

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 шлифовального станка

Обучающийся

М.В. Дементьев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

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

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

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

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

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

Тольятти 2024

## Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления шпинделя шлифовального станка.

Автор: Дементьев Михаил Владимирович.

В выпускной работе спроектирован технологический процесс изготовления шпинделя шлифовального станка.

На первом этапе работы была проанализирована конструкция шлифовального станка, проведен анализ материала, из которого выполнен шпиндель, и его свойств, а также выполнен анализ конструкции детали на технологичность.

На втором этапе выполнения работы нами проведена оценка типа производства, согласно годовой программе выпуска деталей и определен среднесерийный тип машиностроительного производства, выбран тип заготовительного производства для выполнения заготовки, рассчитаны припуски на одну из поверхностей. Далее спроектирован технологический процесс изготовления шпинделя шлифовального станка и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на токарной чистовой операции нами спроектирован патрон трехкулачковый. В отличие от патрона из базового варианта техпроцесса данное приспособление имеет такую конструкцию, что оператору не придется выполнять какие-то действия, чтобы патрон зажал заготовку. Патрон самозажимной. Это позволит сократить вспомогательное время токарной операции.

Для расточной операции техпроцесса изготовления шпинделя шлифовального станка спроектирована конструкция зенковки для обработки плоскостей под головки винтов.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Назначение и условия работы детали.....	8
1.2 Классификация поверхностей детали.....	9
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	10
2 Технологическая часть.....	12
2.1 Определение типа производства.....	12
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	12
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	13
2.4 Выбор методов обработки.....	15
2.5 Определение припусков.....	19
2.6 Расчет режимов резания.....	23
3 Проектирование приспособления.....	29
3.1 Исходные данные.....	30
3.2 Силовой расчет.....	31
4 Проектирование режущего инструмента.....	35
4.1 Исходные данные.....	37
4.2 Проектирование зенковки.....	37
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно- техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	40
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	41
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	44
5.4 Обеспечение пожарной безопасности.....	45
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	46

6 Экономическая эффективность.....	48
Заключение.....	52
Список используемой литературы.....	53
Приложение А. Маршрутные карты.....	56

## Введение

Одной из наиболее важных отраслей современного машиностроения является станкостроение. Станкостроение призвано изготавливать продукты, которые бы использовались в дальнейшем для изготовления также машиностроительных продуктов. Этим объясняется важность этой отрасли современной промышленности.

Одной из самых разнообразных групп металлорежущих станков является группа, в которую входят шлифовальные, полировальные, доводочные и заточные станки. Эти станки объединяет одно важное свойство – инструменты этих станков выполняются из абразивного материала. Эти станки являются отделочными, то есть операции, которые выполняются на всех этих станках в техпроцессе изготовления деталей стоят на завершающих этапах.

Главным движением шлифовального станка является вращение шпинделя, на котором с помощью приспособления фиксируется режущий инструмент – шлифовальный круг. Это движение настраивается при помощи ременной передачи или при помощи электродвигателя (если электродвигатель с многовариантной частотой вращения выходного вала). Качество изготовления шпинделя шлифовального станка имеет очень важное значение. От точности вращения шпинделя зависит точность базирования заготовки, и, соответственно, зависит качество продукции, обрабатываемой на данном металлорежущем оборудовании.

Шпиндель служит для восприятия вращения от клиноременной передачи цепи главного движения шлифовального станка и передачи вращения на станочное приспособление, в котором закрепляется обрабатываемая заготовка.

Целью работы является проектирование техпроцесса изготовления шпинделя шлифовального станка заданного качества с наименьшей себестоимостью.

## 1 Анализ исходных данных

«Шлифовальные станки – оборудование, использующее в качестве режущего инструмента абразивный или алмазный круг. Применение этих станков определяется высокими требованиями к качеству поверхности, точности размеров, формы и положения обрабатываемых поверхностей и возможностью обработки труднообрабатываемых материалов. На шлифовальные станки, как правило, поступают заготовки, предварительно обработанные на других станках с оставлением небольшого припуска под шлифование, величина которого зависит от требований к шероховатости и точности обработки». [2]

«Вид и конструкция шлифовального станка определяются схемой шлифования, учитывающей: форму обрабатываемой поверхности и ее расположение относительно рабочей поверхности шлифовального круга при обработке (станки для шлифования периферией или торцом круга), а также направление движения подачи (продольно-шлифовальные и врезные шлифовальные станки), положение главного шпинделя (станки с горизонтальным или вертикальным шпинделем) и способ установки заготовки (центровые, патронные и бесцентровые станки)». [2]

«Для всех шлифовальных станков характерна высокая производительность, которая определяется высокоскоростным режимом шлифования, позволяющим снимать большой объем материала в единицу времени (до  $500 \text{ мм}^3/\text{мин}$  на 1 мм ширины круга), и широкой автоматизацией цикла обработки. При силовом шлифовании величина удельного съема металла достигает  $1200 \dots 2000 \text{ мм}^3/\text{мин}$  на 1 мм ширины круга. Мощность привода главного движения шлифовального станка зависит от удельной мощности шлифования  $P_{\text{уд}}$ , приходящейся на 1 мм ширины шлифовального круга  $B_K$ ». [2]

«Эффективная мощность привода шлифовального круга  $P_{\text{Э}}$  может быть рассчитана по формуле

$$P_{\Sigma} = P_{уд} \cdot B_K \quad (1)$$

«Для различных типов шлифовальных станков существуют особенности базирования и закрепления кругов на шпинделе. Это важно также по соображениям техники безопасности. Прежде, чем устанавливать круг, полагается провести проверку на звучность (однородность), проверить: легкость насаживания круга на крепежное приспособление; наличие крепежных фланцев с диаметром, равным одной трети диаметра круга, и перекрытием, равным одной шестой высоты круга; наличие эластичных прокладок, а также провести пятиминутную прогонку на станке на максимальных оборотах». [2]

«Круглое шлифование по характеру использования движений подач подразделяют на продольное (рисунок 1, а) и врезное (рисунок 1, б) шлифование. Базирование заготовки производится в центрах. Круглошлифовальные станки предназначены для наружного шлифования гладких и прерывистых цилиндрических поверхностей вращения, а также торцовых поверхностей». [2]

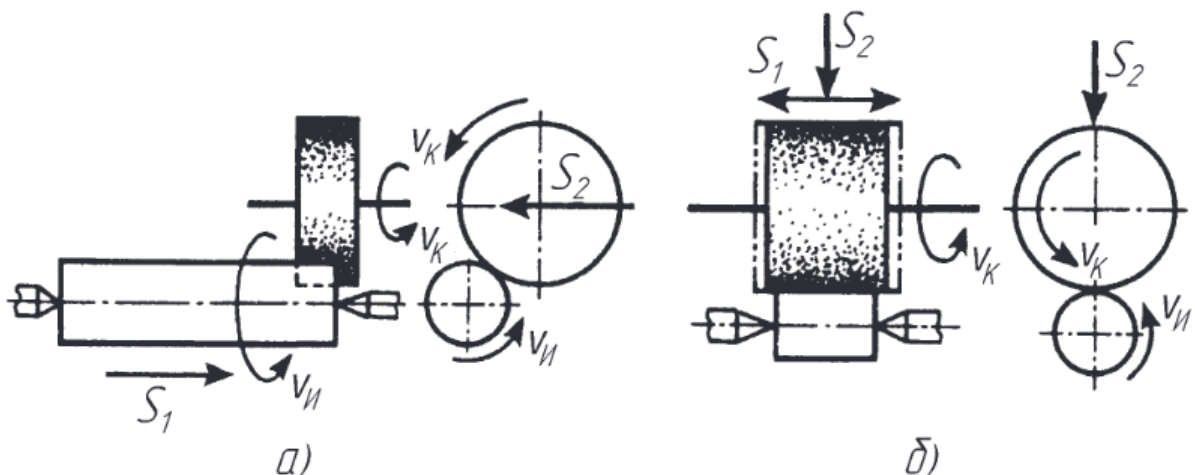


Рисунок 1 – Схемы круглого шлифования

«Универсальные круглошлифовальные станки обеспечивают поворот рабочего стола на небольшой угол (до  $6^\circ$ ), а также передней и шлифовальной бабок вокруг вертикальных осей для обработки конусов». [2]

Конструкция круглошлифовального станка представлена на рисунке 2.

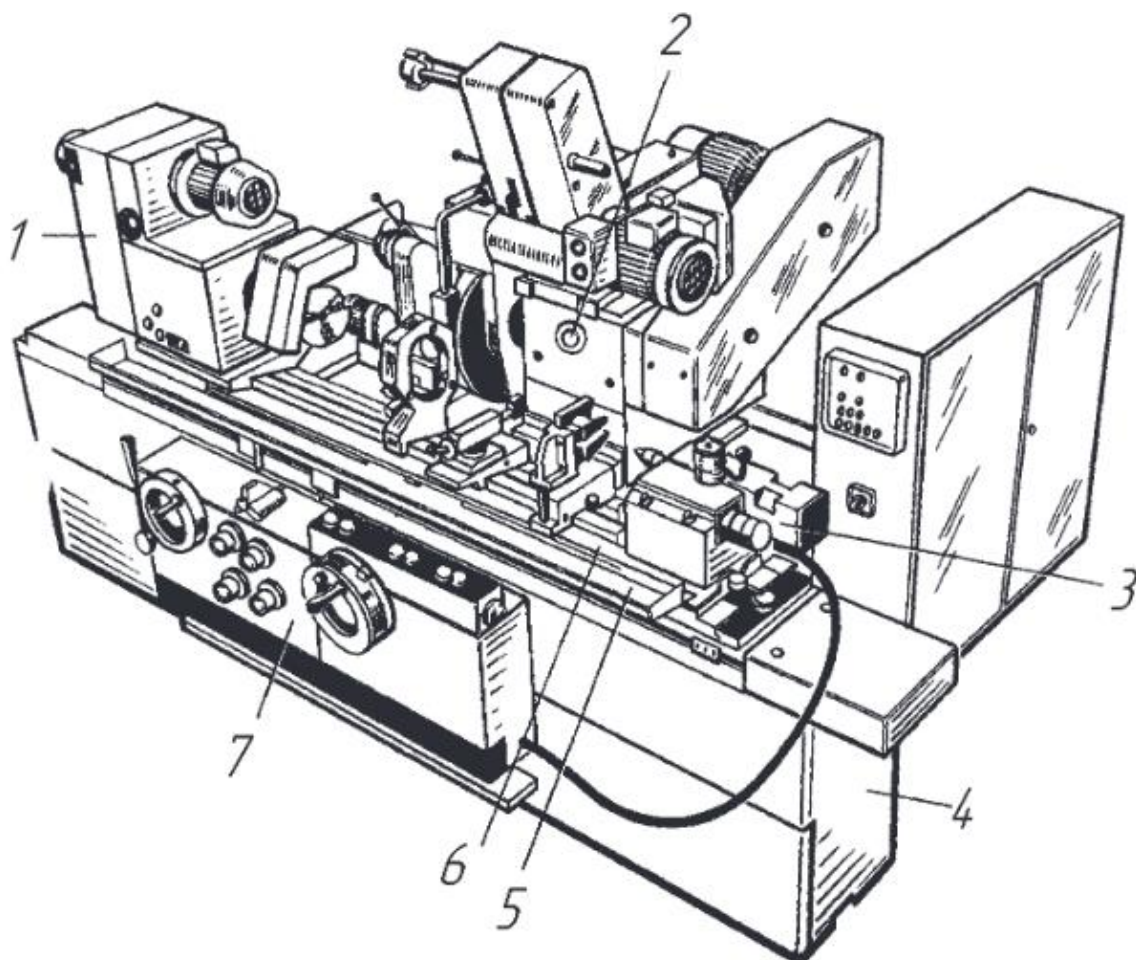


Рисунок 2 – Круглошлифовальный станок

Круглошлифовальный станок состоит из передней и шлифовальной бабок 1 и 2 соответственно, задней бабки 3, основания (станины) 4, горизонтальных салазок 5, рабочего стола 6 и панели управления 7.

### 1.1 Назначение и условия работы детали

Шпиндель служит для восприятия вращения от клиноременной передачи цепи главного движения шлифовального станка и передачи



вращения на станочное приспособление, в котором закрепляется обрабатываемая заготовка.

Качество изготовления шпинделя шлифовального станка имеет очень важное значение. От точности вращения шпинделя зависит точность базирования заготовки, и, соответственно, зависит качество продукции, обрабатываемой на данном металлорежущем оборудовании.

## 1.2 Классификация поверхностей детали

Для проведения классификации поверхностей шпинделя шлифовального станка пронумеруем каждую из его поверхностей и представим это на рисунке 3.

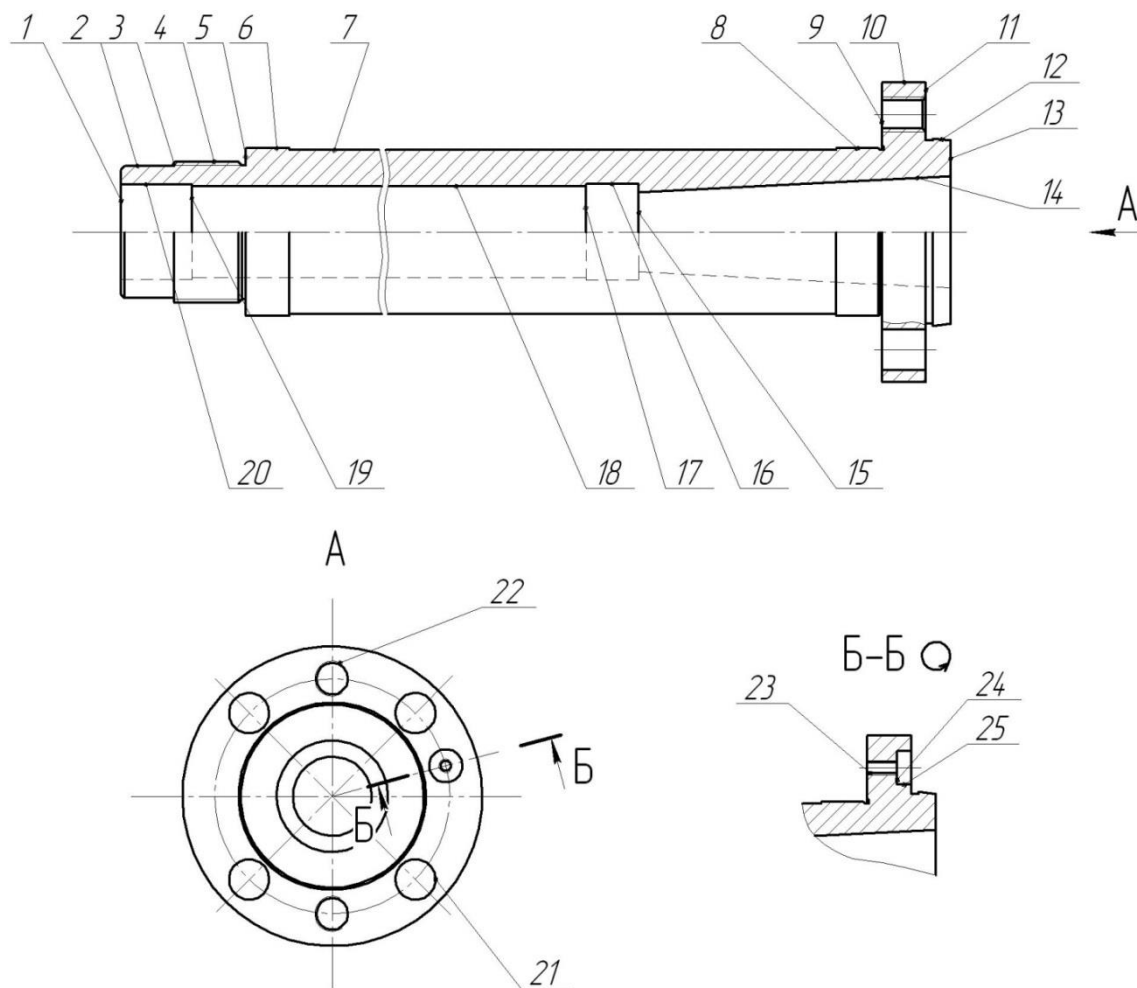


Рисунок 3 - Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями шпинделя шлифовального станка являются резьбовая поверхность 4, на которой размещается шкив, приводящий шпиндель во вращение, а также коническая поверхность 12, на которой базируется станочное приспособление, на котором размещается абразивный инструмент.

Основными конструкторскими базами шпинделя шлифовального станка являются цилиндрические наружные поверхности 6 и 8, а также торцовая поверхность 9.

Вспомогательными конструкторскими базами шпинделя шлифовального станка являются внутренняя коническая поверхность 14, отверстия для фиксации станочного приспособления 21 и 22, резьбовые отверстия 23 и плоскости для базирования головок винтов 24.

Остальные поверхности – свободные.

### 1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом форсунки автомата окраски является сталь 19ХГН ГОСТ 4543-2016 [8], которая содержит около 0,40% углерода (С), около 1% хрома (Cr), около 1% марганца (Mn), около 1% никеля (Ni), остальным в составе является железо (Fe) и примеси.

Физико-механические свойства стали 19ХГН представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 19ХГН

$\sigma_B$ , МПа	НВ	$\sigma_T$ , МПа	$\psi$ , %	$\delta_5$ , %
1180	197...217	930	21	7

«Основной принцип маркировки легированных сталей не связан с их металлургическим качеством и определяется только назначением (рисунок 4)». [14]

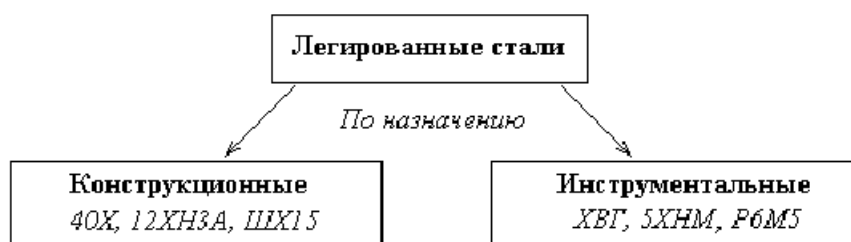


Рисунок 4 – Маркировка легированных сталей

«Легированные стали маркируют сочетанием букв и цифр. Буквами обозначают легирующие элементы: Х – хром (Cr), Н – никель (Ni), М – молибден (Mo), С – кремний (Si), Г – марганец (Mn), В – вольфрам (W), Ю – алюминий (Al), К – кобальт (Co), Д – медь (Cu), Ф – ванадий (V), Б – ниобий (Nb), Т – титан (Ti), Ц – цирконий (Zr), Р – бор (B), А – азот (N). Цифрами обозначают содержание углерода и легирующих элементов». [14]

«Среднее содержание углерода показывают в сотых долях процента двумя цифрами в начале марки. В отличие от углерода легирующие элементы обычно вводят в большом количестве, поэтому их содержание указывают цифрами, округленных до целых процентов; цифры ставят после букв, обозначающих соответствующий элемент. Цифру не ставят, если среднее содержание легирующего элемента (после округления) составляет 1%, а также в случае содержания элемента в очень малом количестве. В виде микродобавок, то есть в десятых или сотых долях, вводят такие элементы, как V, Nb, Ti, Zr, B, N». [14]

Рассматривая конструкцию шпинделя шлифовального станка, можем сказать, что его форма довольно проста, имеются канавки для выхода режущего инструмента, все поверхности доступны для обработки и измерений. Поэтому делаем вывод о достаточной технологичности конструкции шпинделя шлифовального станка.

## **2 Технологическая часть**

### **2.1 Определение типа производства**

«Разрабатываемый технологический процесс и выбор оборудования для проектируемого машиностроительного производства во многом зависит от типа производства, которое бывает: единичное; серийное, которое подразделяется на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное; массовое». [1]

«Тип производства характеризуют: широта номенклатуры (количество наименований выполняемых изделий); объем выпуска изделий; регулярность выпуска каждого изделия. Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями». [1]

В нашей работе будем принимать тип машиностроительного производства на основе двух параметров, таких как масса шпинделя шлифовального станка  $m = 35,8$  кг и годовая программа выпуска  $N = 200$  штук. Исходя из этих параметров, принимаем среднесерийный тип производства.

### **2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса**

«Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяемыми сериями и сравнительно небольшими объемами выпуска. Его отличают устойчивая номенклатура и ее повторяемость, специализация рабочих мест на нескольких операциях, широкое применение специализированного и специального оборудования, значительное использование труда рабочих средней квалификации, меньшая доля ручных работ и более высокий уровень

механизации и автоматизации производства, меньшая трудоемкость и длительность цикла (станкостроение, приборостроение и так далее)». [23]

### **2.3 Выбор метода получения заготовки**

«Метод получения заготовки выбирают, анализируя ряд факторов: материал детали, технические требования на ее изготовление, объем и серийность выпуска, форму поверхностей и размеры деталей. Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность детали и минимальную себестоимость, считается оптимальным». [27]

«Максимально приблизить геометрические формы и размеры заготовки к размерам и форме готовой детали – одна из главных задач в заготовительном производстве. Оптимизируя выбор метода и способа получения заготовки, можно не только не только сократить затраты на ее изготовление, но и значительно снизить трудоемкость механической обработки». [27]

«В машиностроении для получения заготовок наиболее широко применяют следующие методы: литье; обработку металлов давлением; сварку; комбинации этих методов. Каждый метод предполагает большое число способов получения заготовок. Вид заготовок и способ их изготовления для конкретной детали определяются: материалом, конструктивной формой, серийностью производства, массой заготовки». [27]

Если шпиндель шлифовального станка изготавливать из штампованной заготовки [10], то ее масса будет равна  $m = 44,1$  кг. Если шпиндель шлифовального станка изготавливать из проката [7], то ее масса будет равна  $m = 175,8$  кг при габаритных параметрах  $\varnothing 174 \times 942$  мм.

«Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке (руб./кг)

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2)$$

где  $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085$ ». [18]

$$C_{\text{мех}} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578.$$

«Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой (руб.)

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{ум}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_m \cdot k_n, \quad (3)$$

где  $C_{\text{ум}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$ ». [18]

$$C_{\text{заг}} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2715 \text{ руб.}$$

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой (руб.)

$$C_{\text{ми}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{ум}} + C_{\text{мех}}(Q_{\text{ум}} - q) - C_{\text{отх}}(Q_{\text{ум}} - q), \quad (4)$$

где  $Q_{\text{ум}} = 44,1; q = 35,8$ ;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144$$
». [18]

$$C_{\text{ми}} = 0,2715 \cdot 44,1 + 0,6578(44,1 - 35,8) - (44,1 - 35,8)0,0144 = 15,3832$$

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом (руб.)

$$C_{\text{мн}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{пр}} + C_{\text{мех}}(Q_{\text{пр}} - q) - C_{\text{отх}}(Q_{\text{пр}} - q), \quad (5)$$

где  $Q_{\text{пр}} = 175,8; q = 35,8$ ;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144$$
». [18]

$$C_{\text{мн}} = 0,1219 \cdot 175,8 + 0,6578(175,8 - 35,8) - 0,0144(175,8 - 35,8) = 111,5060 \text{ руб.}$$

Себестоимость штампованной заготовки ниже, следовательно, примем для нашего техпроцесса в качестве заготовки штамповку.

«Определим коэффициент использования материала

$$K_{ИМ} = \frac{M_D}{M_3} \gg. \quad (6)$$

$$K_{ИМ} = \frac{35,8}{44,1} = 0,81.$$

Значение  $K_{ИМ}$  соответствует среднесерийному типу производства.

Чертеж заготовки представлен в графической части.

## 2.4 Выбор методов обработки

«Маршрутный технологический процесс – это технологический процесс, выполняемый по документации, в которой содержание операций излагается без указания переходов и режимов обработки (ГОСТ 3.1109-82).

При проектировании маршрутного технологического процесса необходимо:

- дать общий план обработки заготовки;
- установить состав и последовательность операций;
- указать для каждой операции перечень обрабатываемых поверхностей, методы их обработки и выходные характеристики точности;
- выбрать средства технологического оснащения и схемы установки заготовок». [22]

Поверхность 1 по форме является плоской наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: центrovально-подрезная обработка

Поверхность 2 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 1,25. Необходимая

точность поверхности, заданная чертежом, IT6. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 3 по форме является плоской наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 4 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 5,0. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT9. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 5 по форме является плоской наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 6 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,32. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT5. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое, полирование.

Поверхность 7 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 8 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,32. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT5. Исходя из этих параметров,



назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое, полирование.

Поверхность 9 по форме является плоской наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,63. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 10 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 11 по форме является плоской наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,63. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 12 по форме является конической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,32. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT5. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое, полирование.

Поверхность 13 по форме является плоской наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: центральное-подрезная обработка

Поверхность 14 по форме является конической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,63. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем

следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 15 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 16 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 17 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 18 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT13. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 19 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 20 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров,

назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 21 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление.

Поверхность 22 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT10. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, резьбонарезание.

Поверхность 23 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT10. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, резьбонарезание.

Поверхность 24 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, цекование.

Поверхность 25 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 10. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT10. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление.

## **2.6 Определение припусков**

«При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски,

которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов». [19]

«Припуски могут быть общие, операционные и промежуточные». [19]

«Промежуточный – припуск, удаляемый при выполнении одного технологического перехода». [19]

«Операционный – припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции». [19]

«Общий – припуск, который удаляют в процессе механической обработки поверхности для получения чертежных размеров и определяются разностью размеров исходной заготовки и детали. Общий припуск равен сумме операционных (промежуточных) припусков. На припуск устанавливают допуск». [19]

«Имеются два основных метода определения припусков на механическую обработку поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный)». [19]

«Расчетно-аналитическим методом рассчитывают минимальный припуск на основе анализа факторов, влияющих на формирование припуска с использованием нормативных материалов». [19]

Расчетно-аналитическим методом определим припуски на обработку поверхности 8 с параметрами качества  $\varnothing 95js5 \pm 0,005$  мм,  $L = 25$  мм,  $Ra = 0,32$  мкм.

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot TD. \quad [26] \quad (7)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 3,6 = 0,900.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,350 = 0,088.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,087 = 0,022.$$

$$\Delta_{T0} = 0,25 \cdot 0,140 = 0,035.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,054 = 0,014.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,022 = 0,006.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,010 = 0,003.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}. \quad [26] \quad (8)$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i). \quad [26] \quad (9)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,900^2 + 0,025^2} = 1,300.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0} = 0,288.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{T0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,035^2 + 0^2} = 0,135.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,014^2 + 0} = 0,064.$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{(\Delta_4)^2 + \varepsilon_5^2} = 0,025 + \sqrt{0,006^2 + 0} = 0,031.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 1,300 + 0,5(3,600 + 0,350) = 3,275.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,288 + 0,5(0,350 + 0,087) = 0,507.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_{T0} + Td_3) = 0,125 + 0,5(0,087 + 0,054) = 0,206.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,064 + 0,5(0,054 + 0,022) = 0,102.$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(Td_4 + Td_5) = 0,031 + 0,5(0,022 + 0,010) = 0,047.$$

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{5\min} = 94,955.$$

$$d_{4\max} = 95,005.$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2 \cdot Z_{5\min} = 95,005 + 2 \cdot 0,031 = 95,067.$$

$$\begin{aligned}
d_{4\max} &= d_{4\min} + Td_4 = 95,067 + 0,010 = 95,077. \\
d_{3\min} &= d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 95,077 + 2 \cdot 0,064 = 95,205. \\
d_{3\max} &= d_{3\min} + Td_3 = 95,205 + 0,022 = 95,227. \\
d_{TO\min} &= d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 95,227 + 2 \cdot 0,135 = 95,497. \\
d_{TO\max} &= d_{TO\min} + Td_{TO} = 95,497 + 0,140 = 95,637. \\
d_{2\min} &= d_{TO\min} \cdot 0,999 = 95,637 \cdot 0,999 = 95,541. \\
d_{2\max} &= d_{2\min} + Td_2 = 95,541 + 0,087 = 95,628. \\
d_{1\min} &= d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 95,628 + 2 \cdot 0,288 = 96,204. \\
d_{1\max} &= d_{1\min} + Td_1 = 96,204 + 0,350 = 96,554. \\
d_{0\min} &= d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 96,554 + 2 \cdot 1,300 = 99,154. \\
d_{0\max} &= d_{0\min} + Td_0 = 99,154 + 3,600 = 102,754.
\end{aligned}$$

Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}). \quad [26] \quad (10)$$

$$\begin{aligned}
d_{cp0} &= 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(102,754 + 99,154) = 100,954. \\
d_{cp1} &= 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(96,554 + 96,204) = 96,379. \\
d_{cp2} &= 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(95,628 + 95,541) = 95,585. \\
d_{cpTO} &= 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(95,637 + 95,497) = 95,567. \\
d_{cp3} &= 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(95,227 + 95,205) = 95,216. \\
d_{cp4} &= 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(95,077 + 95,067) = 95,072. \\
d_{cp5} &= 0,5(d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5(95,005 + 94,995) = 95,000.
\end{aligned}$$

Определим общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max}. \quad [26] \quad (10)$$

$$2Z_{\min} = 99,154 - 95,005 = 4,149.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5. [26] \quad (11)$$

$$2Z_{\max} = 4,149 + 3,600 + 0,010 = 7,759.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}). [26] \quad (12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(4,149 + 7,759) = 5,954.$$

Найденные значения промежуточных припусков в дальнейшем используем при проектировании операций технологического процесса изготовления шпинделя шлифовального станка.

## 2.6 Расчет режимов резания

«Режимом резания называется совокупность глубины резания, подачи, периода стойкости инструмента и скорости резания. Следовательно, назначение режима резания заключается в выборе указанных параметров ( $t$ ,  $S$ ,  $T$ ,  $V$ ). Производительность операции при обработке заготовок зависит от основного технологического времени, то есть времени, затрачиваемого непосредственно на процесс резания (снятие стружки). Чем меньше основное технологическое время, тем выше производительность обработки и наоборот». [16]

«При решении вопроса о наибольшей производительности, при заданной стойкости инструмента, необходимо принимать меры для увеличения каждого из трех сомножителей  $V$ ,  $S$ ,  $t$ . Однако увеличение всех трех сомножителей возможно только с повышением режущих свойств

инструмента, так как с увеличением глубины резания и подачи при заданной стойкости скорость резания уменьшается». [16]

«При токарной черновой (предварительной) обработке и отсутствии ограничений по мощности оборудования, жесткости технологической системы глубину резания принимают равной припуску на обработку. При чистовой (окончательной) обработке припуск снимается за два и более прохода. При параметре шероховатости обработанной поверхности  $Ra = 3,2 \dots 6,3$  мкм окончательный проход рекомендуется выполнять с глубиной резания в пределах  $0,5 \dots 2,0$  мм, при  $Ra = 2,5 \dots 0,63$  мкм – с глубиной  $0,1 \dots 0,4$  мм». [16]

«При токарной черновой (предварительной) обработке подача на оборот  $S_0$  принимается максимально допустимой по мощности оборудования, жесткости технологической системы, прочности державки и режущей пластины. Поэтому выбранную по таблицам соответствующих нормативов подачу при предварительной (черновой) обработке следует проверить по прочности державки резца и режущей пластины, жесткости державки резца и обрабатываемой заготовки и прочности механизма станка. Подача при чистовом точении выбирается исходя из требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине инструмента». [16]

### 2.6.1 Расчет режимов резания на операцию 030.

Переход 1.

Глубина резания  $t = 1,5$ . [25]

Подача  $S = 0,3$ . [25]

«Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (13)$$

где  $K_1 = 1,1; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; V_0 = 180$ ». [25]



$$V = 180 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 198 \text{ м/мин.}$$

«Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ ». [25] \quad (14)}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 198}{3,14 \cdot 104} = 606,3 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ ». [25] \quad (15)}$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 104 \cdot 500}{1000} = 163,3 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \text{ ». [25] \quad (16)}$$

$$S = 0,3 \cdot 500 = 150 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} \text{ ». [25] \quad (17)}$$

$$T_0 = \frac{3}{150} = 0,02 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 0,3$ . [25]

Подача  $S = 0,2$ . [25]

Скорость резания

$$V = 180 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 198 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 198}{3,14 \cdot 170} = 370,9 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 315 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 170 \cdot 315}{1000} = 162,8 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 315 = 63 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{69}{63} = 1,10 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,02 + 1,10 = 1,12 \text{ мин.}$$

## 2.6.2 Расчет режимов резания на операцию 045.

Переход 1.

«При сверлении отверстий без ограничивающих факторов подача на оборот выбирается максимально допустимой по прочности сверла. Факторы, ограничивающие подачу (глубина резания, качество обработанной поверхности отверстия, недостаточная жесткость технологической системы), учитываются поправочными коэффициентами».

[16]

Длина хода инструмента

$$L = L_p + L_{II} + L_d \quad (18)$$

Примем  $L_{II} = 1$  мм,  $L_{Д} = 0$ .

$$L = 25 + 1 + 7 = 33, \text{ мм.}$$

Подача  $S = 0,2$ . [25]

Скорость резания

$$V = 17 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 11,9 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 23} = 164,8 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 160}{1000} = 11,6 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 160 = 32 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{33 \cdot 4}{32} = 4,13, \text{ мин.}$$

Переход б.

Длина хода

$$L = L_P + L_{II} + L_{Д} = 3,8 + 1 + 0 = 3,9 \text{ мм.}$$

Стойкость

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

Подача  $S = 0,2$ . [25]

Скорость резания

$$V = 17 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 11,9 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 19} = 199,5 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 160}{1000} = 9,5 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 160 = 32, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{3,9}{32} = 0,12 \text{ мин.}$$

### 2.6.3 Расчет режимов резания на операцию 075.

Диаметр круга  $D_k = 250$  мм. Скорость резания  $V = 35$  м/с [25].

Подача  $S_p = 0,003$  мм/об.

Скорость вращения заготовки  $V_3 = 35$  м/мин. [25]

Частота

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 170} = 65,6, \text{ об/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{УСК}}{S_{УСК}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{ВЫХ}, \quad (19)$$

где  $L_{УСК}$ ,  $S_{УСК}$  – соответственно длина и подача при ускоренных перемещениях;

$L_p$ ,  $S_p$  – соответственно длина и подача при рабочих перемещениях

$T_{ВЫХ}$  – время выхаживания [25].

$$T_0 = \frac{50}{500} + \frac{43}{100} + 0,05 = 0,58 \text{ мин.}$$

Полученные значения режимов резания при изготовлении шпинделя шлифовального станка внесем в технологическую документацию, представленную в приложении А.1.

### 3 Проектирование приспособления

«Станочные приспособления – средства производства, предназначенные для установки и закрепления заготовок и инструмента при обработке на металлорежущих станках». [21]

«В первую группу (рисунок 5) входят станочные приспособления, используемые для установки и закрепления заготовок на станках. Это самое крупное объединение, в состав которого входят до 80% всех приспособлений, осуществляющих связь заготовки со станком. В зависимости от вида механической обработки, приспособления классифицируются по технологическому и конструктивному признакам: токарные, сверлильные, расточные, фрезерные, шлифовальные, многоцелевые и другие». [21]

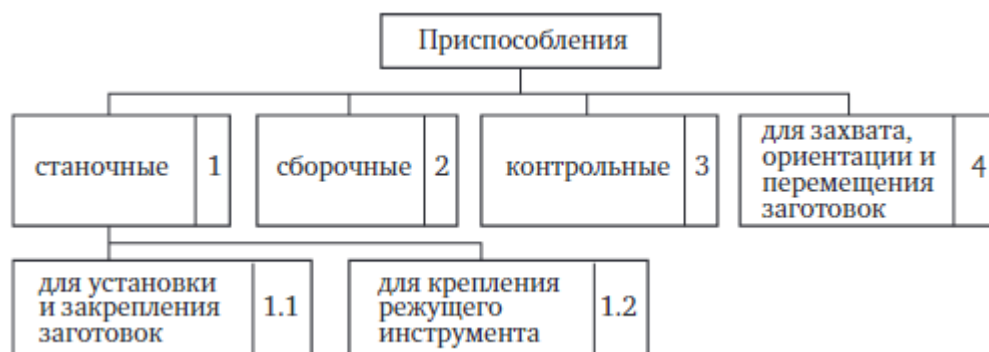


Рисунок 5 – Разновидности приспособлений

«Во вторую группу включены приспособления для крепления режущего инструмента, которые осуществляют связь между инструментом и станком. Эти приспособления характеризуются большим числом нормализованных конструкций, что объясняется нормализацией и стандартизацией режущих элементов. К ним относятся патроны для сверл, разверток, метчиков; многошпиндельные сверлильные, револьверные головки; инструментальные державки, блоки и так далее». [21]

«С помощью приспособлений указанных выше подгрупп осуществляют наладку системы станок-заготовка-инструмент». [21]

### 3.1 Исходные данные

На токарной чистовой операции 030 проводят обработку наружных и внутренних поверхностей шпинделя шлифовального станка, как показано на рисунке 6.

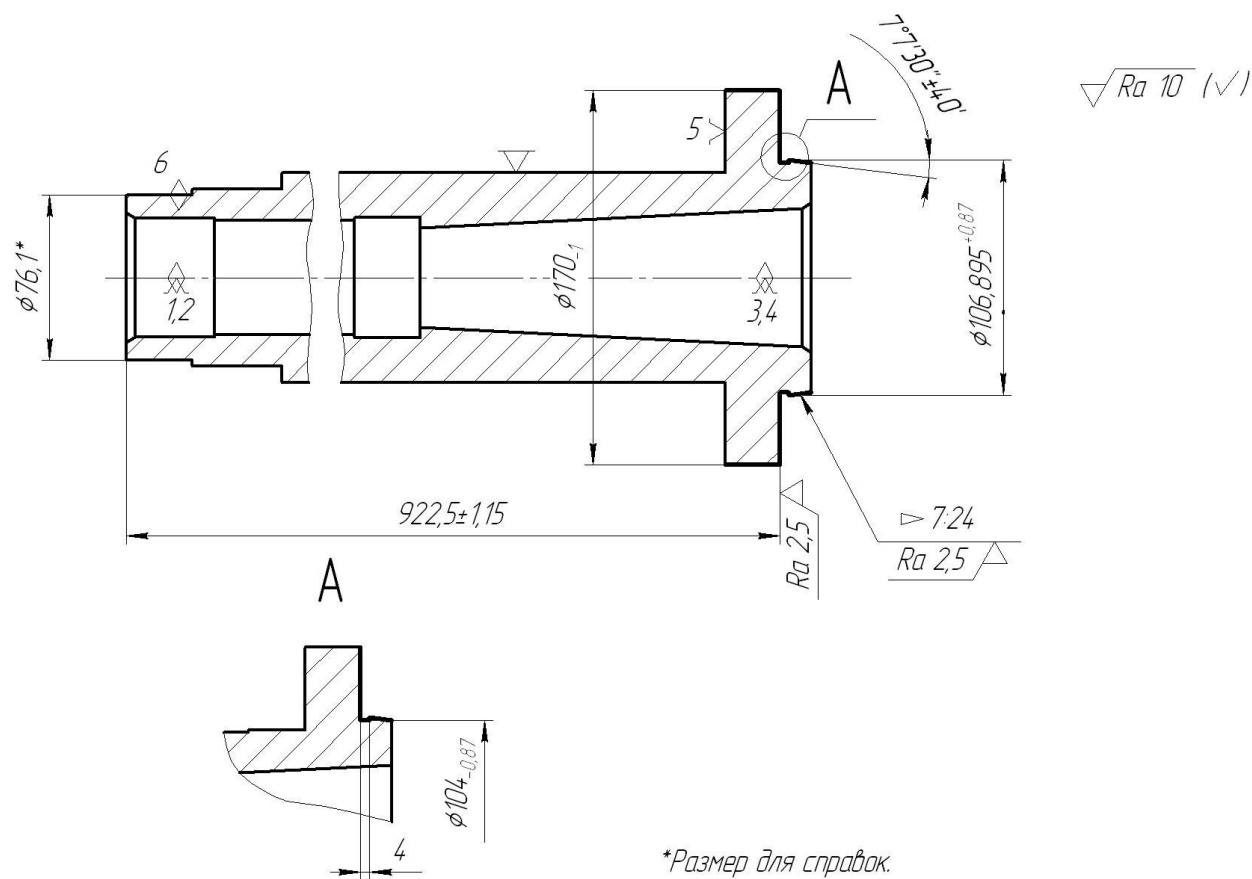


Рисунок 6 – Эскиз операции 030.

Спроектируем самозажимной патрона с эксцентриковыми кулачками для этой операции для снижения ручного труда, выполняемого оператором токарного станка с ЧПУ.

### 3.2 Силовой расчет

«Центробежную силу определяют по формуле

$$P_{ц} = m \cdot \omega^2 \cdot R, \quad (20)$$

где  $m$  – масса;

$\omega$  – угловая скорость;

$R$  - радиус». [17]

Центробежную силу можно определить так

$$\left\langle P_{ц} = \frac{m \cdot v^2}{R}, \quad (21) \right.$$

где  $m$  - масса;

$v$  - линейная скорость». [15]

«Угловая скорость равна

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (22)$$

где  $n$  - частота». [17]

$n = 315 \text{ мин}^{-1}$  (из п. 2.6.1).

«Линейная скорость

$$v = \omega \cdot R \rangle. [15] \quad (23)$$

$$\omega = \frac{v}{R}.$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 162,8}{38,05} = 13,4 \text{ рад/с.}$$

$$P_{ц} = \frac{1,9 \cdot 13,4^2}{0,038} = 897,8 \text{ Н.}$$

«Сила зажима кулачками

$$W = P_{ц} \cdot Z \cdot \cos 30^\circ, [15] \quad (24)$$

где  $30^\circ$  - угол между силой зажима и направлением действия центробежной силы;

$Z$  - число кулачков». [15]

$$W = 897,8 \cdot 3 \cdot \cos 30^\circ = 2333 \text{ Н.}$$

Определим составляющие силы резания

$$\langle P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (25)$$

где  $C_p, n, x, y$  – коэффициенты и показатели степеней, учитывающие конкретные условия обработки;

$V$  – скорость резания;

$t$  - глубина резания;

$S$  - подача;

$K_p$  - коэффициент учитывающий условия обработки». [15]

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 1628^{-0,15} \cdot 0,9 = 1129, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 1628^{-0,3} \cdot 0,9 = 611, \text{ Н.}$$

Определим крутящий момент

$$\langle M_p = \frac{P_z \cdot d_0}{2}, \quad (26)$$

где  $P_z$  - сила резания;

$d_0$  – максимальный диаметр заготовки». [15]



$$M_p = \frac{1129 \cdot 170}{2} = 9597, \text{ Н.}$$

Момент от силы зажима

$$\ll M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (27)$$

где  $W$  – суммарное усилие зажима, приходящееся на три кулачка;

$f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности сменного кулачка;

$d_3 = 76,1$  мм – диаметр закрепления». [15]

$$\ll K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (28)$$

где  $K_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса

$K_1 = 1,2$  – коэффициент учитывающий, увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки;

$K_2 = 1$  – коэффициент учитывающий, увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3 = 1$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании». [15]

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8.$$

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 1129 \cdot 170}{0,3 \cdot 76,1} = 1513 \text{ Н.}$$

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} \quad (29)$$

$$W_1 = \frac{1513}{1 - \left( \frac{3 \cdot 13}{25} \cdot 0,1 \right)} = 1793 \text{ Н.}$$

«Осевая сила зажима

$$Q = \frac{M}{n \cdot r_{\max} \cdot \sin\left(\theta + \frac{4r_0 \cdot \mu}{\pi \cdot r_{\min}}\right)}, \quad (30)$$

где  $r_{\max}$  - максимальный радиус зажатой кулачками детали;

$\theta = 18^\circ$  - угол подъема профиля кулачка;

$\mu$  - коэффициент трения на тыльной упорной поверхности кулачка;

$r_0$  - радиус тыльной поверхности кулачка». [15]

$$Q = \frac{1793}{315 \cdot 0,031 \cdot \sin\left(18 + \frac{4 \cdot 0,025 \cdot 0,15}{3,14 \cdot 0,04}\right)} = 590,4, \text{ Н.}$$

«Угол поворота кулачка

$$\alpha_0 = 2,31 \cdot g \cdot \frac{r_{\max}}{r_{\min}} \gg. \quad [15] \quad (31)$$

$$r_{\min} = 0,031; r_{\max} = 0,040. \quad [17]$$

$$\alpha_0 = 2,31 \cdot 9,81 \cdot \frac{0,040}{0,031} = 17,6^\circ.$$

Чертеж зажимного приспособления для закрепления заготовки техпроцесса изготовления шпинделя шлифовального станка представлен в графической части.

## 4 Проектирование режущего инструмента

«Зенкеры – это осевые многолезвийные режущие инструменты, которые применяются для промежуточной или окончательной обработки отверстий, полученных предварительно сверлением, литьем, ковкой или штамповкой». [17]

«Зенкеры получили широкое распространение в массовом и серийном производствах. По сравнению с расточными резцами они, являясь мерными инструментами, не требуют настройки на размер, что обеспечивает сокращение вспомогательного времени и повышает точность отверстий». [17]

«Зенкеры классифицируют по следующим признакам:

- по виду обработки – цилиндрические зенкеры (рисунок 7, а), которые применяются для увеличения диаметра отверстий; зенковки, которые применяются для обработки цилиндрических и конических углублений под головки винтов, болтов, а также снятия фасок (рисунок 7, б, в), подрезки торцов бобышек и приливов на корпусных деталях (рисунок 7, г);

- по способу крепления зенкера – хвостовые и насадные;

- по конструкции зенкера – цельные, сборные и регулируемые по диаметру;

- по виду режущего материала – быстрорежущие и твердосплавные».

[17]

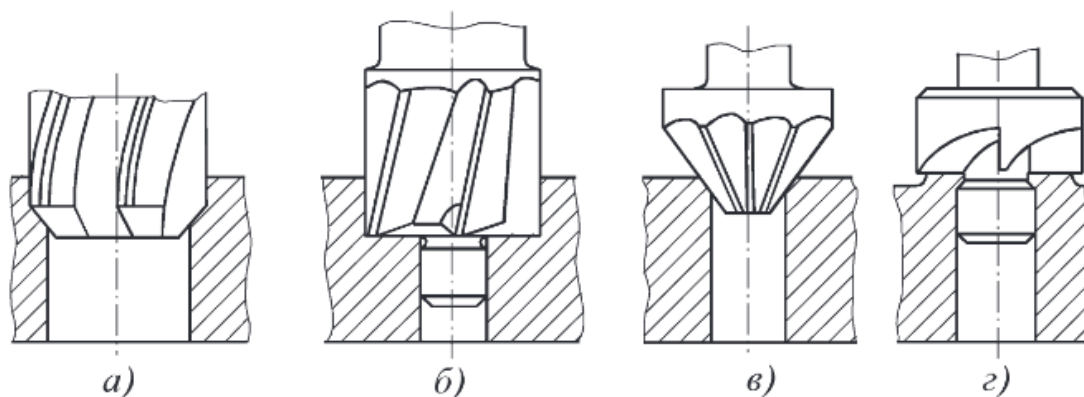


Рисунок 7 - Зенкеры

«Зенковки, в отличие от обычных зенкеров, срезают стружки большей ширины и имеют менее устойчивое положение в радиальном направлении в момент врезания и особенно в случае расположения режущих кромок перпендикулярно к оси инструмента. Поэтому в конструкциях зенковок для цилиндрических углублений и подрезки торцов предусмотрены направляющие цапфы (рисунок 8), выполненные либо за одно целое с корпусом у зенковок малых диаметров, либо вставными, сменными, у зенковок больших диаметров, которые более предпочтительны. При этом сначала цапфы входят в предварительно просверленное отверстие, а затем начинается процесс обработки отверстия». [17]

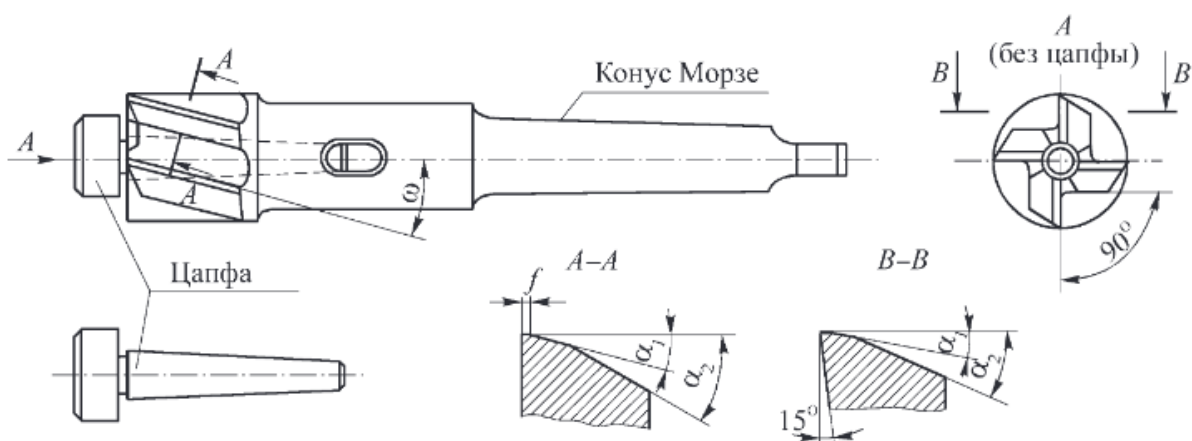


Рисунок 8 - Зенковка

«Зенковки изготавливают из быстрорежущей стали, а иногда оснащают напайными твердосплавными пластинами. Хвостовики зенковок соединяются с режущей частью сваркой и могут быть цилиндрическими или коническими». [17]

«На рисунке 8 представлена зенковка со сменной цапфой, имеющая винтовые стружечные канавки ( $Z = 4$ ) и применяемая для обработки цилиндрических углублений». [17]

## 4.1 Исходные данные

На расточной операции 045 необходимо выполнить обработку плоскости под головки винтов. На разрезе Б-Б (рисунок 9) показано ступенчатое отверстие.

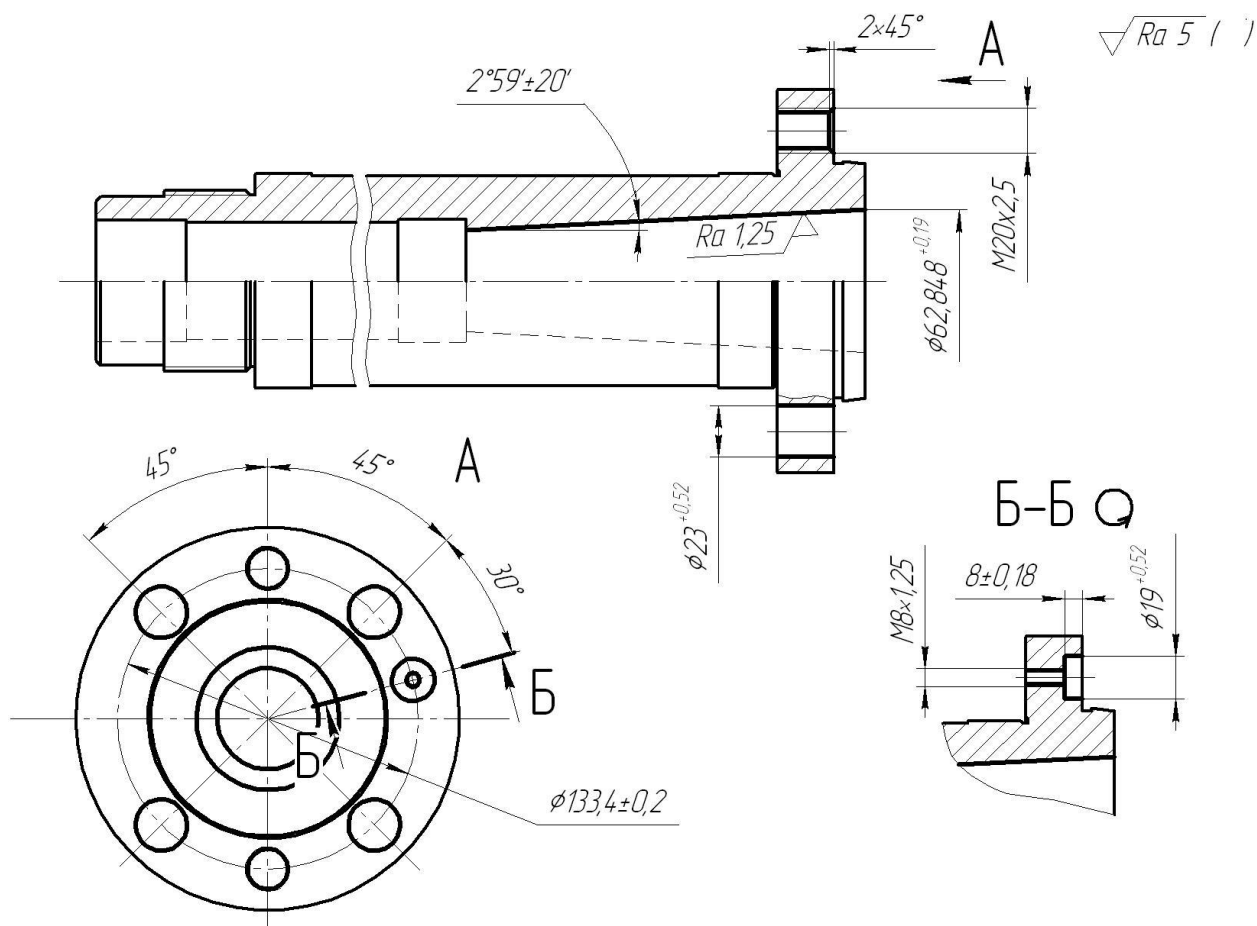


Рисунок 9 - Эскиз операции 045

Необходимо провести обработку перехода с большего диаметра на меньший.

## 4.2 Проектирование зенковки

«Главные режущие кромки зенковки располагаются на торце в плоскости, перпендикулярной его оси, поэтому обеспечивается обработка цилиндрических углублений с плоским торцом». [17]

Принимаем  $Z = 4$ .

«У зенковок из быстрорежущей стали стружечные канавки делаются винтовыми ( $\omega = 10..15^\circ$ ). При обработке же отверстий в чугунном и стальном литье со стороны необработанных поверхностей целесообразно применять твердосплавные зенкеры, которые имеют наклонные стружечные канавки с плоской передней поверхностью. Торцовый зенкер крепится коническим хвостовиком». [17]

Принимаем  $\omega = 15^\circ; \gamma = 15^\circ$ . [17]

В конструкции зенковки выполним двойной задний угол с  $\alpha_1 = 8^\circ; \alpha_2 = 30^\circ$

«Длина зенковки

$$L = L_p + L_n + L_k + L_{ш} + L_x, \quad (32)$$

где  $L_p$  – длина режущей части;

$L_n$  – длина направляющей части, примем;

$L_k$  – длина калибрующей части;

$L_{ш}$  – длина шейки, примем;

$L_x$  – длина хвостовика». [17]

Примем  $L_p = 5; L_n = 9; L_k = 19; L_{ш} = 17; L_x = 45$ . [17]

$$L = 5 + 9 + 19 + 17 + 45 = 105 \text{ мм.}$$

Чертеж зенковки для обработки плоскости под прилегание головок винтов в конструкции шпинделя шлифовального станка представлен в графической части работы.

## 5 Безопасность и экологичность технического объекта

В работе рассматривается техпроцесс изготовления шпинделя шлифовального станка. В процессе анализа базового варианта техпроцесса нами было принято решение подвергнуть модернизации две технологические операции, ими оказались 030 токарная чистовая операция, выполняемая на токарном станке с ЧПУ модели СА500СФ3К, и расточная операция 045, которая выполняется на горизонтально-расточном станке модели WFT11/13.

«Профессиональная деятельность человека связана с применением технологического оборудования, вызывающего в различной степени появление возможных рисков. По природе возникновения риски могут быть классифицированы. Выделяют профессиональные, техногенные и экологические риски. В качестве профессиональных рассматриваются риски травмирования человека (работника), а также возникновения профессиональных заболеваний, вызывающих снижение работоспособности, снижение производительности труда и нарушение здоровья. При рассмотрении техногенных рисков речь может идти об отказах оборудования, промышленных зданий и сооружений, а также о возникновении пожаров, аварийных и чрезвычайных ситуаций. К экологическим рискам следует отнести образующиеся факторы воздействия технического объекта на окружающую среду, включающие выбросы углекислого газа, токсичные и/или радиоактивные выбросы в атмосферу, образование загрязненных сточных вод, выделение опасных загрязняющих газообразных, жидких или твердых веществ и материалов в виде отходов и брака производства, вынужденную выемку загрязненных грунтовых покрытий, нарушение и загрязнение растительного и почвенного покровов и т.д.». [3]

«Своевременная идентификация профессиональных рисков, определение степени возникновения производственно-технологического

инцидента на производстве позволит предупредить негативные последствия возникновения рисков, исключить производственные травмы и т.д.». [3]

### **5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта**

В технологическом процессе изготовления шпинделя шлифовального станка совершенствованию подвергаются токарная чистовая операция 030, которая выполняется на токарном станке с ЧПУ модели СА500СФ-3К, и расточная операция 030, выполняемая на горизонтально-расточном станке модели WFT11/13. Токарным и горизонтально-расточным станком управляет оператор, функциями которого является загрузка необработанной заготовки в станочное приспособление, закрепление заготовки в специальное приспособление, закрытие рабочей зоны станка защитным экраном, запуск программы на обработку. После проведения обработки оператор открывает рабочую зону станка, извлекает обработанную заготовку из станочного приспособления и отправляет ее в накопитель.

Режущими инструментами на токарной чистовой операции 030 являются резец канавочный и резец контурный правый. Оба эти инструмента имеют режущую часть из твердого сплава Т15К6.

Режущими инструментами на расточной операции являются сверло спиральное Ø23 мм, сверло спиральное Ø17,4 мм, метчик машинный М20×2,5, сверло спиральное Ø19 мм, сверло спиральное Ø6,7 мм, зенковка Ø19 мм, метчик машинный М8×1,25. У всех инструментов на этой технологической операции режущая часть изготовлена из быстрорежущей стали Р6М5.

Заготовка изготавливается из легированной конструкционной стали 19ХГН.

В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) используется масляная жидкость ЭПРОМ МР-7, производства отечественной компании



«Завод спецавтомат», предназначенная для охлаждения при механической обработке различных сталей. Она представляет собой специально обработанное масло, в которой добавлены различные присадки для придания жидкости специальных технологических и антикоррозионных свойств. В присутствии СОЖ в зоне резания снижается температура нагрева и обрабатываемого материала и режущего инструмента, а это снижает интенсивность износа инструмента и предотвращает изменение механических свойств обрабатываемого материала.

## **5.2 Идентификация профессиональных рисков**

«Опасная зона – это пространство, в котором постоянно действует или периодически возникает производственный фактор, опасный для жизни и здоровья людей. Опасная зона может появиться вокруг движущихся, вращающихся элементов, вблизи грузов, перемещаемых подъемно-транспортными машинами. Наличие опасной зоны может быть связано с опасностью поражения электрическим током, с отравлением ядовитыми веществами, возникновением пожаров и так далее. При выборе средств защиты и безопасного места людей при выполнении машинами различных технологических операций наиболее важным условием является установление границ (размеров) опасной зоны. Повышение уровня безопасности осуществляется путем совершенствования машин, оборудования, объектов, технологических процессов уже на стадии их проектирования и подготовки высококвалифицированного обслуживающего персонала». [24]

На токарном станке модели СА500СФ-3К (рисунок 10) выполняется токарная чистовая операция 030.



Рисунок 10 – Токарный станок с ЧПУ модели CA500CF-3K

Станок работает в автоматическом цикле.

Оператор токарного станка устанавливает заготовку в приспособление, закрывает защитный экран на станке, чтоб образующаяся стружка не повредила ткани и глаза оператора. Затем станочник включает станок для обработки и тот выполняет обработку по заранее заданной программе.

На горизонтально-расточном станке модели WFT11/13 (рисунок 11) выполняется операция обработки отверстий. Оператор горизонтально-расточного станка устанавливает в приспособление заготовку, закрывает защитный экран на станке, чтоб образующаяся стружка не повредила ткани и глаза оператора. Затем оператор включает станок для обработки и тот выполняет обработку по заранее заданной программе ЧПУ.

При проведении обработки оператор станка обязан лишь следить за происходящим, чтоб не было никаких сбоев у отработки программы. При возникновении каких-либо технических отклонений станочник должен отключить работу станка.



Рисунок 11 – Горизонтально-расточной станок модели WFT11/13

Следующим опасным и вредным производственным фактором является испарение смазочно-охлаждающей жидкости.

Зона обработки на горизонтально-расточном станке WFT11/13 является открытой, поэтому брызги СОЖ могут загрязнять экологическую ситуацию на рабочем месте.

Для установки заготовки на токарной чистовой операции 030 нами в работе спроектировано специальное приспособление – патрон с эксцентриковыми кулачками, имеющий специальную конструкцию. Станочнику, вставив заготовку в это приспособление, необходимо лишь нажать на кнопку для включения работы шпинделя и патрона за счет центробежных сил зажмет заготовку. За счет специальной конструкции этого приспособления работа оператора токарного станка модели СА500СФ-3К стала более легкой, снимается возможность возникновения опасных

производственных факторов, связанных с необходимостью механического зажима заготовки в приспособлении. Это мероприятие делает работу станочника более безопасной и уменьшает вспомогательное операционное время, что снижает производственные затраты.

«Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества». [24]

В процессе обработке заготовок на металлорежущих станках, включая токарный станок модели СА500СФ-3К и горизонтально-расточной станок WFT11/13, возникают продукты отхода в виде металлической стружки, которые необходимо убирать, а затем утилизировать или перерабатывать. [6]

### **5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков**

После завершения механической обработки партии заготовок необходимо проводить влажную уборку производственного помещения.

Металлическую стружку, образующуюся в накопителе станка, необходимо удалять из зоны обработки. Это касается и токарного станка и горизонтально-расточного. Данную работу делает оператор. При этом может возникнуть опасность поражения тканей кожного покрова рабочего стружкой. Поэтому для удаления из зоны резания металлической стружки станочник должен использовать специальное приспособление - крючок.

Для централизованного сбора металлической стружки на машиностроительных предприятиях используют специальные контейнеры. По мере заполняемости этих контейнеров специальные службы увозят собранную металлическую стружку для утилизации и переработки для изготовления новых деталей.

Для минимизации возможного воздействия электрического тока на операторов станков необходимо, чтобы у каждого металлообрабатывающего

оборудования было заземление. Это снизит вероятность образования статического электричества. Также у каждого оператора станка под ногами должен быть резиновый диэлектрический коврик ГОСТ 4997-75 [9].

Для снижения влияния паров СОЖ на оператора станка в производственном цехе на участке должна быть организована вентиляция. Данные требования регулируются ГОСТ Р ЕН 13779-2007 [13].

Смазочно-охлаждающая жидкость после подачи в зону обработки должна отводиться по специальным каналам, далее очищаться от загрязнений и использоваться заново для охлаждения зоны обработки. [13]

#### **5.4 Обеспечение пожарной безопасности**

«Пожары и взрывы представляют собой сложные физико-химические процессы, которые генерируют широкий спектр опасных и вредных производственных факторов. К ним относятся пламя, высокая температура поверхностей и воздуха, ядовитые газы, дым, излучение, взрывы, обрушения горящих зданий, падающие предметы и другие». [24]

«Пожарная безопасность решает 4 задачи, непосредственно связанные с профилактикой и тушением пожаров: предупреждение пожаров, локализация пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожаров». [24]

«Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов служат исходными данными для определения категории производства и разработки систем обеспечения пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-85 [4] и ГОСТ 12.1.010-76 [5]». [24]

«Одним из основных показателей пожаробезопасности, применяемых при классификации способности к горению веществ и материалов, является группа горючести». [24]

При производстве партии шпинделей шлифовального станка на токарном модели СА500СФ-3К и горизонтально-расточном станке модели

WFT11/13 используется смазочно-охлаждающая жидкость ЭПРОМ МР-7, которая является масляной жидкостью, изготовленная из нефтепродуктов. Она в процессе использования может воспламениться, что в конечном итоге может привести к образованию пожара.

Это относится к классу пожара В: пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов.

Если по каким-то причинам возник пожар, то рабочему необходимо выключить работу станка, при этом выключится поступление горючей жидкости в зону воспламенения. Для предотвращения возгорания рекомендуется использовать переносные огнетушители ГОСТ Р 51057-2001 [12] или пожарные напорные рукава ГОСТ Р 51049-2019 [11]. При этом из сопла под напором будет подаваться пена. Необходимо направить этот поток в очаг возгорания, при этом кислород перестанет поступать в зону горения и пожар прекратится.

## **5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта**

«Проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации производственно-технологического процесса, при последующей эксплуатации спроектированного (модернизированного) технического объекта, при утилизации производственно-технологических отходов и брака при конечной утилизации технического объекта, уже завершившего свой жизненный цикл». [3]

Негативным экологическим фактором при работе на станках, использующими СОЖ, является загрязнение рабочего места станочника парами смазочно-охлаждающей жидкости. Для снижения воздействия этих паров на дыхательную систему оператора станка необходимо правильная организация на рабочем месте системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

В процессе обработки возникают отходы в виде металлической стружки. Данные отходы производства необходимо правильно утилизировать. На предприятиях машиностроения стружку принято собирать в контейнеры, а затем эту стружку перемещают на специальные участки, где подвергают прессованию и переплавке для изготовления новых заготовительных материалов.

Эти мероприятия осуществляются с одной стороны для улучшения экологической ситуации на рабочем месте, а с другой стороны для экономии ресурсов, в частности для экономии металла – конструкционной легированной стали 19ХГН.

В этом разделе нами проанализированы модернизированные операции обработки на токарном станке с ЧПУ и на горизонтально-расточном станке с ЧПУ при изготовлении шпинделя шлифовального станка, которые осуществляются на токарном станке модели СА500СФ-3К и горизонтально-расточном станке модели WFT11/13. При этом возникают опасные и вредные производственные факторы, которые нами были описаны в разделе. Для снижения воздействия этих факторов на организм операторов станков с числовым программным управлением, а также на экологическую ситуацию на рабочем месте и в цехе нами предложены мероприятия, которые уменьшат воздействие таких факторов и приведут к улучшению экологической ситуации на рабочем месте в частности и на предприятии в целом.

## 6 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления цапги цапгового патрона. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих совершенствований.

Для этого, сначала необходимо дать краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений (рисунок 12).

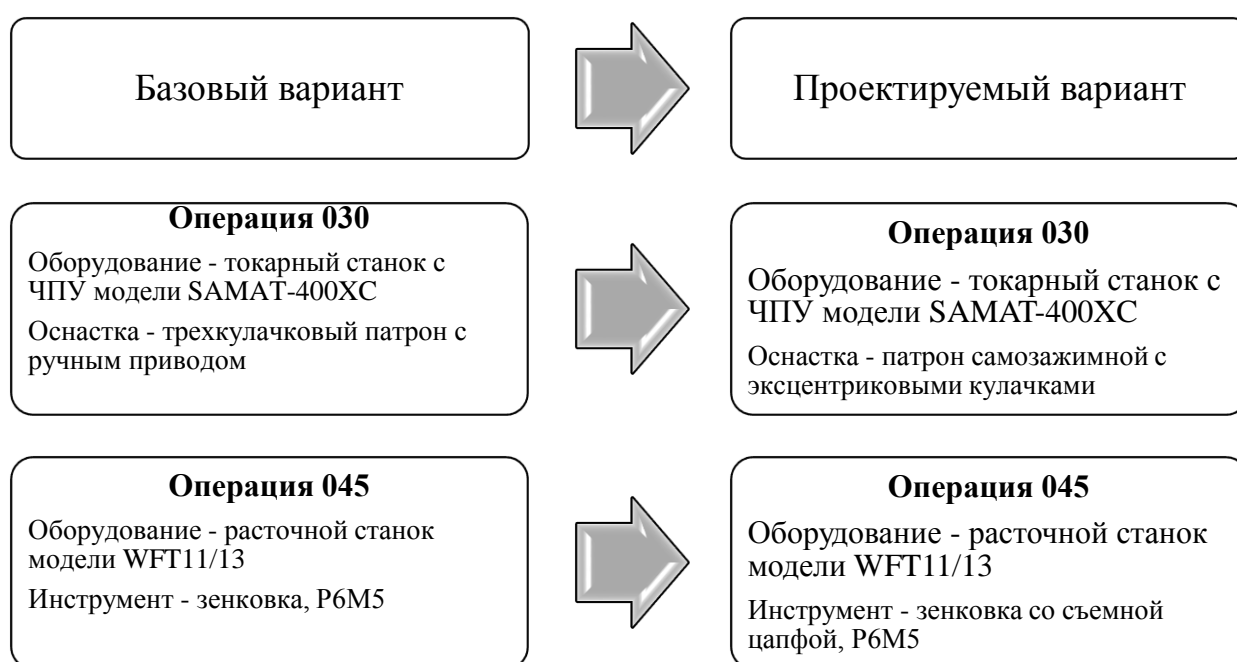


Рисунок 12 – Краткое описание внесенных в технологический процесс изменений

Как видно из рисунка 8, благодаря внесенным изменениям удалось достичь сокращения операционного времени, а, следовательно, уменьшения трудоемкости их выполнения. В совокупности, все изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали на 0,95 минуты.

Основываясь на описанных изменениях, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 13.



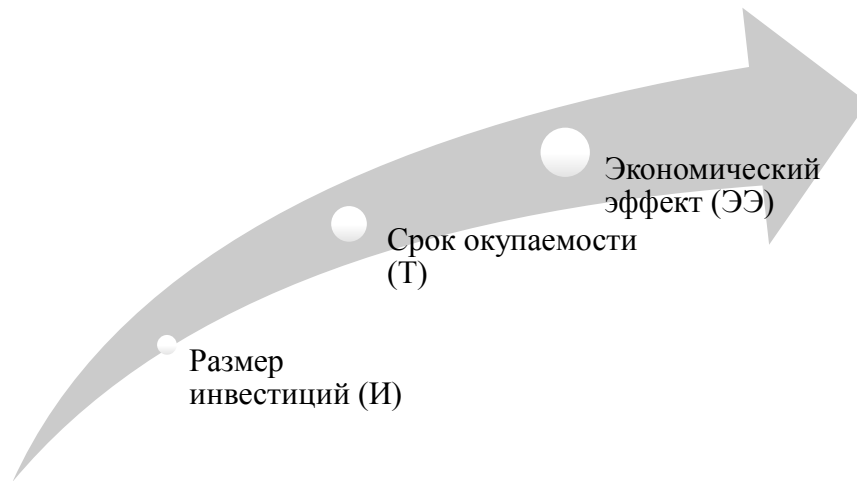


Рисунок 13 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 13, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенные совершенствования. Для его определения используют специальную методику [20], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 14.

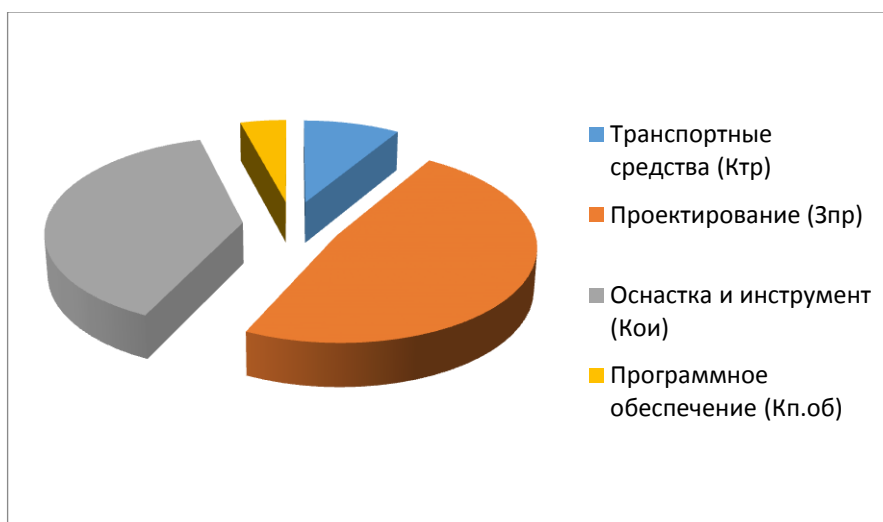


Рисунок 14 – Итоговый размер инвестиций и его детализация

Как видно из рисунка 14, весомую долю в инвестициях занимают затраты на проектирование ( $Z_{ПР}$ ), которые составляют 67,67 % от размера всех инвестиций. Кроме затрат на проектирование, предприятию необходимо будет осуществить существенные финансовые вложения в такую статью затрат, как «оснастка и инструмент ( $K_{ОИ}$ )». Ее доля в общем размере инвестиций составит 19,71 %, а это обосновывается необходимостью оснащения операций режущим инструментом и станочной оснасткой. Все остальные статьи затрат такой весомости в размере инвестиций не имеют, но малыми долями его увеличивают.

Значение срока окупаемости можно рассчитать по формуле

$$T = \frac{И}{П_{ЧИСТ}} + 1 \quad (33)$$

где « $П_{ЧИСТ}$  – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [20]

Этот показатель зависит от разности себестоимости изготовления детали до и после совершенствования технологического процесса ее изготовления ( $C_1 = 749,81$  руб. и  $C_2 = 710,11$  руб., соответственно). Также при его определении учитывается программа выпуска ( $П_{Г} = 200$  шт.). И кроме всего прочего, обязательно учитываются налоговые выплаты, которые предприятие вынуждено будет заплатить государству за полученную дополнительную прибыль. Значения себестоимости определялись по специальной методике [20] с применением программного обеспечения, такого как Microsoft Excel. Если учесть все вышеперечисленные показатели, то формулу (34) можно представить в развернутом формате в виде

$$T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot П_{Г} \cdot (1 - K_{НАЛ})} + 1 \quad (34)$$

где « $K_{НАЛ}$  – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [20]

$$T = \frac{5689,12}{(749,81 - 710,11) \cdot 200 \cdot (1 - 0,2)} + 1 = 1,896 = 2 \text{ года}$$

Экономический эффект определяется по формуле (35), которая тоже представлена в развернутом виде, чтобы показать наглядность расчетов.

$$\text{ЭЭ} = \left( \sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - И \quad (35)$$

где « $E$  – процентная ставка на капитал;

$t$  – годы получения прибыли, в пределах принятого горизонта расчета»

[20]

$$\text{ЭЭ} = \left( 6135,33 \cdot \left( \frac{1}{(1 + 0,2)^1} + \frac{1}{(1 + 0,2)^2} \right) \right) - 5689,12 = 3684,30$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 3684,30 руб. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

## Заключение

В результате проделанной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления шпинделя шлифовального станка.

На первом этапе работы нами описана конструкция шлифовального станка в целом и работа полумуфты в узле, выполнена классификация поверхностей шпинделя и обозначены наиболее важные поверхности. Далее рассмотрен материал, из которого изготовлен шпиндель, проведен анализ физико-механических свойств материала, а также рассмотрен вопрос технологичности конструкции шпинделя.

В технологической части работы выбран тип машиностроительного производства для изготовления шпинделя им оказалось среднесерийное производство и описаны особенности данного типа производства. Из двух наиболее подходящих типов заготовительного производства с помощью технико-экономического расчета принята штамповка. На самую точную поверхность 8 шпинделя шлифовального станка выполнен расчет припусков. Далее спроектирован технологический процесс изготовления шпинделя и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на токарной чистовой операции нами спроектирован патрон трехкулачковый. В отличие от патрона из базового варианта техпроцесса данное приспособление имеет такую конструкцию, что оператору не придется выполнять какие-то действия, чтобы патрон зажал заготовку. Патрон самозажимной. Это позволит сократить вспомогательное время токарной операции.

Для расточной операции техпроцесса изготовления шпинделя шлифовального станка спроектирована конструкция зенковки для обработки плоскостей под головки винтов. Направляющая цапфа зенковки выполнена отдельным элементом и имеет возможность съема. Это приведет к тому, что зенковку можно использовать с другой направляющей цапфой для обработки другой детали. При такой конструкции заточку зенковки проводит проще.

## Список используемой литературы

1. Бойко А.Ф. Проектирование машиностроительных цехов и участков : учеб. пособие / А.Ф. Бойко, А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, М.Н. Воронкова. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 264 с.
2. Бушуев В.В. Металлорежущие станки : учебник. В 2 т. Т. 2 / В.В.Бушуев, А.В. Еремин, А.А. Какоило и др.; под ред. В.В. Бушуева. 2-е изд. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 586 с.
3. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с.
4. ГОСТ 12.1.004-85. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. – 83 с.
5. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. – 5 с.
6. ГОСТ 12.3.025-80. Система стандартов безопасности труда. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. – 15 с.
7. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 10 с.
8. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
9. ГОСТ 4997-75. Ковры диэлектрические резиновые. Технические условия. – 19 с.
10. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
11. ГОСТ Р 51049-2019. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 23 с.
12. ГОСТ Р 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 32 с.

13. ГОСТ Р ЕН 13779-2007. Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования. – 82 с.
14. Закирова М.Г. Специальные стали. Теория легирования : курс лекций / М.Г. Закирова. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2021. – 107 с.
15. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 320 с.
16. Карев Е.А. Автоматизация расчета режимов резания при механической обработке заготовок : учебное пособие / Е.А. Карев, В.П. Табаков, Н.В. Еремин. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 103 с.
17. Кожевников Д.В. Режущий инструмент : учебник для вузов / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев, А.Г. Схиртладзе; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – 5-е изд., стереотип. – М. : Инновационное машиностроение, 2022. – 520 с.
18. Козлов А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» / А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 152 с.
19. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург : Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2012. – 138 с.
20. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : электронное учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 184 с.
21. Кудряшов Е.А. Приспособления для производства изделий машиностроения : учебник для вузов / Е.А. Кудряшов, И.М. Смирнов, Е.И. Яцун; под ред. Е.А. Кудряшова. – М. : Инновационное машиностроение, 2018. – 220 с.

22. Петров В.М. Проектирование технологических процессов современного машиностроительного производства : учебное пособие / В.М. Петров [и др.]; Балт. гос. техн. ун-т. СПб. : Издательство «Ниц Арт», 2022. – 158 с.

23. Петухов С.В. Справочник мастера машиностроительного производства : учебное пособие / С.В. Петухов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 352 с.

24. Попов А.А. Производственная безопасность : учебное пособие / под. общ. ред. А.А. Попова. – 2-е изд., испр. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 432 с.

25. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

26. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. 7-е изд. испр. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 756 с.

27. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие для вузов / С.К. Сысоев, А.С.Сысоев, В.А. Левко. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 352 с.









Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Глобл.											Лист 4				
			цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа						Тип.			
Б			Код, наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Клшт	Тпз.	Тип.	
А50			XX	XX	XX	040	4110	Токарная чистовая	ИОТ	XXX							
Б51			XXXXXX	Токарный станок с ЧПУ СА500СФ-3К			1	18235	322	1	1	1	118	1	23	0,71	
О52			Точить канавку, выполнять размеры 2, R1, R0,5, 45о; выполнить фаску 2х45о; точить поверхность 2, выдерживая размер $\phi 75,5-0,074$ ;														
О53			точить поверхность 3, выдерживая размер $906\pm 1,15$ ; точить поверхность 4, выдерживая размер $\phi 80$ ; точить поверхность 5,														
О54			выдерживая размер $865,5\pm 1,15$ ; на поверхности 4 выполнить прямоугольную резьбу, выдерживая размеры $\phi 78-0,05$ , 1, шаг 2.														
Т55			XXXXXX Патрон трехшлицевой; XXXXXX(2) Резец сборный Т15Кб; XXXXXX Резец канавочный Р6М5;														
Т56			XXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-скоба; XXXXXX Калибр-пробка.														
57																	
А58			XX	XX	XX	045	4110	Расточная чистовая	ИОТ	XXX							
Б59			XXXXXX	Горизонтально-расточной станок WTF11/13			1	18235	322	1	1	1	1	118	1	23	10,02
О60			Сверлить четыре поверхности 21, выдерживая размеры $450\pm 30$ , $\phi 23+0,52$ , $\phi 133,4\pm 0,2$ ; сверлить два отверстия (нов. 22), выдерживая														
О61			размер $\phi 17,4+0,07$ ; на двух поверхностях 22 нарезать резьбу М20х2,5; сверлить поверхность 25, выдерживая размер $\phi 19+0,52$ ; сверлить														
О62			поверхность 23, выдерживая размер $\phi 6,7+0,058$ ; на поверхности 23 нарезать резьбу М8х1,25; зенковать поверхность 24, выдерживая														
О63			размер $8\pm 0,18$ ; зенковать поверхность 14, выдерживая размеры $2^{\circ}59' \pm 20'$ , $\phi 62,848+0,19$ .														
Т64			XXXXXX(2) Призмы опорные; XXXXXX(4) Сверло спиральное Р6М5; XXXXXX Зенковка Р6М5; XXXXXX Зенкер Р6М5;														
Т65			XXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-скоба; XXXXXX Калибр-пробка.														
бб																	
МК																	





Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Подп.													Лист 7				
			цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД		ЕН	ОП	Кшт	Тпз.
А			Б																
T03	398110	Шлифовальный круг	ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX	Калибр-скоба.															
04																			
A05	XX.XX.XX.	080	4131	Торцевруглошлифовальная	ИОТ XXX														
B06	381311	Торцевруглошлифовальный ХПП-104Ф230	1	18873 322	1	1	1	1	118	1	10	10							2,32
O07	Шлифовать поверхности б, 8, выдерживая размер $\phi 95,02 \pm 0,011$ ; шлифовать поверхность 9, выдерживая размер $39 \pm 0,31$ ; шлифовать поверхность 2, выдерживая размер $\phi 75,0 \pm 0,02$ .																		
T09	396171	Патрон поводковый	ГОСТ 24351-80; XXXXXX	Палец технологический;															
T10	398110	Шлифовальный круг	ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX	Калибр-скоба.															
11																			
A12	XX.XX.XX.	085	4131	Полировальная	ИОТ XXX														
B13	381311	Шлифовально-полировальный БПП-100М	1	18873 322	1	1	1	1	118	1	10	10							0,15
O14	Полировать поверхность 12, выдерживая размеры $7^{\circ}07'30'' \pm 5'$ ; $\phi 106,375 \pm 0,01$ , 7:24.																		
T15	396171	Патрон мембранный; XXXXXX	Люнет неподвижный; XXXXXX	Лепестковый полировальный круг	ГОСТ Р 51967-2003;														
T16	XXXXXX	Профилограф-профилометр	ГОСТ 19300-86.																
17																			
A18	XX.XX.XX.	090	4131	Полировальная	ИОТ XXX														
B19	381311	Шлифовально-полировальный БПП-100М	1	18873 322	1	1	1	1	118	1	10	10							0,70
МК																			

