        | Прокатка                 | Штамповщик                       | Пресс  | Сталь 19ХГН, смазки графитовые |
| Механическая обработка | Токарная                 | Оператор станков с ЧПУ           | Токарный станок 16К20Ф3                              | Сталь 19ХГН, СОЖ, ветошь       |

«В таблице 15 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 15 - Определение рисков

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

Продолжение таблицы 15

| Технологическая операция | Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)   | Источник ОВПФ  |
|--------------------------|--|--|
| Точение                  | <p>«Факторы физического воздействия:<br/>                     Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты<br/>                     ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов<br/>                     ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания<br/>                     ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел<br/>                     ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел<br/>                     ОВПФ, связанные с электрическим током<br/>                     ОВПФ, связанные с электромагнитными полями<br/>                     Факторы химического воздействия:<br/>                     токсического, раздражающего (через органы дыхания)<br/>                     Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия:<br/>                     Статическая нагрузка<br/>                     Перенапряжение анализаторов.» [7]</p> | <p>«Токарный станок 16К20Ф3<br/>                     зона резания, зажимные губки патрона, резцы, СОЖ, стружка<br/>                     Заготовка, инструмент<br/>                     Пульт управления станком, смазки<br/>                     Манипуляция заготовкой,<br/>                     контроль и управление» [7]</p> |

Снижение рисков достигается мерами (таблица 16)» [7] .

Таблица 16 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

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

Продолжение таблицы 16

| 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<br>Перенапряжение анализаторов                                    | Организация освещения<br>Инструктажи по охране труда   | -   |

«В таблицах 17 – 20 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 17 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

| Участок                    | Оборудование            | Номер пожара | Опасные факторы при пожаре   | Сопутствующие факторы при пожаре  |
|----------------------------|-------------------------|--------------|--|---|
| Участок обработки шпинделя | Токарный станок 16К20Ф3 | 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 18 – 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 19 – Средства защиты и пожаротушения

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

Таблица 20 – Средства обеспечения пожарной безопасности

| Процесс, оборудование            | Организационно-технические меры   | Нормативные требования  |
|----------------------------------|---|---|
| Технология изготовления шпинделя | «Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ<br>Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ;<br>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 21 и 22. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 21 – Определение экологически опасных факторов объекта

| Производственный техпроцесс                   | Структурные элементы техпроцесса | Опасные и вредные выбросы в воздух                 | Сточные воды  | Воздействие объекта на литосферу                            |
|---|----------------------------------|--|---|---|
| Технологический процесс изготовления шпинделя | Токарный станок 16К20Ф3          | Стружка<br>Токсические испарения<br>Масляный туман | Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды | Отходы стружки<br>Промасленная ветошь<br>Растворы жидкостей |

Таблица 22 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

|                    |   |
|--------------------|---|
| Объект воздействия | Технология изготовления шпинделя                        |
| 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 16К20Ф3, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон. Инструмент - резцы.

Применяются материалы: сталь 20ХГНМ, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 14)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 15» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 16» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления шпинделя (таблица 17). Проводится выбор средств

пожаротушения (таблица 18, 19), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления шпинделя (таблица 20)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления шпинделя на окружающую среду (таблица 21). 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 22)» [7].

«Выявив и проанализировав технологию изготовления шпинделя 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:

- фрезерные операция, разного рода – 010 и 080;
- токарные операции – 020 и 030;
- горизонтально-расточная операция – 040;
- долбежная операция – 050;
- сверлильные операции – 060 и 070;
- шлифовальные операции, разного рода – 120, 130, 140 и 150.

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 6 представлены методики, которые позволяют грамотно провести экономические расчеты и определить итоговые экономические показатели.



Рисунок 6 – Применяемые методики для определения необходимых итоговых экономических показателей [10]

Используя, описанную на рисунке 6, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций ( $K_{BV}$ ), которая составила 2140117,14 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в разработанный технологический процесс. На рисунке 7 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

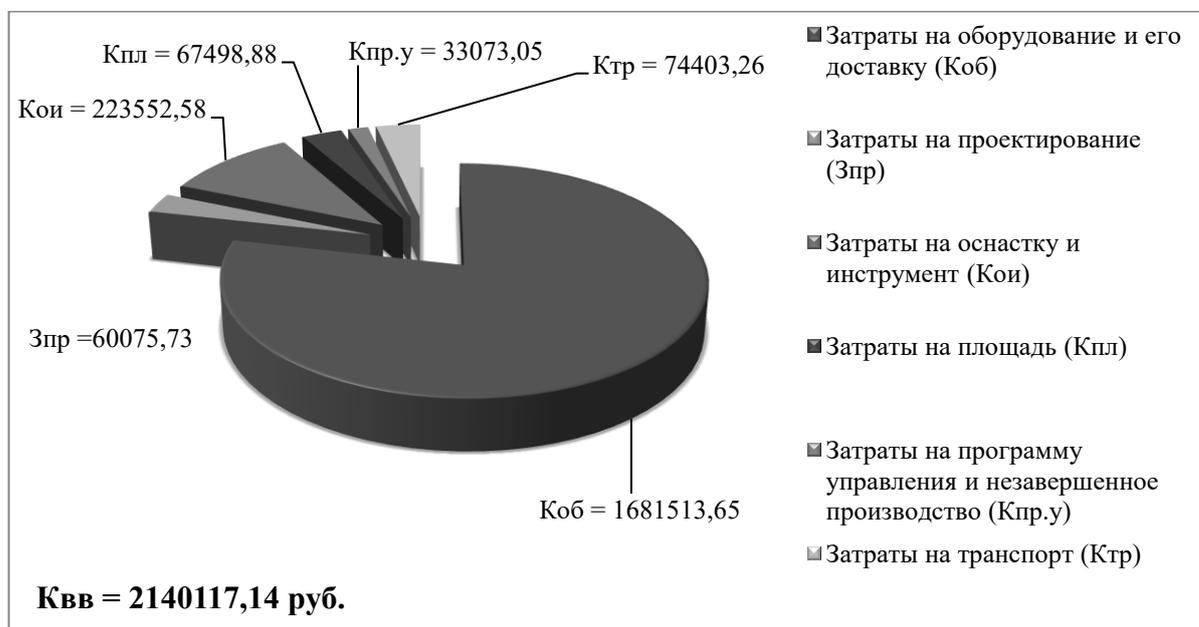


Рисунок 7 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемого технологического процесса, руб.

Анализируя рисунок 7, можно сказать, что затраты на оборудование и

его доставку являются самыми существенными, так как их доля составила 78,6% в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 8.

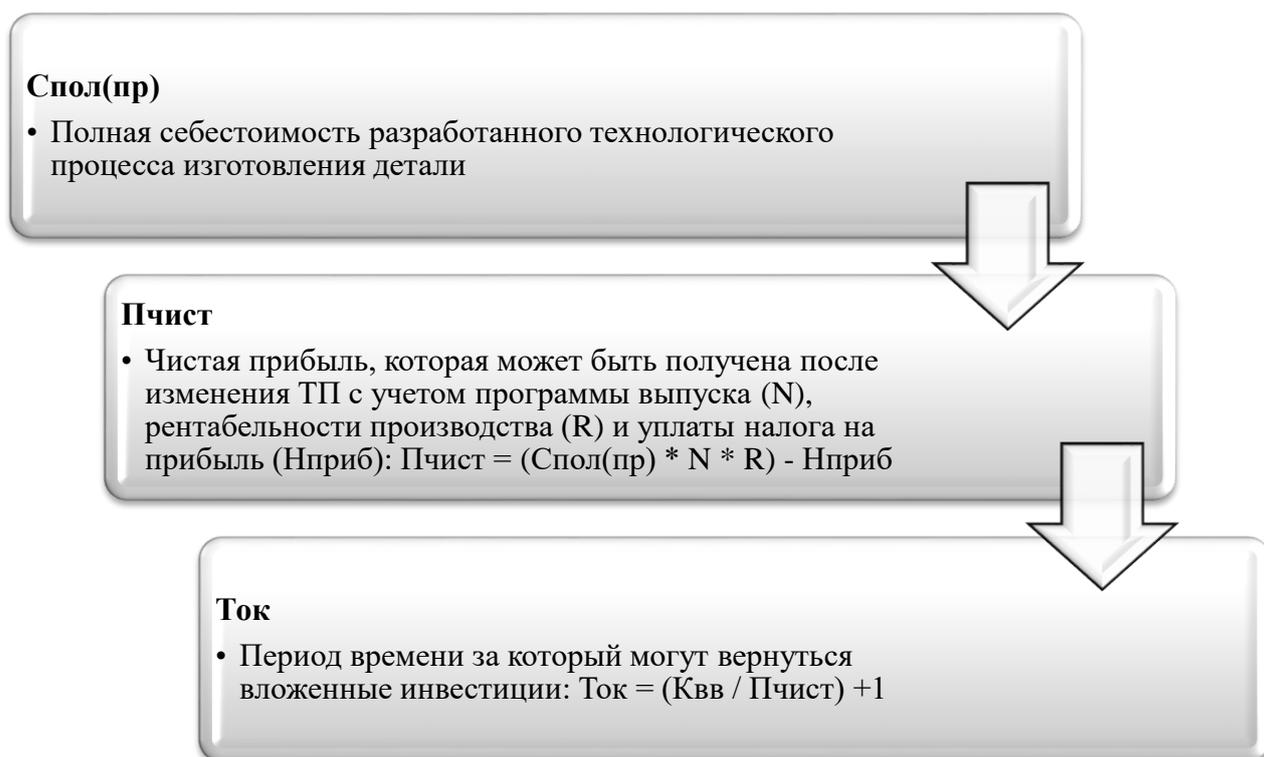


Рисунок 8 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

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 9. Далее, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения этого процесса.

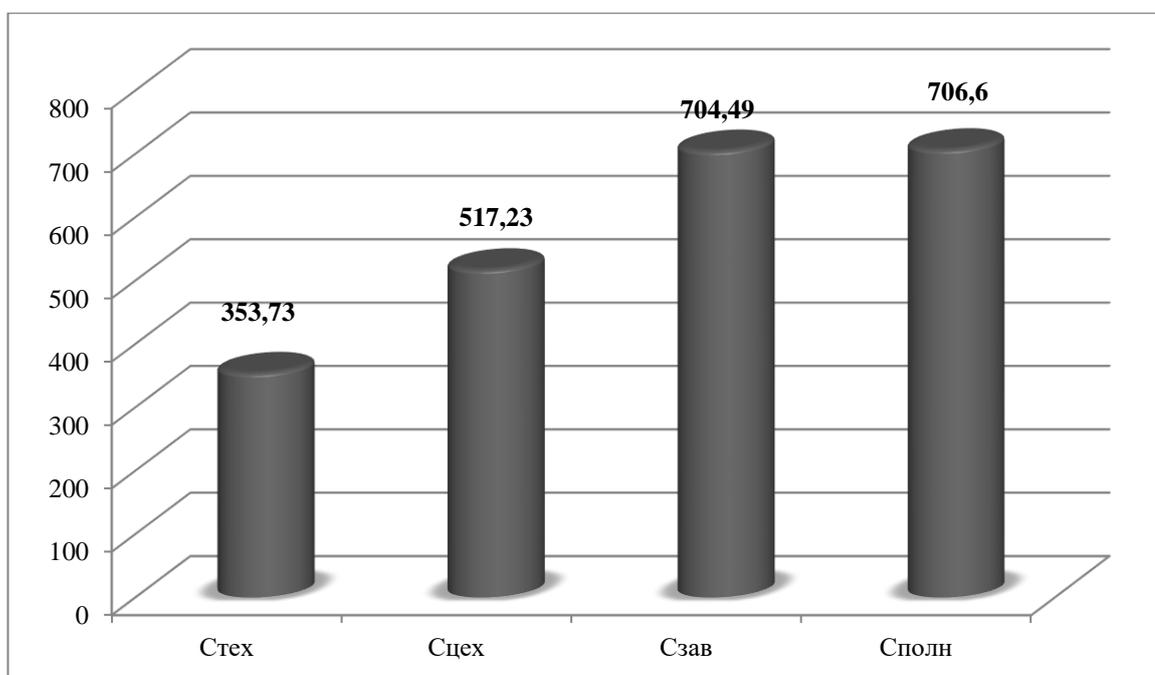


Рисунок 9 – Результаты расчета полной себестоимости, руб.

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 ( $\mathcal{E}_{инт}$ ) 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 10 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

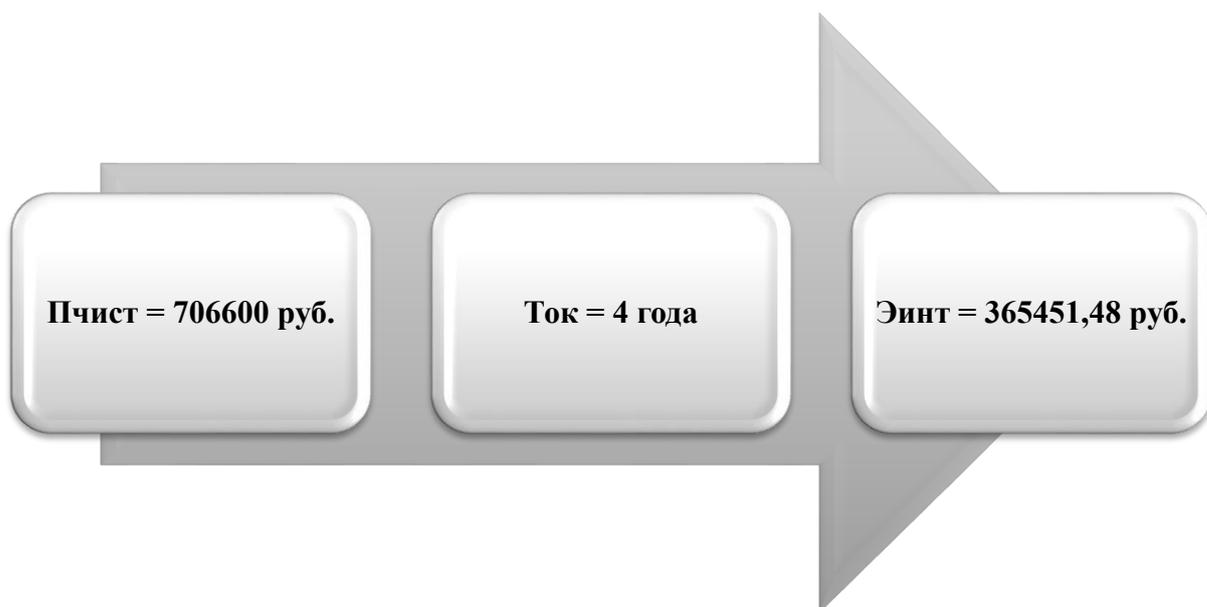


Рисунок 10 – Значения показателей чистой прибыли ( $P_{\text{ЧИСТ}}$ ), срока окупаемости ( $T_{\text{ОК}}$ ) и экономического эффекта ( $\text{Э}_{\text{ИНТ}}$ )

Как показано на рисунке 10, 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 шпинделя 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 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.



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1116-82 Форма 1

| А    | цех   | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | Обозначение документа |                                |    |       |   |    |    |      |    |    | Тшт-к. |
|------|---|-----|----|-------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|----|-------|---|----|----|------|----|----|--------|
|      |   |     |    |       |                            | Б                     | Код, наименование оборудования | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП |        |
| T01  | точения с углом в плане 93°, У-2-035-892-82, Т5К10; 393311 Штангенциркуль ИЩ-III ГОСТ 160-80;   |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| O2   |   |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| A 03 | 030 4111 Токарная с ЧПУ ИОТ 697-98  |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| B 04 | 381160 Токарно-винторезный станок 1БК20Ф3 2 15292 412 1Р 1 1 1 20 1 3,63  |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| O 05 | Точить пов. 5, 6, 7 выдерживая размеры согласно чертежа, подрезать торцы 2, 3 выдерживая размер согласно чертежа;                                 |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| O 06 | Точить фаски 1×30°, 2×30°, 2×15°, 2×25°, точить канавки.  |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| T 07 | 396110 Патрон 3-х кулачковый клиновой ГОСТ 24351-80; 392871 Центр вращающийся ГОСТ 8742-62; 392190 Резец вставка для                              |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| T 08 | контурного точения с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82, Т15К6; 392190 Резец вставка с углом в плане 45°, ТУ2-035-1040-86, Т15К6                  |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| T 09 | 392190 Резец вставка канавочный специальный К01-4112-000, Т5К10; 392190 Резец вставка специальный К01-4111-000, Т5К10;                            |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| T 10 | 393120 Скоба-рычажная ГОСТ 11098-75; 393311 Штангенциркуль ИЩ-III ГОСТ 166-80   |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| A 15 | 040 4222 Горизонтально-расточная  |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| B 16 | 381261 Горизонтально-расточной станок 2620ГФ1 2 15292 412 1Р 1 1 1 20 1 4,033   |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| O 17 | Подрезать торец пов.1, сверлить отв. пов. 13, расточить отв. пов. 13, расточить канавку пов.14 в отв. 13 выдерживая размеры согласно чертежа      |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| T 18 | 396131 Тиски призматические с самоцентрирующими губками ГОСТ 12195-66; 392190 Резец вставка с углом в плане 93°, -82,                             |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| T 19 | ТУ-2-035-892, Т15К6; 391210 Сверло спиральное Ø27,5 ГОСТ 10903-77, Р6М5; 392190 Резец расточной для глухих отв. ГОСТ 18063-72,                    |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| T 20 | Т15К6; 393311 Штангенциркуль ИЩ-III ГОСТ 166-80; 393550 Нутромер НМ-75 ГОСТ 10-88   |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| 21   |   |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| A 20 | 050 4180 Долбежная  |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| B 21 | 4180 Долбежный станок 7А420 3 11868 22 1Р 1 1 1 20 1 1,94   |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| O 22 | Долбить шпоночный паз пов. 18, 17 в отв. 13 выдерживая размеры $6 \begin{matrix} +0,145 \\ -0,070 \end{matrix}$ ; 29,7 <sup>+0,3</sup> ; 80±0,25. |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| T 23 | 396131 Тиски призматические с самоцентрирующими губками ГОСТ 12195-66; Резец долбежный, 393311 ИЩ-160 ГОСТ162-80                                  |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |
| МК   |   |     |    |       |                            |                       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |        |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

| А  | цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции  | Обозначение документа |       |     |    |    |      |    |    |     |      | Тшт-к. |
|--|-----|-----|----|-------|---|-----------------------|-------|-----|----|----|------|----|----|-----|------|--------|
|  |     |     |    |       |   | СМ                    | Проф. | Р   | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпз. |        |
| Т 01 393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш ГОСТ 166-80. |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| 02   |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| А 03 060 4121 Сверлильная с ЧПУ              |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Б 04   |     |     |    |       | Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2  | 2                     | 15292 | 412 | 1Р | 1  | 1    | 1  | 20 | 1   | 2,53 |        |
| О 05   |     |     |    |       | Сверлить отв. пов. 11 выдерживая размер $\varnothing 8^{+0,15}$ ; сверлить отв. пов. 12 выдерживая размер $\varnothing 6,3^{+0,15}$ ; нарезать резьбу в отв. 12-М8×1,5-7Н |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Т 06   |     |     |    |       | Тиски призматич. с самоцентрирующ. губками ГОСТ 130041-89; Регулируемый отводимый упор; Универ. делительная головка   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Т 10   |     |     |    |       | УГ-160 ГОСТ 8615-69; 391210Сверло спиральное $\varnothing 6,3$ ГОСТ 10903-77,Р6М5; 391210Сверло спиральное $\varnothing 8$ ГОСТ 10903-77,Р6М5;                            |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Т 11   |     |     |    |       | 391350 Метчик М8-7Н ГОСТ 3266-81,Р18; 393311 ШГ-160 ГОСТ162-80; 393311 ШЦ-1 ГОСТ 166-80; Шагомер 21707 ТУ 2-034-203-83  |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| 12   |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| А 13 070 4120 Сверлильная                    |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Б 14   |     |     |    |       | 38121Х Горизонтально-сверлильный станок ОС-900  | 3                     | 17335 | 22  | 1Р | 1  | 1    | 1  | 20 | 1   | 1,6  |        |
| О 15   |     |     |    |       | Сверлить отв. пов. 10 выдерживая размер $\varnothing 2,7^{+0,10}$ ; 8,5 $\pm$ 0,1   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Т 16   |     |     |    |       | 396131 Тиски призматические с самоцентрирующими губками ГОСТ 130041-89; Регулируемый отводимый упор; 391210 Сверло  |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Т 17   |     |     |    |       | спиральное $\varnothing 2,7$ ГОСТ 10902-77,Р6М5; 393311 ШГ-160 ГОСТ162-80; 393311 ШЦ-1 ГОСТ 166-80.   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| 18   |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| А 19 080 4269 Шпоночно-фрезерная             |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Б 20   |     |     |    |       | 4269 Шпоночно-фрезерный станок 692М   | 3                     | 18632 | 22  | 1Р | 1  | 1    | 1  | 20 | 1   | 2,08 |        |
| О 21   |     |     |    |       | Фрезеровать шпоночный паз пов. 15,16 выдерживая размеры $119\pm 0,085$ ; $8 \begin{matrix} -0,015 \\ -0,051 \end{matrix}$ ; 19,6 $\pm$ 0,13.                              |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Т 22   |     |     |    |       | 396181 УСП (Призмы опорные по ГОСТ 12159-66, Прихват; Регулируемый отводимый упор); 391820 Фреза концевая твердосплавная $\varnothing 8$                                  |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| Т 23   |     |     |    |       | ГОСТ 17025-71, ВК8; 393311 Штангенциркуль ШЦ – 1 ГОСТ 160 – 80; 393311 Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162-80.  |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| 24   |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| А 25 090 Термическая                         |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |
| МК   |     |     |    |       |   |                       |       |     |    |    |      |    |    |     |      |        |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 форма 1

| А    | цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции     | Обозначение документа   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
|------|-----|-----|----|-------|--------------------------------|---|-------|-------|----|----|------|----|----|-----|------|--------|--|--|--|------|------|
|      |     |     |    |       |                                | СМ  | Проф. | Р     | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тпз. | Тшт-к. |  |  |  |      |      |
| Б    |     |     |    |       | Код, наименование оборудования |   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| 01   |     |     |    |       |                                |   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| А 02 |     |     |    |       | 100                            | Очистная  |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| 03   |     |     |    |       |                                |   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| А 04 |     |     |    |       | 110                            | Контрольная   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| 05   |     |     |    |       |                                |   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| А 06 |     |     |    |       | 120                            | 4132 Центрошлифовальная   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| Б 07 |     |     |    |       | 381312                         | Центрошлифовальный станок 3922К   | 2     | 18873 | 22 | 1Р | 1    | 1  | 1  | 20  | 1    |        |  |  |  | 1,34 |      |
| 008  |     |     |    |       |                                | Шлифовать центровую фаску пов. 19; Шлифовать фаску пов. 25.   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| Т09  |     |     |    |       |                                | Центр упорный ГОСТ 8742-62; 396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 130041-89; 398110 Шлифовальная головка EW8×15 24A25- |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| Т10  |     |     |    |       |                                | НС11КАА ГОСТ 2447-82; Калибры-пробки гладкие ГОСТ24853-81.  |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| 11   |     |     |    |       |                                |   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| А12  |     |     |    |       | 130                            | 4131 Круглошлифовальная   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| Б13  |     |     |    |       | 381311                         | Круглошлифовальный станок 3М151В  | 2     | 18873 | 22 | 1Р | 1    | 1  | 1  | 20  | 1    |        |  |  |  |      | 1,8  |
| 014  |     |     |    |       |                                | Шлифовать цил. пов. 6, 7, 5 и торец 3 выдерживая размеры Ø40H <sup>(+0,025/-0,05)</sup> и т. д.                     |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| Т15  |     |     |    |       | 396110                         | Патрон поводковый 7160-0002 МН4050-02; 392871 Центр вращающийся ГОСТ 8742-62; Пробка (для центра);                  |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| Т16  |     |     |    |       | 397130                         | Круг шлифовальный ПП 300×25×155 91A25НСМ28К5; 393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78;                                  |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| Т17  |     |     |    |       | 394630                         | Датчик активного контроля БВ-4100.  |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| 18   |     |     |    |       |                                |   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| А19  |     |     |    |       | 140                            | 4132 Внутришлифовальная   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| Б20  |     |     |    |       | 381312                         | Внутришлифовальный станок 3А227А  | 2     | 18873 | 22 | 1Р | 1    | 1  | 1  | 20  | 1    |        |  |  |  |      | 2,73 |
| 021  |     |     |    |       |                                | Шлифовать отв. пов. 13 выдерживая размер Ø28H <sup>(+0,021)</sup>   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| Т22  |     |     |    |       | 396110                         | Патрон поводковый 7160-0002 МН4050-02.; Лунет самоцентрирующий специальный; 397130 Круг шлифовальный ПП 20×40×10, ; |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |
| МК   |     |     |    |       |                                |   |       |       |    |    |      |    |    |     |      |        |  |  |  |      |      |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

| А    | цех   | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | Обозначение документа |       |    |    |    |      |    |    |      |
|------|---|-----|----|-------|----------------------------|-----------------------|-------|----|----|----|------|----|----|------|
|      |   |     |    |       |                            | СМ                    | Проф. | Р  | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кит  |
| Б    | Код, наименование оборудования  |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| 01   | 25A16СМ28К5; 394630 Датчик активного контроля БВ-4100; 393450 Нутромер 154 ГОСТ 9244-75                               |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| 02   |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| А 03 | 150 4131 Круглошлифовальная   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| Б 04 | 381311 Круглошлифовальный станок МА3Н161  |     |    |       |                            | 2                     | 18873 | 22 | 1Р | 1  | 1    | 1  | 20 | 1,37 |
| О 05 | Шлифовать отв. пов. 7,6 выдерживая размер $\varnothing 25h5^{(+0.009)}$ , $\varnothing 32h6^{(+0.033/+0.017)}$ .      |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| Т 06 | 396110 Патрон поводковый 7160-0002 МН4050-02; 392871 Центр вращающийся ГОСТ 8742-62; Пробка (для центра); 397110 Круг |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| 07   | шлифовальный из эльбора по ГОСТ 17123-79 6А2 250×20×50 ЛЮ Л20СМ2К7; 394630 Датчик активного контроля БВ-4100          |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| 08   |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| А 09 | 160 Моечная   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| 10   |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| А 11 | 170 Контрольная   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| 12   |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| Б 13 | 180 Слесарная   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| О 14 | протереть шпindel и покрыть антикоррозийным раствором   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| Т 15 |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| Т 16 |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| Т 17 |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| 18   |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| А 19 |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| Б 20 |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| О 21 |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| Т 22 |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |
| МК   |   |     |    |       |                            |                       |       |    |    |    |      |    |    |      |



















